İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOBÜS ÖNCELİKLİ YOLLARIN TASARIMI VE İSTANBUL'DAKİ PİLOT OTOBÜS ŞERİDİ UYGULAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tolga Subhi KANTOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOBÜS ÖNCELİKLİ YOLLARIN TASARIMI VE İSTANBUL' DAKİ PİLOT OTOBÜS ŞERİDİ UYGULAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tolga Subhi KANTOĞLU
(501101408)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat ERGÜN

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501101408 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Tolga Subhi KANTOĞLU**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"OTOBÜS ÖNCELİKLİ YOLLARIN TASARIMI VE İSTANBUL' DAKİ PİLOT OTOBÜS ŞERİDİ UYGULAMALARI"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmustur.

Tez Danışmanı :	**Doç. Dr. Murat ERGÜN** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Yrd. Doç. Dr. Şükriye İYİNAM** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Mustafa Gürsoy Yıldız Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **3 Mayıs 2013**
Savunma Tarihi : **6 Haziran 2013**

Sevgili anneme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim esnasında ve tez yazım süresince bana sürekli destek olan değerli hocam Doç. Dr. Murat ERGÜN'e ve eğitimin önemini sürekli vurgulayıp her alanda bana destek olan sevgili annem Figen KANTOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Mayıs 2013

Tolga KANTOĞLU
Mühendis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
1. GİRİŞ **23**
2. OTOBÜSLER İÇİN KULLANILAN ÖNCELİK TÜRÜ UYGULAMALARI **27**
2.1 Trafik Akımı İle Aynı Yöndeki Otobüs Şeritleri 27
2.2 Trafik Akımına Ters Yöndeki Otobüs Şeritleri 31
2.3 Otobüse Ayrılan Caddeler 32
2.3.1 Londra'da Oxford caddesi uygulaması 33
2.3.2 Kanada Vancouver'da Granville caddesi 34
2.4 Otobüs Yolları 34
2.5 Ekspres Yollara Otobüs Şeridi 35
2.6 Trafik Sinyalleri İle Öncelik 37
2.7 Diğer Otobüs Öncelik Uygulamaları 37
2.8 Uygulama Tecrübelerinden Elde Edilen Bilgiler 38
3. GEÇMİŞTE İSTANBUL VE ANKARA'DAKİ UYGULAMALAR **41**
3.1 Geçmiş Uygulamalara Genel Bakış 41
3.2 Ankara Otobüs Yolu Uygulaması 42
3.3 İstanbul'da Taksim – Zincirlikuyu Otobüs Yolu 44
3.3.1 Otobüs yolunun konumu 44
3.3.2 Otobüs yolu uygulama öncesi çalışmaları 46
3.3.3 Taksim – Zincirlikuyu otobüs yolu uygulamasındaki temel amaçlar 49
3.3.4 Taksim – Zincirlikuyu otobüs yolu uygulaması 50
4. OTOBÜS YOLU TASARIMI **53**
4.1 Otobüs Yolu Geometrisi 53
4.1.1 Yatay güzergah 54
4.1.2 Düşey güzergah 56
4.2 Durak Tasarımı 58
4.2.1 Otobüs durakları için tanımlanmış ölçüt ve standartlar 58
4.2.2 Otobüs durakları yer seçimi ölçütleri 58
4.2.3 Bölünmemiş yollardaki durak yerleri 59
4.2.4 Kavşak kollarındaki duraklar 59
4.2.4.1 Işık kontrollü kavşaklardaki duraklar 59
4.2.4.2 Kavşak çıkış kolundaki duraklar 59
4.2.4.3 Üç kollu kavşaklardaki durak yerleri 59
4.2.5 Trafik seyir hızı fazla yollardaki cepli duraklar 60

4.2.6 Yol kenarı otobüs durakları 61
4.2.7 Durak alanlarının görünürlügü ve trafikten korunması 61
4.2.8 TSE yaya kaldırımı ölçütleri 62
4.2.8.1 Yaya kaldırımı boyutlandırma ve yapım kuralları 62
4.2.8.2 Çevre yollarında yaya kaldırımı 62
4.2.8.3 Bölge bağlantı, bölge içi toplayıcı ve servis yollarında yaya kaldırımı 62
4.2.8.4 Yaya kaldırımı bordür taşı üst kenarının taşıt yolundan yüksekliği 62
4.2.8.5 Yaya kaldırımının eğimi 63
4.2.8.6 Yaya geçidi çalışma esasları 63
4.2.8.7 Yapım kuralları 63
4.2.9 Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri için durak tasarımı örneği 63
4.3 Kavşak Tasarımı 67
4.3.1 Kavşak tasarımına genel bakış 67
4.3.2 Kavşak tasarım detayları 68
4.3.2.1 Kavşak boyutu 68
4.3.2.2 Sola dönüşler 69
4.3.2.3 Yaya geçitleri 69
4.3.2.4 Korumalı yaya boşluğu 71
4.3.2.5 Kavşak işaretlemeleri 71
4.3.2.6 Şerit hizalama 72
4.3.2.7 Şerit dengesi 73
4.3.2.8 Döngüler 74
Kavşaktan sonra uygulanan döngüler 74
Kavşaktan önce uygulanan döngüler 75
4.3.2.9 Döngü işaretleri 75
4.3.2.10 Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri için kavşak tasarımı örneği 76
5. İSTANBUL'DAKİ GÜNCEL OTOBÜS ŞERİDİ UYGULAMALARI 83
5.1 Otobüs Şeridi Uygulamasına Geçiş 83
5.2 Uygulama Bölgeleri 84
5.3 Pilot Uygulama : Millet Caddesi - Taksim 85
5.4 Pilot Uygulamanın Tasarım Açısından İncelenmesi 89
5.5 Pilot Uygulamanın Güvenlik Açısından İncelenmesi 95
KAYNAKLAR 107
ÖZGEÇMİŞ 109

KISALTMALAR

ÖHO : Özel Halk Otobüsü
İETT : İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
ITE : Trafik Mühendisleri Enstitüsü
İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi
TSE : Türk Standartları Enstitüsü
EDS : Elektronik Denetleme Sistemi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: 50 km/saat'lik bir hızla şeritte elde edilen en yüksek ticari hızları. 28
Çizelge 2.2: Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri örnekleri. 30
Çizelge 2.3: Trafik akımı ile ters yöndeki otobüs şeritleri örnekleri.....32
Çizelge 2.4: ABD'de geçerlilikteki öncelikli yol örnekleri. 36
Çizelge 3.1: Ankara otobüs yolunun kapasitesi. 44
Çizelge 3.2: Otobüs yolu uygulama öncesi taşıt ve yolcu değerleri. 46
Çizelge 3.3: Günlük yolcu sayısı dağılımı.....52
Çizelge 4.1: Tasarım Hızları. 54
Çizelge 4.2: Tasarım hızlarına göre duruş ve görüş mesafeleri.....54
Çizelge 4.3: Tasarım hızlarına göre yatay kurba yarıçapları.....55
Çizelge 4.4: Otobüs yolu tasarımı geometrik kriterleri.....57
Çizelge 4.5: TSE standartlarında tasarım hızına göre durak cebi uzunlukları.....60
Çizelge 4.6: Araçların dönüş hızlarına göre yarıçapları.....68
Çizelge 5.1: Topkapı – Taksim yönü durak uzunlukları. 92
Çizelge 5.2: Taksim – Topkapı yönü durak uzunluklar 92
Çizelge 5.3: Millet Caddesi'ni kullanan otobüs hatları.....93

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Ankara Kızılay Meydanı'ndan bir fotoğraf.....43
Şekil 3.2: İstanbul otobüs yolunun Şişli mevkinin fotoğrafı 45
Şekil 3.3: İstanbul otobüs yolu'nun Harbiye mevkinin fotoğrafı 45
Şekil 3.4: İstanbul otobüs yolunu kullanan bir ambulans.....47
Şekil 3.5: İstanbul otobüs yolu güzergahı.....48
Şekil 3.6: İstanbul otobüs yolu Elmadağ durağı 50
Şekil 4.1: TSE standartlarına göre durak cebi uzunlukları. 60
Şekil 4.2: TSE standartlarına göre durak cebi işaretlemeleri.....61
Şekil 4.3: Otobüs şeridinde durak tasarımı örneği 64
Şekil 4.4: Otobüs şeridinde orta refüj detaylı durak tasarımı örneği 66
Şekil 4.5: Düşük dönüş çaplarının yaya yürüme mesafesine etkisi 69
Şekil 4.6: Yaya geçidi mesafesi 70
Şekil 4.7: Daraltılmış yaya geçidi mesafesi.....70
Şekil 4.8: Kaydırılmış yaya geçidi mesafesi.....71
Şekil 4.9: Kavşak işaretleri olmadan bir kavşak örneği 72
Şekil 4.10: Kavşak işaretlemeleri ile bir kavşak örneği 72
Şekil 4.11: Şerit dengesizliği 73
Şekil 4.12: Şerit dengesizliğinin sadece dönüş içeren şeritler ile giderilmesi. 74
Şekil 4.13: Kavşaktan sonra uygulanan döngü örneği 74
Şekil 4.14: Kavşakta önce uygulanan döngü örneği 75
Şekil 4.14: Döngü işareti örneği.....76
Şekil 4.15: Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritlerine kavşak tasarımı örneği.78
Şekil 4.16: Otobüs şeridi boyunca kavşağa yaklaşım örneği.....79
Şekil 4.17: 200 metrenin altındaki bloklarda kavşak tasarım örneği 80
Şekil 4.18: Guadalajara'da yol güvenliği kaydının kıyaslanması.....81
Şekil 4.19: Guadalajara'da otobüs şeridinde kazalara karışan araçların dağılımı. 82
Şekil 5.1: Millet Caddesi girişinde otobüs şeridini gösteren ışıklı tabela. 84
Şekil 5.2: Millet Caddesi enkesitinin görünümü.....87
Şekil 5.3: İstanbul ulaşım ağı.....88
Şekil 5.4: Millet Caddesi'nin tipkesiti.....90
Şekil 5.5: Atatürk ve Tarlabaşı Bulvarı'nın tipkesiti.....91
Şekil 5.6: Tepebaşı'nda cepsiz durak örneği. 94
Şekil 5.7: Kullanılmayan otobüs cepleri.....95
Şekil 5.8: Otobüs şeridini gösteren başüstü tabela.....96
Şekil 5.9: Otobüs şeridini temsil eden yer boyaması. 97
Şekil 5.10: Otobüs şeridinde park yapılamayacağını gösteren yer boyaması.....98
Şekil 5.11: Otobüs şeridinin EDS ile denetlendiğini gösteren yer boyaması. 98
Şekil 5.12: Otobüs şeridini denetlemekte olan EDS kamerası.....99
Şekil 5.13: Otobüs şeridine giriş ve çıkışı gösteren bir kavşak. 100

Şekil 5.14: Otel önünde otopark şeklinde kullanılıp ihlal edilen otobüs şeridi. 101
Şekil 5.15: İnşaat sahası tarafından ihlal edilen otobüs şeridi. 102
Şekil 5.16: Parklanmalar ile ihlal edilen otobüs şeridi. 102
Şekil 5.17: NewYork City'de insanları bilgilendirmek için dağıtılan broşür 104

OTOBÜS ÖNCELİKLİ YOLLARIN TASARIMI VE İSTANBUL'DAKİ PİLOT OTOBÜS ŞERİDİ UYGULAMALARI

ÖZET

Dünya'daki tüm ülkelerde, şehir nüfusları her geçen gün artmaktadır. Artan nüfus, trafik sıkışıklığını içinden çıkılmaz bir hale sokmaktadır. Trafik sıkışıklığının çözümü ise toplu taşıma kullanımının arttırılmasıdır. Şehir merkezlerinde trafik sıkışıklığının en kesin çözümü, raylı sistem olmasına rağmen bu sistem oldukça maliyetlidir. Raylı sistemlerin bu dezavantajını ortadan kaldıran otobüs öncelikli yolların kullanımı tüm Dünya'da artmaktadır.

Otobüs öncelikli yollar, yalnızca otobüslere ve tahsisli araçlara ayrılmıştır ve mevcut trafikten bağımsız olarak çalışır. Altyapı ve işletme maliyetleri raylı sistemlere oranla oldukça düşüktür. Uygulamayı hayata geçirmek kısa zaman alır. Tasarım eksiksiz yapıldığında ve uygulama yeteri kadar denetlendiğinde, raylı sistemlere yakın derecede trafik sıkışıklığını çözmektedir. Öncelikli otobüs yolları, mevcut trafikteki yükü hafifletip, toplu taşımaya olan katılımı arttırmaktadır.

Bu çalışmada, otobüs öncelikli yolların yurtiçinden, yurtdışından, günümüzden ve geçmişten uygulamalar açıklanarak kıyaslamalar yapılmıştır. Yeterli tasarımın nasıl yapılması gerektiği araştırılmıştır. Kavşak ve durak tasarımlar detaylı olarak incelenmiştir.

Birinci bölümde, çalışmanın genel anlatımı yapılmış, amacı, yöntemi ve içeriği açıklanmıştır. İkinci bölümde, otobüs öncelikli yolların çeşitleri ve uygulamalardan elde edilen tecrübeler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, ülkemizde daha önceden uygulanmış İstanbul ve Ankara projeleri detaylı olarak incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, tasarımın geometrisi, kavşak ve durak tasarımları ayrıntılarıyla sunulmuştur. Beşinci bölümde ise çalışma bölgemizdeki uygulama incelenmiş, tasarım kriterlerine, güvenlik tedbirlerine, uygulanabilirliğine göre detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Altıncı bölümde ise yurtdışındaki uygulamalar ile İstanbul'daki pilot uygulama arasındaki farklar anlatılmıştır. Pilot uygulamada düzenlenmesi gereken eksiklikler detaylı bir biçimde belirtilmiştir.

İstanbul'da her geçen gün farklı güzergahta uygulanmaya başlanan otobüs şeridinin pilot uygulaması olan Millet Caddesi projesi detaylı bir şekilde artı ve eksileri ile birlikte incelenmiştir. Daha başarılı olup farklı güzergahlarda da uygulanması için öneriler getirilmiştir.

Tasarımından uygulamasına kadar tüm detaylar yurtdışındaki diğer uygulamalar ile kıyaslanmış ve aradaki farklar irdelenmiştir. Toplu taşımaya daha etkili bir biçimde çözüm olabilmesi ve toplu taşımayı daha cazip hale getirebilmesi için öncelikli otobüs yollarında uygulanması gereken tüm bilgiler çalışmanın içerisinde yer almaktadır.

DESIGN OF BUS PRIORITY WAYS AND PILOT IMPLEMENTATIONS OF BUSLANE IN ISTANBUL

SUMMARY

Public transportation is the only solution way of traffic congestion in city centers which have more and more population every passing day. Transportation by private cars, in city centers increases the traffic congestion. Bus transportation and rail systems are the most popular public transportation systems in the world.
Rail systems are the most effective system which solve all the traffic congesiton and transportation problems.
On the other hand, rail systems are the most expensive systems. Some bus transportation systems are less expensive alternatives to rail systems for solve transportation problems.
Bus priority ways are implementing in city centers effectively. Buses increase their average speed without go into the existing traffic on their own ways. Infrastructure and management cost are very low then rail systems.
In this research, past and present examples, how to design the busways, which details are important in implementation of bus priority ways are described to use bus priority ways more efficiently. Especially, station and intersection designs are examined sensitively.
At first section, general describe of study, purpose of study, method of stufy and content of study are explained. At second section, kids of bus priority ways and experiences of implementations are explained.
At third section, Ankara and İstanbul projects which are past implementations in our country are explained with details.
At fourth section, the geometry of design, intersection and station designs are described with details.
At fifth section, our study location is searched, the other search subjects in this section are; design criteria, safety protection, operationability of implementation. At sixth section, problems are described and results, suggestions are presented.
After the pilot Millet Street implementation, every passing day there is a new implementation of bus lanes in Istanbul.
In this study, the advantages and lacks of pilot implementation are searched. There are a lot of suggestion for more succesful projects and implementations.
All the detail from design to implementation are compared with foreign designs and implementations in big cities of Europe, Asia and America.
There all positive and negative details to develop the public transportation in this study.
Public transportation in Istanbul comprises a bus network, various rail systems, funiculars, and maritime services to serve the more than 13 million inhabitants of the city spread over an area of 5712 km².

The construction of the underground railway in Istanbul began in 1992. The first line (M2) between Taksim and 4th Levent went into service on September 16, 2000. This line is 8.5 km long and has 6 stations, which all look similar but are in different colors.
A northern extension from 4th Levent to Atatürk Oto Sanayi station in Maslak (Ayazağa) entered service in 2009, as well as a southern extension from Taksim to Şişhane station in Beyoğlu, near the northern entrance of Tünel. Last northern extension for short term, Hacı Osman was opened in 2011.
The rest of the southern section of the metro, which will run to Yenikapı, across the Golden Horn on a bridge and underground through the old city, is also under construction. The southern extension of M2 from Şişhane to Yenikapı over the new Golden Horn Bridge is expected to open in 2013.
On the Asian side, 26,5 km long M4 line opened on 17 August 2012 up to Kartal. The line will have a total of 19 stations when the second section as far as Kaynarca opens. A connection to Sabiha Gökçen Airport is proposed.
Construction has also begun on the M5 which will link Üskudar, Ümraniye and Çekmeköy on the Asian side.
Currently there are 124 Hyundai-Rotem (M2) and 120 CAF (M4) trains in service. A trip along the entire line takes 27 (M2) and 32 (M4) minutes.
All lines are operated by Ulaşım A.Ş. (Transport Inc.) which belongs to the Municipality of Istanbul.
The bus rapid transit (BRT) system in Istanbul is called Metrobüs. The construction of the Metrobüs BRT line began in 2005.
The first line runs between Avcılar and Söğütlüçeşme. This line is 41,5 km long and has 35 stations, which are located on Istanbul's Main Highway, called the D 100. It is currently operated with Mercedes Capacity, Mercedes Citaro, and some Phileas buses. Daily ridership is 715.000 passenger. An extension to Beylikdüzü opened in 2012.
The bus fleet has 5356 vehicles (total) built by MAN, Ikarus, Mercedes-Benz, BMC, Phileas, Otokar, Temsa and Güleryüz. Total number of daily ridership is 3621908 passenger and this number consisting %30 of city's total transportation per day in 2012.
Since 1985, private owned buses called ÖHO (Özel Halk Otobüsü - Private Public Bus) are allowed to operate under the audit of İETT. There are 2157 private owned public buses, including 144 double-deckers.
In 2010, the municipality decided to found a new company called Otobüs A.Ş. (Bus Inc.) for replace old vehicles faster.
The fleet of Otobüs A.Ş. consisting 544 vehicles as of December 2012. The vehicles has completely low floor and certified with Euro 5 standards.
In developed countries, transportation systems are projected when the population is low and city is less crowded. In Turkey, if there is not a traffic congestion or another problem government doesn’t practice any new implementation or doesn’t design any new projects.
Big cities in Europe and America, there are big metro networks. Bus priority systems helps the that network.
In Turkey, metro network haven’t finished yet. Bus priority systems function is alternative to inadequate metro network.
Istanbul is very old city.

It is a big problem to built new transportation networks in a city like this. If the transportation projects design before the city design, the implementation will be more useful.

1. GİRİŞ

Şehir nüfuslarının artmasıyla şehir içi taşımacılığı, trafik sıkışıklıkları nedeniyle büyük şehirlerde ciddi sorunlar yaratmaktadır. Ülkemizde de bu soruna en büyük örnek, ülke nüfusunun % 20'sinin de yaşadığı şehir İstanbul'dur. İstanbul'da trafiğe her gün yaklaşık 600 yeni otomobil katılmaktadır. Bu derece hızlı bir şekilde artan otomobil sayısına, yol ve altyapı tesisi yaparak trafik sorununu çözmek mümkün değildir.

Toplu taşıma, tüm Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de trafik sorununu çözecek yol olarak uygulanmaktadır. Trafik sıkışıklığı, ancak otobüs, hafif raylı sistemi ve metro gibi toplu taşıma türlerinin birbirleri ile uyum sağlaması ile çözülebilmektedir. Herbir insanın bir araç ile trafikte yer kaplaması trafiğe olumsuz etki etmektedir. Toplu taşıma araçlarında birçok kişinin aynı araçta yer alması ile trafikte fazladan kaplanan yer açılmakta ve sıkışıklıklar giderilmektedir.

Toplu taşımanın yaygınlaşıp, trafik sıkışıklığının çözülmesi ve trafiğe daha az araç çıkması ile birlikte çevreye karşı da olumlu katkı sağlanacaktır. Doğal kaynakların tükendiği şu günlerde, toplu taşıma kullanılarak daha düşük karbondinoksit salınımı ile doğaya da katkıda bulunulmaktadır.

Toplu taşımada, en kesin çözüm metro olmakla birlikte diğer çözümlere göre yapımı oldukça maliyetli ve zahmetlidir. Kentlerde büfus belli bir plan ile birlikte büyüdüğünde ve kent, metro hatları ile uyuşumlu genişlediğinde yapımı ve işlevi daha kolay ve etkilidir. Fakat kent nüfusu planlanmadan belli bir kapasiteye ulaştığı durumlarda raylı sistemlerin altyapısını kurmak oldukça zordur.

Otobüsler, toplu taşımada en çok tercih edilen ulaşım araçlarıdır. Tüm Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de toplu taşımanın büyük çoğunluğu otobüsler ile sağlanmaktadır.

Yoğunluğun fazla olduğu şehir merkezlerinde otobüsler mevcut trafik içinde oldukça fazla zaman geçirmektedir. Bu durumda, insanlar otobüsü tercih etmemekte, otomobil ile ulaşım sağlamaktadır. Toplu taşımayı cazip hale getirmek için tüm Dünya'da otobüs öncelikli yollar kullanılmaktadır.

Otobüs öncelikli yollar, mevcut araç trafiğine girmemekte ve yolu transit olarak geçmektedir. Öncelikli yolları yalnızca tahsisli araçlar kullanabilmektedir. Bu araçlar toplu taşıma araçları ve bazı uygulamalarda sağlık araçları ve dolmuşlar da olabilmektedir. Bu sayede bir yerden başka biryere gitme süresi kısalmakta ve bu da toplu taşımayı cazip hale getirmektedir.

İstanbul ve Ankara'da otobüs öncelikli yol uygulaması 1980'li yıllarda uygulanmış fakat zaman içerisinde uygulama kaldırılmıştır. Daha sonra 2007 yılında İstanbul'da metrobüs adı ile yeni bir uygulama yapılmış ve bu uygulama, toplu taşıma ile ulaşım yapan insan sayısını oldukça arttırmıştır.

İstanbul'da 2011 yılından itibaren de otobüs şeritleri sistemi uygulanmaya başlanmıştır. Sistemi yaygınlaştırmak amacıyla ülkemizin diğer kentlerinde de uygulanması planlanmaktadır.

Bu uygulamalar sağlanırken, tasarım yerel bölgeye uygun ihtiyaçları karşılayacak şekilde olmalıdır. Milyonlarca insanın ulaşımını sağlayacak bu uygulama, güvenlik açısından yüksek riskler taşımaktadır. Tasarım, öncelikle güvenlik risklerini en aza indirecek şekilde olmalıdır.

Genel trafik düzenlemeleri ve yolların geometrik tasarımı mutlaka tercihli yollarla uyumlu bir şekilde yapılmalıdır ki tüm sokak ve caddelerin genel verimi artsın. Banketlerde park yasaklanması, dönüş şeritleri ilave edilmesi, sağa dönüşlerin yasaklanması, trafik ışıklarının zamanlamasının düzenlenmesi, otobüs kuyruklarını engelleyici genişlemelerin düzenlenmesi, genel trafik düzenlemeleri kapsamında yapılacak olan işlerdir[1].

Banketlerde araç park edilmesi, tercihli yolların kullanıldığı saatlerde ya da trafiğin en yoğun olduğu saatlerde engellenmelidir. Bu engellemeler, tüm güzergâh boyunca tercihli yolun aksamadan çalışmasını, otobüslerin duraklara en kısa sürelerde ulaşımasını sağlar ve doğabilecek her türlü aksaklığı ve güvenlik risklerini ortadan kaldırır[1].

Tercihli yol güzergâhlarının, daha verimli kullanımı, daha fazla güvenlik önlemi alınması veya trafik sıkışıklığının giderilmesi gibi nedenlere bağlıdır[1]. Saatte 40 otobüsün geçtiği otobüs duraklarının bulunduğu tercihli yol güzergâhlarının düzenlenmesi hatta ayrı bir güzergahta mevcut yoldan ayrı bir biçimde çalıştırılması daha uygun olacaktır. Az yoğunluktaki servislerle, otobüs yolundaki sıkışmalar ve yaya rahatsızlıkları yaratmadan yerel otobüslerle takviyeler yapılabilir[1].

Tercihli otobüs yollarında düzenlemeler yapılırken öncelikli olarak seyahat sürelerinin değişkenliğini ve ortalamasını azaltmak göz önünde bulundurulmalıdır. Seyahat sürelerinin % 10 veya % 15 azaltılması genel kural olarak düşünülebilir[1].

Tercihli yollarda seyahat sürelerini en uygun seviyeye çekmek, en iyi servis kalitesini sağlamak, güvenirlilik yaratmak ve yolcu sayısını arttırmak için güzergâh uzunluğu arttırılmalıdır. Bir kilometrelik bir mesafede bir dakika zaman tasarrufu hat boyunca düşünüldüğü zaman 5-6 dakikaları bulmaktadır. Hat uzunluğu 5 kilometreyi geçtiği durumlarda bu tasarrufun daha da artacağı görülmektedir[1].

Acil durum araçlarının tercihli yolları kullanması önerilmektedir. Çünkü, ambulans, itfaiye aracı, polis ve zabıta araçları sürekli olarak trafiği kullanmamakta fakat zamanla yarışmaktadır. Bu araçların tercihli yolu kullanması otobüs yolunun sıkışıklığını arttırmayacağı gibi, acil durumlarda gidecekleri yere zamanında varmasını sağlar[1].

Tercihli yolların tasarım ve uygulanma süreçleri komşu arazi kullanımları ile bağlantılı olmalıdır. Örneğin; güzergah boyunca bankette yapılabilecek dur kalklar yasaklanmalı, bu işlemin sokağın karşı tarafında veya komşu bir sokakta yapılabilmesi sağlanmalıdır[1].

Taksiler ve taksi durakları güzergâh dışına çekilmelidir. Örneğin; Sokağın karşı tarafında taksi durakları için uygun yerler olarak düşünülebilir[1].

Yayaların duraklara ve istasyonlara olan ulaşımı güvenli ve seri olmalıdır. Banketteki cepler yayalara kolaylık sağlayacak şekilde elverişli boşluklar halinde olmalıdır. Orta şeritteki bir tercihli yola yaya geçişi sinyalize trafik işaretleri vasıtası ile olacak ve hatalı geçişleri engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır[1].

İyi bir tercihli yol tasarımı uygun şerit genişlikleri ve trafik gereksinimlerine göre uygun olandır. Tercihli yol dışında kalan şeritleri daraltmadan ve hat dışındaki trafiği sıkıştırmadan, gerekirse araç park yasağı veya şerit genişletme yapılarak, sola dönüş yasaklama gibi uygulamalarla sağlanabilir[1].

Tercihli yolların gün boyu hizmet etmesi trafiğe en çok katkı verecek yöntem olarak düşünülebilir. Hat dışındaki trafiğin sıkışması nedeniyle uygulama belirli saatlerde de yapılabilir. Bu belli saatler trafiğin en çok sıkıştığı zirve saatlerdir. Bu saatlerin dışında güzergâh boyunca çok fazla trafik sıkışıklığı yoksa zirve saat uygulaması tercih edilir[1].

Tercihli yollarda hattın kullanıcılar için belli edilmesi, dikkat çekmesi gereklidir. Bu alçak bordürler vasıtasıyla veya hat boyunca kabartma boya yapılarak sağlanır.

Bordürler kullanıldığı takdirde, hatta dışarıdan giriş tamamen kapatılmış olur. Kabartma boya kullanıldığı takdirde ise dışarıdan girişler trafik güvenliğini riske atacak bir vaziyet alır. Bu gibi durumlarda kabartma boya yapılmış sahanın bakım onarımı takip edilmeli ve profesyonel bir ekip tarafından yapılmalıdır. Kabartma boya hattı kullanan şoförler için belirgin, yayalar için uyarıcı hat dışındaki şoförler için de caydırıcı olmalıdır[1].

Güvenliği sağlamada cezaların büyük rolü vardır. Trafik cezaları, tercihli yolu kullanmaması gereken araçları, yolculuk yapan kişileri ve kavşak alanlarında geçiş yapan yayaları caydırıcı en önemli etkendir. Kişilerin alışkanlıklarını yenmesi için bu cezalar önemlidir. Özellikle uygulamanın başlatıldığı ilk günlerde kişilerin ve araçların aşırı derecede cezaya maruz kaldığı birçok uygulamadaki örnekte görülmektedir[1].

Hızlı otobüs sistemlerinin; servis hızını arttırma, sisteme kimlik kazandırma, kamuoyunun gözünde güvenirlik ve toplu taşımayı kullanan halka ayrıcalık sağlama gibi özellikleri ön plana çıkmaktadır. Bu özellikler aşağıdaki imkanları sağlamaktadır:

- Seçilmiş kişilere açık olan, ayrılmış veya öncelikli otobüs yolları trafik sıkışıklığından, gecikmelerinden tamamen arındırılmıştır. Bu da taşıma performansına olumlu etki eder.
- Durak sayısı azalır.
- Duraklarda bekleme zamanını azaltır.
- Yolculuk süresi ve yolculuk programını güvenilir şekilde düzenler.
- Konforu arttırır, daha estetik araçlara olanak sağlar.
- Güzergâhları daha anlaşılır hale sokar.
- Mevcut ve potansiyel sürücülere daha fazla ve daha güzel bilgi olanağı sağlar.

Yüksek hızlar ve mükemmel servis güvenilirliği, otobüslerin kendine ait yolları ve tesisleri olduğunda ulaşılabilir. İstasyon koşulları iyileştiği, ücretler araç dışında toplandığı, güzergâhların daha sade olduğu, anlık işletme bilgi sistemi halk tarafından kullanılabildiğinde otobüs sistemleri, hem de raylı sistemlere göre oldukça düşük maliyetlerle raylı sistemlerle aynı etkiyi sağlayabileceklerdir[2].

Çalışmanın genel amacı, günümüzde trafik tıkanıklığına çözüm getirebilecek otobüs öncelikli yolların genel kullanımını özetlemek, tüm tasarım detaylarını açıklayıp, İstanbul'daki uygulamaları incelemektir.

2. OTOBÜSLER İÇİN KULLANILAN ÖNCELİK TÜRÜ UYGULAMALARI

Aşağıda Dünya kentlerinde otobüsler için kullanılan öncelikli sistem uygulamalarının en yaygın olanları incelenmiştir[3].

2.1 Trafik Akımı İle Aynı Yöndeki Otobüs Şeritleri

Bu tür şeritler en fazla kullanılan tip olup, otobüsler özel şeritlerinde normal trafik akımı ile aynı yönde hareket ederler. Otobüs öncelikli şeritler kent merkezlerinin yoğun trafikli yollarının kaldırım kenarındaki şeritte yer alırlar. Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs uygulanması için en az 60 otobüs/saat/şerit olması gereklidir. Otobüs şeridini kullanan otobüsler eğer duraklarda durup yolcu indirip bindiriyorsa bu tip şeridin kapasitesi 120 otobüs/saat/şerittir. Eğer otobüs durakları öncelikli şeridin dış tarafına alınırsa bu yolların kapasitesi 120 otobüs/saat/şerite kadar çıkartılabilir[4].

Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri trafik tıkanıklığında sıkışan otobüslerin kuyruk atlama yöntemi olmaktadır. Özel şerit boyunca otobüsler diğer trafik akımından etkilenmeden serbestçe yol alırlar. Bunun sonucu diğer öncelikli sistemlerde olduğu gibi otobüslerin hizmet seviyelerinde artış olur[4].

Bu tip şeritleri kullanmada dikkat edilecek hususlar :

- Şeritlerin uygulaması otobüslere avantaj sağlamalıdır.
- Toplam trafik kapasitesini ciddi ölçüde azaltmamalı veya ek kuyruklar yaratarak ikinci bir tıkanıklık yaratmamalıdır.
- Toplama net fayda sağlamalıdır.
- Uygulaması zorunlu olmalıdır.
- Yayalara, dükkanlara ve çevreye en az zararı olmalıdır.
- Otobüslerin duraklarda bekleme süresi uzun olmamalıdır.
- Kazalar artmamalıdır.
- Yolu kullanan otobüslerin frekansı yüksek olmalıdır[4].

Öncelikli şeridin kaldırım kenarında oluşunun bazı sakıncaları olmaktadır. Otobüsler haricindeki diğer araçların yolu kullanmasını ve bu araçların kaldırım kenarına park etmelerini önlemek için sürekli kontrol gereklidir. Ticari araçların kaldırım kenarındaki mağazalara gelişleri zor olduğundan, zirve dışı saatlerde bu araçlara

geçiş hakkı verilebilir. Öncelikli yolun orta şeritte yer alması durumunda ise yolcular her iki yönde de otobüse ulaşmak için karma trafikli yolları geçmek zorunda kalacaklardır. Bu durum ilk uygulamada kazalara neden olabilmekte ancak yolcuların özel şeride alışması ile bu azalmaktadır[4].

Trafik yönü ile aynı yöndeki otobüs şeritleri kavşak girişine 50-80 metre önce kesilerek diğer trafiğin de bu şeridi kullanması öngörülmektedir. Böylece kavşakta meydana gelebilecek tıkanıklıklar önlenmektedir[4].

Bazen özel otobüs şeridinin kullanımı zirve saatlerde otobüslere ayrılır, zirve dışı saatlerde ise karma trafiğinde yolu kullanmasına olanak verilir. Bu uygulama yolu kullanan otobüslerin hacmiyle ilgilidir[4].

Otobüs şeritlerinin uygulanması otobüslerin ticari hızlarında önemli artışlar sağlar. Ancak sağlanan yarar otobüslerin duraklarda durup yolcu indirme ve bindirme işlevleri nedeni ile sınırlıdır ve maksimum yolculuk hızına ulaşılamaz. 50 km/saat hız limiti olan bir şeritte elde edilen en yüksek otobüs ticari hızları Çizelge 2.1'de gösterilmektedir[4].

Çizelge 2.1: 50 km/saat'lik bir hızla şeritte elde edilen en yüksek otobüs ticari hızları[3].

Trafik Sinyali / km **Otobüs Durağı / km**	**1**	**2**	**3**
1	32	28	25
2	27	24	22
3	23	20	18

Kent merkezindeki karma trafikli yollarda otobüs hızlarının zirve saatlerde 10-12 km/saat, zirve dışı saatlerde ise 15 km/saat olduğu düşünülürse; trafik akımı ile aynı yönde olan otobüs şeritlerinde gerçekleştirilen hızlar oldukça iyi sonuçlar olarak kabul edilmektedir[4].

Otobüs yolundan sağlanan yararın derecesi şeridin uzunluğuna, mevcut trafik tıkanıklığının fazlalığına, uygulamadaki kontrole, trafik işaret ve sinyallerine bağlıdır. İyi uygulanmış tipteki bir otobüs şeridinin maliyeti 10.000 $ olurken; yılda sağlanan kar 10.000 $ ile 20.000 $ arasındadır, bu yolculuk süresindeki ve işletme giderlerindeki azalmalar sonucudur. Londra'da uygulanan ilk 13 otobüs yolunda yılda 12.000 $ ortalama kazanç sağlanmıştır. Kanada'da bu tip yolların

gerçekleştirilmesi ile otobüs hızlarına % 20'ye kadar artış getirmiştir. Fransa'da ise hızlar % 60 oranında artarken, zirve saatlerdeki otobüs seferlerinde 6 dakika/seferlik kazanç sağlamıştır[4].

Diğer yönden trafik akımı ile aynı yönü kullanan otobüs şeritleri dışındaki diğer şeritleri kullanan araçların hızlarında da iyileşmeler gözlenmiştir. Örneğin Londra'da diğer araçların sefer süreleri 0,3 dakika/sefer, Toronto'da ise 1,5 dakika/sefer oranında azalmıştır[4].

Bu tür otobüs şeritlerinin uygulaması sonucunda tespit edilen bazı karakteristikler ise;

- Otobüs ticari hızları: 0 km/saat ile 5 km/saat arasında artmıştır.
- Uygulama şeridinde otobüsle yolculuk süresi 0 ile % 25 oranında azalmaktadır.
- Otobüs kullanımı 0 ile % 10 oranında artmaktadır.
- Otobüs servisi güvenirliliğinde gelişmeler tespit edilmiştir.
- Önceliği olmayan trafik için yolculuk süreleri, 0 ile % 25 oranında artmıştır.
- Emniyet açısından, kazalarda azalma tespit edilmiştir.
- Uygulama zorluğu açısından, % 5 ile % 15 oranında ihlal tespit edilmiştir.
- Maliyeti metre başına 4$ ile 30$ arasında değişmektedir[4].

Çeşitli uygulamaların özellikleri ve etkileri Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2: Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri örnekleri[3].

Yerleşim	**Uzunluk (metre)**	**Otobüs Hacmi (otobüs/saat)**	**Otobüslere Etkisi**	**Diğer Yol Kullanıcılarına Etkisi**
Kanada Ottawa Albert/Slater Sts.	2400	120	Seyahat süresinde %0-15 azalma (0-70 saniye)	Hızlarda %0-10 azalma
Ottawa Rideau St.	3050	170	Seyahat süresinde %5-25 azalma (15-80 saniye)	Hızlarda %30 artışa oranla % 15 azalma
Toronto Eglington St.	5150	80	Seyahat süresinde % 7 azalma (30 saniye)	Seyahat süresinde 110 saniye azalma
Fransa Rue Beaubourg Rue du Renard	885	35	Hızlardaki artışlar Zirve: 3,4 km/saat Zirvedışı : 0,8 km/saat	
Boulevar des Invalides	450	34	Zirve: 7,4 km/saat Zirvedışı : 1,6 km/saat	
Ave de Wagram Rue Beaujon to Place des Ternes	225	30	Zirve: 4,6 km/saat Zirvedışı : 4,6 km/saat	
Ave de Wagram Rue Cardinet to Rue Courcelles	50	18	Zirve: 1,0 km/saat Zirvedışı : 0,3 km/saat	
İngiltere Londra Brixton Road	320	100	Kesişen caddelerde otobüslere 2 dakika kazanç, 0,5 dakika kayıp	0,5 dakika kazanç
Vauxhall Bridge	675	60	7 dakika kazanç	1-2 dakika kazanç
Park Lane	165	140	0,5 dakika kazanç	1-2 dakika kazanç
Westminster Bridge Road	130	60	0,75 dakika kazanç	
ABD New York First Avenue 34th- 72nd.st.	3060	110	Otobüs seyahat süresinde % 27 azalma	
Newark, N.J. Market St.	550	100	7 dakika zaman kazancı	
Birmingham, Ala. Third Ave	1290	44	Otobüs seyahat süresinde % 27 azalma	Otomobil seyahat süresinde % 29 azalma
Louisville, Ky. 3rd St., Brenkeridge ve Avery arası	2140	12	Otobüs seyahat süresinde % 25 azalma	

2.2 Trafik Akımına Ters Yöndeki Otobüs Şeritleri

Bu şeritlerin de uygulama oranları yüksektir. Trafik akımına ters yöndeki otobüs şeritleri genellikle tek yönlü yolları kullanırlar ve otobüsler normal trafik akımına ters yönde hareket ederler. Uygulamanın bir amacı otobüs güzergahlarını kısaltmak ve otobüslere geçiş vermektir, böylece işletme giderlerinde ve ticari hızlarda kazançlar olur. Otobüsler daha direkt bir güzergah kullanırken, sefer süreleri azalır bu da zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlar[4].

Akıma ters yönde otobüs önceliği uygulamasının diğer önemli yararı da yolcularadır. Otobüsler yolcuları en uygun noktalarda toplayıp, bırakırlar ve yayaların yürüme zamanlarından tasarruf sağlanarak yaya aktivitesinin yoğun olan bölgelerde otobüs kullanımı arttırılır[4].

Trafik akımına ters yöndeki otobüs şeritleri, tek yönlü yol sisteminin kavşaklarını karmaşık hale getirirler. Bu nedenle kapasite problemlerini önlemek için kavşaklarda sinyal sistemine önem verilmelidir. Aksi takdirde diğer araçlar otobüs şeridinin uygulanması ile kavşaklarda fazladan gecikmelere uğrarlar. Bu tip şeritlerin diğer bir sakıncası da yayaların trafiğe ters yöndeki otobüs yolunun yönünü ilk anda algılayamamalarıdır. Bu durum kazalara yol açabileceği için yayalar için özel önlemler alınmalıdır. Yayaların yolu trafik sinyallerinin yerleştirildiği kesitlerden geçmesi sağlanabilir ve yayaların otobüs şeridine diğer yerlerden girmeleri yükseltilmiş kaldırımlarla veya engellerle önlenebilir[4].

Akıma ters yöndeki trafik şeritlerinde ticari araçların çevredeki dükkanlara yük getirip götürmeleri problemli olur. Bu tür işlemlerin yan sokaklar kullanılarak yapılması veya genel trafik şeridine bu araçların park etmesine izin verilmesi yönlerine gidilebilir[4].

Bu tip otobüs şeritlerine diğer araçlar tarafından daha çok uyulur ve yol ihlalleri pek görülmez. Akıma ters yöndeki şeritler günün 24 saatinde kullanılmaktadır[4].

Trafik akımına ters yöndeki otobüs şeritlerinin faydaları hat uzunluğunun ve yolcu yürüme mesafesinin kısalması olurken zararı ise yolun mevcudiyeti nedeni ile diğer araçların kavşaklarda uğradığı gecikmeler olmaktadır. Araçlar ve yolcular için uygulanan sinyalizasyonlar, trafik işaret ve bariyerleri yolun maliyetini arttırmaktadır. Yapım maliyeti ortalama 10.000$ ile 20.000$ arasındadır. Yolun uygulanması sonucunda zaman kazancı her otobüs seferi için 5 dakika kabul edilmektedir. Zirve saat otobüs işletiminde kazanılan otobüs saati 8 olmaktadır. Zaman kazanç değeri verilerinden gidilerek bu tip uygulamanın getirdiği kazanç

yılda 150.000$ ile 600.000$ olarak hesaplanmıştır. Trafik akımına ters yöndeki otobüs şeritleri örnekleri Çizelge 2.3'de verilmektedir[4].

Çizelge 2.3: Trafik akımı ile ters yöndeki otobüs şeritleri örnekleri[3].

Yerleşim	**Uzunluk (metre)**	**Zirve Saatteki Otobüs Hacmi (otobüs/saat)**	**Seyahat Hızında Düzelme Yüzdesi**	**Zaman Kazancı / Otobüs (saniye)**
İngiltere Reading King's Road Londra Tottenham High Road	920	50	50	206
İspanya, Madrid Delicias	230	100	26	-
İtalya, Bologna Via Saragozza	2250	18	20	-
Fransa, Paris Avenue Montaigne	660	33	56	315
Boulevard, St-Michel	630	68	30	90
Toulouse, Avd'alsace Lorraine	800	135	10	-
Lille, Rue Faidherbe	240	63	250	155
Marseille, Ave de Rome	700	70	200	336
Marseille, Ave de Toulon	700	20	180	252
Marseille, Rue de Paradis	1.000	23	230	420

2.3 Otobüse Ayrılan Caddeler

Otobüs caddeleri, yayaların ve kamu ulaşım araçlarının kullanımına ayrılmıştır. Bu caddeleri geçiş üstünlüğüne sahip araçlar ve bazı sınırlı uygulamalarda bisikletler, taksiler, ticari araçlar da çevredeki dükkanlara ulaşmak için kullanabilirler[4].

Otobüs caddeleri kentin merkezi alanlarındaki caddelerin diğer araçlardan arındırılarak veya yaya bölgelerindeki yollara otobüs giriş izni verilerek uygulanır[4].

Bu tür uygulamanın yapılacağı durumlar ise; trafik akımında diğer araçların otobüs servislerini geciktirmeleri, yaya bölgelerinin yoğun olduğu alanlarda otobüs ulaşım

yetersizliği olması, yayaların yolu geçişteki uzun beklemeleri, trafiğin çevreyi kirletmesi, çevredeki yerleşim merkezlerini yoğun trafikten arındırmaktır[4].

Otobüse cadde ayrılmasının amaçları :

- Caddenin diğer araç trafiğinden arındırılarak otobüslerin hızını arttırmak,

-Terminal şartlarını iyileştirerek otobüs servisleri arasında değişimi sağlamak,

-Otobüs güvenirliliğini arttırmak ve yolcuların gecikmelerini azaltmak,

-Yolcuların alışveriş merkezleri gibi kent merkezindeki bölgelere olan hareketliliklerini arttırmak,

-Yolcuları kent merkezindeki noktalara 200 metreden az yürüme mesafesi ile ulaştırmak,

- Yayaların caddeyi kolay ve emniyetle geçmelerini sağlamak,

- Çevreyi yoğun trafiğin gürültüsünden, dumanından arındırarak iyileştirmek,

- Kent merkezlerindeki ticari alanları korumak ve geliştirmek[4].

Otobüs caddelerinin tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Uygulamanın yapılacağı bölgedeki trafik ağı bir bütün olarak düşünülmelidir. Caddeye girmesi önlenen diğer araçların gelecekteki artış yüzdeleri hesaplanarak diğer yan yollara yüklemeleri yapılmalıdır ve bu araçların otobüs caddesine parkları önlenmelidir[4]. Bölge çevresindeki dükkanlara ticari araçların gidiş ve gelişleri düzenlenmelidir. Yayaların kaza oranını azaltmak için geniş kaldırımlar oluşturulmalı ve otobüslerin hızları sınırlandırılmalıdır. Çevrenin düzenlenmesi için ağaçlandırma, yaya oturma yerleri gibi uygulamalar getirilmelidir. Diğer araçların otobüs caddesini kullanımını önlemek için trafik işaretleri ve sıkı bir kontrol sistemi gerçekleştirilmelidir. Bu uygulamaya iki örnek verilmektedir[4].

2.3.1 Londra'da Oxford Caddesi uygulaması

Oxford caddesi Londra'nın en işlek alışveriş merkezidir. Önceleri dört şerit olan cadde, iki şerit haline getirilerek otobüs ve taksilerin geçişine izin verilmiştir. Geçiş üstünlüğüne sahip araçlar caddeyi kullanabilmektedirler[4].

Yolun maliyeti 1972 fiyat endeksine göre 200.000$ olmuştur. Yapılan etüdler, yolun otobüs işletimine ve yolculara sağladığı yararı senede 250.000$ olarak saptamıştır. Ancak otobüs servislerinde artan düzenlilik ve bekleme sürelerindeki azalmalarla bu senede 350.000$'lık bir ek fayda daha sağlamaktadır. Otobüs caddesi uygulamasından sonra otobüs seyahat süresinde %50'lik bir azalma gerçekleşmiştir[4].

İki şeritli caddeden saatte 300 otobüs ve 1.000 taksi geçmektedir. Ölümlü kazalarında büyük düşüşler olmuş ve senede bu sayı 106'dan 69'a düşmüştür[4].
Otobüs caddesinin uygulanması ile önceden mevcut olan trafik kargaşası giderilmiş ve yayalar için düzenli bir çevre gerçekleştirilmiştir[4].

2.3.2 Kanada Vancouver'da Granville Caddesi

Granville caddesi Vancouver kentinin iş ve eğlence merkeziyken, yaya bölgesine dönüştürülmüştür. Caddede elektirikli troleybüsler kamu taşımacılığı yapmakta ve sessiz, kokusuz, yayalara uyumlu bir hizmet sunmaktadır. Ticari araçlar 9 ile 11 saatleri arasında yola girmektedir. Yolun kaldırım kenarında olması durumunda otobüs caddesi yayalara serbestiyet, çevreye düzenlilik, otobüs servislerine güvenlilik ve kamu ulaşım araçlarına öncelik vermiştir. Otobüslerin hızları yaya emniyeti açısından arttırılmamıştır. Caddenin yeni uygulaması Vancouver kentinde kamu ulaşım hizmetlerini % 30 oranında iyileştirmiştir[4].

2.4 Otobüs Yolları

Bu tip yollar kentiçi alanlarında tümü ile otobüse ayrılmış yolları kapsarlar. Otobüs yolları öncelikli sistemlerin en üst düzeyi olup mevcut kentlerde uygulamaları zordur. Bir kentin oluşumundan sonra istenilen uygun bölgede otobüslerin kesintisiz gidebilecekleri bir güzergah bulmak oldukça zordur. Yeni yapılan kentlerde ise tümüyle otobüse ayrılmış bir yol inşa etmenin maliyeti yüksektir[4].
Yeni bir kent oluşurken, otobüs yolunun güzergahı evlere, dükkanlara ve iş yerlerine mümkün olduğu kadar yakın geçecek biçimde planlanabilir ve böylece kamu araçları otomobillerin gidebileceği yere kadar bu bölgelere girebilirler. Diğer trafiğin geçtiği yollarda tıkanıklık artarken otobüs yolunda böyle bir durum olmayacağı için kamu ulaşımının kullanımı özendirilir. Otobüs yollarında gerçekleştirilen hızlı, sık otobüs servisleri diğer ulaşım araçları ile rekabet edebilir[4].
İngiltere'nin yeni gelişen 50.000 nüfuslu Runcorn kentinde 19 km'lik bir otobüs yolu inşa edilmiş ve kent bu yolun çevresinde geliştirilmiştir. Güzergah boyunca kent merkezinde kavşaklar yükseltilmiş olup kent dışındakilerde ise sinyalizasyon uygulanarak kavşağa gelen otobüse hemen geçiş verilmektedir. Çevredeki evlerin % 90'ından otobüs durağına ulaşmak 5 dakikada mümkün olmaktadır[4].
Otobüs yolunda hızlar 30 km/saate kadar çıkmaktadır. Yolun yoğun kullanılan bölgesinde beş otobüs 6 dakikada bir servis verirken, diğer bölgelerde 30 dakikalık

servis mevcuttur. Zirve saatlerde iş ve ev yolculukları için ek servisler konulmaktadır[4].

Otobüs yolunun maliyeti 1973 fiyat endeksine göre 12.000.000$ olup % 40'ı yükseltilmiş kavşak inşaatına harcanmıştır. Yolun sağladığı faydalar ise yolculara sunulan rahat ve hızlı bir otobüs hizmeti ile otobüs işletmesinin işletme masraflarındaki azalmalardır[4].

Yeni inşa edilen bir kentte otobüs yolunun uygulanmasının amacı diğer uygulamalarda olduğu gibi kamu ulaşımının özel otomobil ile rekabetini sağlamak ve kentiçinde otobüs kullanımını arttırmaktadır[4].

2.5 Ekspres Yollara Otobüs Şeridi

Ekspres yollarda otobüs servislerine ayrılan özel şeritler özellikle ABD'de uygulanmaktadır. Bu tip şeritlerde kentiçi yollarda otobüsle taşınan yolcu sayısı arttırılmaktadır[4].

Ekspres yolların zirve saatlerde tıkanmaya başlamaları bu yollarda otobüs öncelikli şerit uygulamasına gidilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bir çok kent, ekspres yollarda otobüsler için özel şeritler ayırmakta ve böylece hızlı, düzenli bir otobüs hizmeti gerçekleştirmektedirler[4].

Otobüse ayrılmış şeritler ekspres yolun orta şeridinde veya yan şeridinde yer alır. Bu şeritler sabah zirvede kent merkezine, akşam ise kent merkezi dışına giden otobüslere ayrılır veya yeterli şerit varsa iki yöndeki hizmet için de kullanılır. Ekspres şeritler kentiçi caddelerdeki otobüs şeritleri ile birlikte planlanmakta ve sonuçta otobüsler başlangıçtan bitiş bölgesine kadar engellenmemiş hizmet vermektedir. Aksi halde eğer otobüsler kentiçi yollarda trafik tıkanıklığına girerlerse, ekspres yolda uygulanan önceliğin bir yararı olmaz. Ayrıca kentiçinde oluşturulan terminal noktaları yolcuların otobüs kullanımını arttırır. Otobüs öncelik sistemi ile birlikte otopark sistemleri de geliştirilir. Yolcular otobüs durağına otomobilleri ile gelirler, araçlarını çevredeki otoparka bırakıp otobüsle kent merkezindeki işyerlerine giderler[4].

Ekspres yollarda otobüs şeritlerinin kullanımıyla otobüslerin ulaşım sürelerinde 10 ile 20 dakikalık kazanç sağlanır. Bu ise otobüs kullanımını arttırarak, özel otomobilden otobüse yolcu transferi sağlar. Otobüslerin yolculuk sürelerindeki azalma, iyileşen işletim şartları ve otomobilden otobüse olan yolculuk modunun değişimi sonucunda sağlanan kar uygulama maliyetinin çok üstündedir[4].

Ekspres yolda ayrılan tek bir ekspres şeritte özel otomobille saatte 2.000 ile 3.000 yolcu taşınır eğer bu şeritte dolu otomobiller de geçirilirse bu 5.000 yolcu/saat'e kadar çıkar. Aynı şeritten otobüsler geçirilirse ve duraklar şerit dışına alınırsa taşınan yolcu sayısı 30.000'e ulaşır. Ancak otobüsler şeritteki duraklarda durup yolcu indirme ve bindirme yaparlarsa, şerit kapasitesi saatte 6.000 yolcuya düşer[4].

Trafiğin yoğun olmadığı hallerde ekspres yollarda otobüslere özel şeride ihtiyaç olmaz. Ancak ekspres yoldan çıkış rampalarında uzun kuyruklar meydana gelebilir. Bu durumlarda rampada otobüslere özel hat ayrılır. Böylece otobüsler trafik sıkışıklığına girmeden ekspres yoldan ayrılarak güzergahlarına kentiçi yollarda devam ederler. Bu uygulama sonucunda da önemli zaman kazanç değerleri saptanır. Ekspres yollardaki öncelikler örnekleri Çizelge 2.4'de verilmektedir[4].

Çizelge 2.4: ABD'de geçerlilikteki öncelikli yol örnekleri[5].

Proje	**Tip**	**Uzunluk**	**Zirve Süresi Kullanımı (Tek Yön)**	**Zaman Kazancı**	**Giderler**	**Karın Hesaplanmış Değeri**
New Jersey I-495	Sabah zirvesi Akıma ters yönlü otobüs şeridi	4 km	1.000 otobüsde 40.000 yolcu	10-15 dakika	630.000$ inşaat 180.000$ işletim	Kazanılan zaman değeri olarak yılda 3,7 – 5,5 milyon dolar
New York Long Island Ekspres Yolu	Sabah zirvesi Akıma ters yönlü otobüs şeridi	3 km	200 otobüsde 9.500 yolcu	15 dakika	50000-70.000$ inşaat 125.000$ işletim	Yolcu zaman kazanç değeri olarak yılda 1,7 milyon dolar
San Fransisco Golden Gate Köprüsü	Akşam zirvesi Akıma ters yönlü otobüs şeridi	8 km	170 otobüsde 5.000 yolcu	3-20 dakika Ortalama 5 dakika	200.000$ inşaat	Yolcu zaman kazancı yılda 200-300 bin dolar
Washington D.C. Shirley Otobanı	Otobüs yolu Sabah ve akşam zirvesinde	18 km (2 şerit)	300 otobüsde 16.000 yolcu	10-25 dakika	50.000.000$ inşaat 35.000$ işletim	Yılda 3,4 milyon yolcu kazanç değeri
Los Angeles San Bernardino Otobüs yolu	Otobüs yolu 2 yönlü tüm gün	18 km (2 şerit)	5.600 yolcu	20 dakika	60.000.000$ inşaat	Yolcu zaman kazanç değeri olarak yılda 1 milyon dolar

2.6 Trafik Sinyalleri İle Öncelik

Otobüs akımının kesintisiz olarak sağlanamadığı hallerde kavşaklarda otobüslerin gecikmelerini önlemek veya azaltmak amacıyla sinyal zamanı ayarlanarak otobüslere öncelik verilebilir. Bu sinyal kontrolü ile her otobüsün erişme zamanının ayarlanması veya otobüsün beklenen erişme zamanına göre belirlenmiş ayarlı sinyalizasyon sisteminin tesis edilmesiyle sağlanır[5].

Önceki şekli ise bir radyo vericisinin otobüse yerleştirilmesi, bir alıcının ise sinyalde veya sinyalizasyon merkezinde bulunmasıdır. Otobüsün geldiği algılandığı zaman otobüs geçene kadar yeşil yanar veya otobüsün geçeceği istikamete kırmızı yanıyor ise mümkün olan en kısa ve uygun zamanda tekrar yeşile dönüşür. Bu uygulamanın gerçekleştirildiği yerlerde otobüs seyahat süresinin kısalmasının yanısıra otobüs seferlerinin gecikmelerinin ortadan kalkmasıyla daha düzenli bir hale geldiği de gözlenmiştir[5].

Trafik sinyallerinin kullanıldığı başka bir uygulama da kapılamadır. Bu metodun altında yatan fikir, belli bir yere girecek araçların sayısını sınırlamak dolayısıyla içerideki araçların daha kolaylıkla hareket etmelerini sağlamaktır. Bu yol bir şehirlerarası yol olabilir, çok amaçlı bir yolun parçası olabilir veya bir kentin tamamı olabilir. Araçları kapıların arkasında bekleterek otobüsleri kuyruk beklemeden kapıların içerisine sokmak şeklinde uygulanır[5].

2.7 Diğer Otobüs Öncelik Uygulamaları

Otobüslere öncelik taşıyan ana metotlar buraya kadar özetlenmiştir. Bunlardan başka metotlar da vardır[5].

Sola dönüşler (İngiltere'de sağa) daima trafiği aksatırlar. Bu nedenle genellikle yasaklanırlar. Böyle bir yasaklamanın olduğu yerde otobüslere sola dönüş hakkı vermek hem seyahat süresini kısaltır hem de yolcuları gidecekleri güzergahtan ayırmamış olur[5].

Diğer bir metot ise otobüsleri duraklarda durduktan sonra mümkün olan en kısa sürede tekrar trafik akımının içerisine sokmak ve manevralarında öncelik vermektir[5].

Diğer bir metot ise cadde üzerinde diğer araçların durmalarını ve park etmelerini yasaklayarak otobüslerin durduktan sonra trafik akımına kolayca girmelerini sağlamaktır[5].

2.8 Uygulama Tecrübelerinden Elde Edilen Bilgiler

Otomobil sahiplerinin artması, aktivitelerin dağılımı, uzmanlar ve olanakları kullananlar açısından kitlesel ulaşım araçlarını olumsuz açıdan etkilemekte, daha iyi sonuç sağlamak için otobüslere öncelikli davranmak ise yarar sağlamaktadır[5].

Otobüslerin geçiş hakkı otobüs yolcularına yardımcı olmasına karşın diğer sürücüleri olumsuz açıdan etkilemektedir[5].

Tek yönlü hatlarda araçların oluşturduğu kuyruklarda otobüslere öncelikle geçiş hakkı verilmelidir. Büyük karmaşalarda hattı durdurmak kavşakların durumunu incelemek, başarılı sonuçlar verebilir[5].

Otobüs yolcularının ve otobüs hatlarının arttırılması ile birçok yarar elde edilecektir. Otobüslerin tipik zaman kazanması 2-3 dakika civarındadır. Bu tür hatların kullanımı % 90 olduğunda serbest bırakılır[5].

Tek yönlü hatlar yoğun saatler dışında ekonomik yarar sağlamaz. İrdelediğimizde genel ekonomik yararları ve zararları dengededir. Otobüs akımının az olduğu konumlarda diğer araçlara geçiş hakkı açısından öncelikli davranmak faydalı bir çalışma olacaktır[5].

Kaza raporları, tek yönlü ve çift yönlü hatlarda kazaların artma olasılığını açıklar. Fakat bu yol sistemi kurulduktan bir süre sonra eskiye kıyasla kaza oranı oldukça düşüş göstermektedir[5].

Çift yönlü hatlar genellikle otobüslerin eski tek yol sisteminde, bu sisteme geçişi ve otobüs rotasının yenilenmesi olarak kabul edilmektedir. Otobüs yolcuları sel gibi akarken özellikle kavşaklarda diğer araçların zaman kaybına neden olmaktadır. Kesin bir sistemle çift yönlü hatlarda işleyen otobüslerin zaman kazanım süresinin 4-5 dakika arasında olduğu görülmektedir[5].

Çift yönlü hatlar tek yönlü hatlara kıyasla 24 saat boyunca çalışma artısına sahiptir. Aynı zamanda çift yönlü hattın yapımı için harcanan para tek yönlüye harcanandan daha fazladır. Yüklü veya yüksüz araçlar çift yönlü hatta daha büyük sorunlar yaratmaktadır. Fakat yerel bilgiler ışığında, titiz bir çizim ile tüm bu sorunların üstesinden gelinebilir[5].

Açık yollar yoğun saatlerde düzenli olarak işliyorsa uzun otobüs yolcululuklarında 30 dakikaya varan bir süre kazanılabilir. Bu olanak açık yollardan ayırıp özel yollar oluşturarak da sağlanabilir. Bu ayırma sistemi daha çok trafiğin yoğun olduğu saatlerde yapılırsa daha verimli olmaktadır[5].

Açık yolların kalabalık olmadığı durumlarda giriş eğimleri otobüs yolcularına ve özel araçlara yararlı olmaktadır. Tam geçiş hakkı veren giriş eğimleri ve ayrılmış yollar sonucu ulaşım hızlanmaktadır. Ücret bölgelerinde de aynı amaçlar doğrultusunda ayrılmış yollar sistemi kullanılabilir ücret ortalamanın üstündedir ve tatmin edici bir gelir elde edilebilir[5].

Tercihli otobüs hatları gittikçe fazla kullanılan bir sistem haline gelmektedir. Bu sistem otobüs yolcularına olduğu kadar diğer kişilere de faydalı olmaktadır. Normal ölçülerdeki bir sokakta bile uygulanabileceğinden yayalara güvenliği sağlamış olur[5].

Çevresel olarak tamamen yaya dolu bir caddede yararlı olmaz. Yayalar güvenlikleri için daha kısıtlı hareket etmek zorundadırlar. Fakat otobüs yolcuları çeşitli alışveriş, iş ve kültür merkezlerinin bulunduğu bölgelerde otobüsten yararlanarak avantajlı duruma gelirler[5].

Otobüs yolları pahalı ve kentte uygun yer bulunması zor bir sistemdir. Fakat bu sistemin kurulduğu bölgelerde güzergah diğerlerine oranla daha kısa ve otobüslerin gidiş hızı daha fazladır. Aynı amaçla kısa bir otobüs yolu kurup küçük yollarla onu desteklemek ve uzatmak daha maliyetsiz bir seçenektir[5].

Eğer şartlar uygun değilse trafik lambaları ile özel donanmış otobüsler iletişim kurabilir ve kırmızı ve yeşili daha önceden haber alabilirler. Diğer yol ise geniş trafik kontrolü altında bulunan veya ıssız kavşaklarda sinyal sesleri kurmaktır. Bu görüş açısı ile hareket edildiğinde çok yolcu taşıyan otobüslerde yolcuların gecikme sorunu azalacaktır. Bu her iki proje için de yararlar sağlayacaktır[5].

"Gating" olarak bilinen sistemde ise caddeye belirli bir limitte araç sokulur ve hattın daha kesintisizce hareketi sağlanır. Bu sistemde oluşabilecek kuyruklardan öncelikle otobüsler geçebilir. Bu teknik, birçok güzergahta uygulanabilir[5].

Otobüsler otobüs duraklarını terkedip diğer trafikten daha öncelikli geçiş hakkı verildiğinde tatmin edici sonuçlar alınmaktadır. Bu sistem Belçika ve Fransa'da uygulanmaktadır[5].

Otobüslere öncelikle geçiş hakkı verilmesi gittikçe daha sık kullanılan bir metottur. Şehir planlamaları bu metot doğrultusunda tüm şehri veya kasabayı içine alarak yapılmaktadır. Bu sistemle şehir merkezi genellikle birkaç parçaya bölünür ve özel araçların bu parçalardan diğerlerine direkt olarak geçmesi engellenir. Belirli bölüm araç "gating" metotuyla bölümler arası geçiş yapılabilir. Ayrıca bu bölümlerde yayalara ait geniş kısımlar kurulabilir. Otobüsler, otobüslere ayrılmış yollarda

seyahat ederken güzergahlarına direkt olarak ulaşmak için rampalardan hareket etmeleri gerekir[5].

Otobüslere geçiş hakkı veren araçların kullanılmasıyla otobüs yolcularının zamandan tasarruf etmesi ana yararlardan biridir. Fakat bu durum diğer ulaşım araçlarına dezavantajlar getirmektedir. Özel ulaşım araçlarının kullanımı daha fazla olduğundan otobüslere verilen bu haklar her yerde kullanılmaktadır. Fakat kullanıldığı yerlerde de büyük katkılar sağlamaktadır[5].

3. GEÇMİŞTE İSTANBUL VE ANKARA'DAKİ UYGULAMALAR

3.1 Geçmiş Uygulamalara Genel Bakış

Kentlerde toplu taşımaya öncelik tanıma dünya kentlerinde hızla uygulamaya konan öneridir. Bu çerçeve içinde şuanda karışık trafik koşulları içinde kendilerine bir yer bulmaya çalışan otobüsler bütünüyle kendileri için ayrılmış izlerde serbestçe hareket edebilmektedir. Aynı yöntem dünya üstünde çeşitli kentlerde yüzeyde çalışan tramvay için de geçerlidir. Bu yollar şehir içinde ileride başka bir yolun kullanımına olanak veren ağ oluşturmaktadır. Diğer araç trafiği ile kesişimi en aza indirilmeye çalışılmaktadır[5].

Ülkemizde'de 1975 yılından itibaren uygulamalar büyük kentlerimizde görülmeye başlamıştır. İzmit'de 1977 senesinde, 1980-81 senesi için gerçekleşebilecek bir proje çalışması yapılmıştır. Fakat daha sonra uygulamadan vazgeçilmiştir. Ankara'da 1976, İstanbul'da 1979 uygulamaları ilk önerilerden biri diyebiliriz[5].

Büyük kentlerimizin ve özellikle tarihi çekirdeğe sahip İstanbul'un trafik tıkanıklıkları için uygulamanın iyi bir aşama olduğunu söylemek yerinde olur[5].

Uygulamaya geçilecek toplu taşıma yollarının faydalarını şöyle belirtebiliriz:

-Genel akımın durması ile bile otobüsler yollarına devam edebilir. Çevre koşullarından bağımsız bir işletme örneğidir.

-Yüksek ticari hız, şehirde 6-10 km/saat'e düşen hızı 16-17 hatta durak araları 500 metrenin üstünde ise 20 km/saat'e çıkarabilir.

- İşletmedeki belirsizlik ortadan kalkar ve düzenli ve dakik bir işletme gerçekleşir.

-Eski uygulamaya göre aynı sürede daha fazla hız yapılacağından otobüs gereksinimi azalır.

- Personel verimliliği artar, personel giderleri düşer.

-Yolcu açısından ele alırsak, yukarda saydıklarımızın faydaları göz önünde tutulmaktadır[5].

Otobüs özel yolları için yapım şartları ITE tarafından şöyle sıralanıyor:

-Kaldırım kenarı parkı ve durmaların kontrol edilmesi halinde sağ şerit otobüs yolu sadece zirve saatlerde pratik bir çözüm yoludur.

- Özel yolu saatte en az 60 otobüs kullanmalıdır.

-Yol genişliği özel otobüs yolu dışında ve aynı yönde en az daha iki şeride izin verecek şekilde olamalıdır.
-Toplu taşıma aracını zirve saatlerde kullanımlar aynı sürede diğer araçlarla taşınan yolcu ve sürücü sayısının toplamının 1,5 katına eşit veya daha fazla olmalıdır[5].

3.2 Ankara Otobüs Yolu Uygulaması

Ülkemizin başkenti Ankara kentleşme ve nüfus artışına bağlı olarak ulaşım sorunları ile karşı karşıyadır. Trafik yoğunluğu özellikle iş ve ev gidiş ve dönüşlerinin yapıldığı zirve saatlerde en üst noktaya ulaşmaktadır. Bu durum en belirgin biçimde kentin iki ana aksı olan Doğu-Batı yönündeki Dikimevi-Beşevler Bulvarı ve Kuzey-Güney yönündeki Atatürk Bulvarı'nda gözlemlenmektedir. Kentin imar planına göre iki ana aksa paralel diğer aksların bulunmayışı nedeniyle tüm trafik yükü bu iki ana aksa yüklenmektedir[5].
Ankara'nın artan ulaşım talebi otobüsle karşılanmaya çalışılmış ancak sayının yeterli olmayışı sonucu kentiçi trafiğinde dolmuş, taksi, özel araç kullanımı giderek artmıştır. Küçük kapasiteli araçların sayılarının artması yollarda trafiği daha sıkışık hale getirmiş bu da otobüslerin seyahat hızlarını azaltmıştır. Gerek ekonomi gerekse kapasite nedenleriyle kamu taşıma araçlarının hızlı, rahat ve yüksek kapasiteli yolcu taşımasına olanak vermesi için Ankara'da otobüs yolu uygulamasına geçilmesi planlanmıştır[5].
Otobüs yolu projesinde önceki aşamada kavşaklarda sinyalize dönüş uygulaması getirilmiştir. Bu tür uygulama ise sola dönen araçların kavşak içinde emniyetle bekleyecekleri yer hazırlanmış olup, kavşak girişlerinde şerit adedi çoğaltılıp kapasite arttırılmıştır. Böylece karma trafikte bulunan otobüslere de bir rahatlık sağlanmıştır[5].
Yeni bir uygulama da merkez bölgedeki yoğun iş yerleri çevresi trafikten arındırılarak yaya bölgeleri tesis edilmiş olup halkın trafik sorunundan uzak hareketleri sağlanmıştır. Bunun ilk uygulaması Kızılay'daki Sakarya Caddesi ve çevresinde yapılan yaya bölgesidir[5].
Ankara otobüs yolu projesi Cebeci-Beşevler arası olan 5306 metrelik bir bölümü kapsamaktadır. Projenin ana özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır[6].
Proje; ortada iki şeritli otobüs yolu, iki yanda diğer araçlar için ayrılan şeritlerden oluşmuştur. Diğer araçlara ayrılan şeritler ise Kurtuluş-Dikimevi arasında üç gidiş, üç geliş ve Beşevler-Kurtuluş arasında iki gidiş ve iki geliş olarak projelendirilmiştir.

Güzergahın ortasındaki iki şeritte yer alan otobüs yolunun iki yanında demir parmaklık yerleştirilmiştir. Bu uygulama halkın can güvenliği için gerekli görülmüştür. Yolun orta şeritte yapılmasıyla araçların ve yayaların özel otobüs yoluna girmesi önlenmiştir. Ortada tertiplenen otobüs şeritleri yan şeritlerdeki diğer araçların akımlarını da ayırdığı için trafiğin daha rahat akmasını sağlayarak yolun kapasitesini de arttırmıştır.

Otobüs yolunun kavşaklar başındaki indirme ve bindirme yerleri ortada ada şeklinde projelendirilmiştir. Bu ada aynı zamanda otobüs bekleyen yolcular için emniyetli olmuştur.

Otobüs yolundaki kavşak sinyalizayonu diğer araçlarla birlikte düşünülmüştür. Ancak lambalar durakta duran otobüslere gerek yeşil ışık sonunda gerekse kırmızı ışık sonunda 8 saniye kadar flaş yapmaktadır. Kırmızı flaşda şoförün indirme ve bindirme işlemini yaparak biran evvel kavşağı geçmesi zorunludur. Bu hat üzerindeki kavşaklar özel bir şebekeye bağlanarak elektrik kesintisinden etkilenmemeleri sağlanmıştır.

Otobüs yolunun inşaatı iki aşamada sürdürülmüştür. Birinci bölüm Dikimevi-Kızılay arası olan 2696 metrelik bölüm olup 90 günde tamamlanmıştır. İkincisi Kızılay-Beşevler arası olan 2610 metrelik bölüm ise 60 günde tamamlanmıştır.

Şekil 3.1'de uygulamadan bir fotoğraf ve Çizelge 3.1 de projenin etüd değerleri gösterilmektedir.

Birinci bölüm 1978 yılı sonunda hizmete açılmış olup eskiden 16 dakika süren bu güzergah arasındaki yolculuk süresi yeni sistemde 8 dakikaya inmiştir.



Şekil 3.1: Ankara Kızılay Meydanı'ndan bir fotoğraf[9].

Çizelge 3.1: Ankara otobüs yolunun kapasitesi[6].

Ön Etüd	Ön Etüd	Ön Etüd	Ön Etüd	Son Etüdler	Son Etüdler	Son Etüdler	Son Etüdler
Bir Şeridin Taşıdığı Yolcu Sayısı	Bir Şeridin Taşıdığı Yolcu Sayısı	Bir Şeritte Bir Saatte Giden Yolcu Sayısı	Bir Şeritte Bir Saatte Giden Yolcu Sayısı	Br Şeridin Saatte Taşıdığı Yolcu Sayısı	Br Şeridin Saatte Taşıdığı Yolcu Sayısı	Bir Şeritte Bir Saatte Giden Otobüs Sayısı	Bir Şeritte Bir Saatte Giden Otobüs Sayısı
Zirve Saatte	Zirve Saat Dışında	Zirve Saatte	Zirve Saat Dışında	Zirve Saatte	Zirve Saat Dışında	Zirve Saatte	Zirve Saat Dışında
1891	1300	24	18	4720	3456	58	48

3.3 İstanbul'da Taksim – Zincirlikuyu Otobüs Yolu

3.3.1 Otobüs yolunun konumu

İstanbul kentindeki ana arterlerde yapılan gözlemler ve sayımlar sonucunda, bazı arterlerde otobüs yollarının gerçekleştirilebileceği tespit edilmiştir. Uzun süreden beri özellikle sabah ve akşam zirve saatlerinde karma trafikli bu ana arterlerde otobüslerin dizi halinde ve çok düşük hızla yol aldıkları izlenmektedir. Bu arada, Taksim'den Şişli'ye uzanan İstiklal Caddesi, çevresine oluşan alışveriş, eğlence, iş faaliyetlerinin zamanla Taksim'den Şişli'ye ve Levent'e uzamaya başlamasıyla İstanbul'un oluşmakta olan yeni yerleşim merkezlerine ulaşılmasında ana yol olma niteliği kazanmıştır. Bir yandan merkezsel faaliyetler diğer yandan yeni yerleşmelerdeki nüfus yoğunlukları Taksim-Levent arterindeki ulaşım yoğunluğunun giderek artmasına neden olmuştur[4]. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 ' de uygulamadan fotoğraflar gösterilmektedir.



Şekil 3.2: İstanbul otobüs yolunun Şişli mevkinin fotoğrafı[10].



Şekil 3.3: İstanbul otobüs yolunun Harbiye mevkinin fotoğrafı[10].

3.3.2 Otobüs yolu uygulama öncesi çalışmaları

Yoğun ulaşım talebi olan Taksim-Levent arterinde 1969 ve 1977 yıllarında iki sayım gerçekleştirilmiştir[5,6]. Osmanbey'de yapılan bu sayımlar, geçen yolcu sayısının azaldığını göstermiştir. Yapılan sayımlarda Halaskargazi Caddesi'nden geçen araç sayısı sekiz yıl için % 17 artmış, ancak taşınan yolcu sayısı % 13 azalmıştır[4]. Çizelge 3.2 ' deki veriler sayım sonuçlarını saatte tek yönde geçen taşıt ve yolcu sayısı olarak özetlemiştir.

Çizelge 3.2: Otobüs yolu uygulama öncesi taşıt ve yolcu değerleri[4].

	1969		**1977**	
	Taşıt	**Yolcu**	**Taşıt**	**Yolcu**
Otobüs	100	5.000	80	4.000
Dolmuş	1.000	4.000	600	2.400
Özel Oto	600	1.000	1.300	2.300
Toplam	1.700	10.000	1.980	8.700

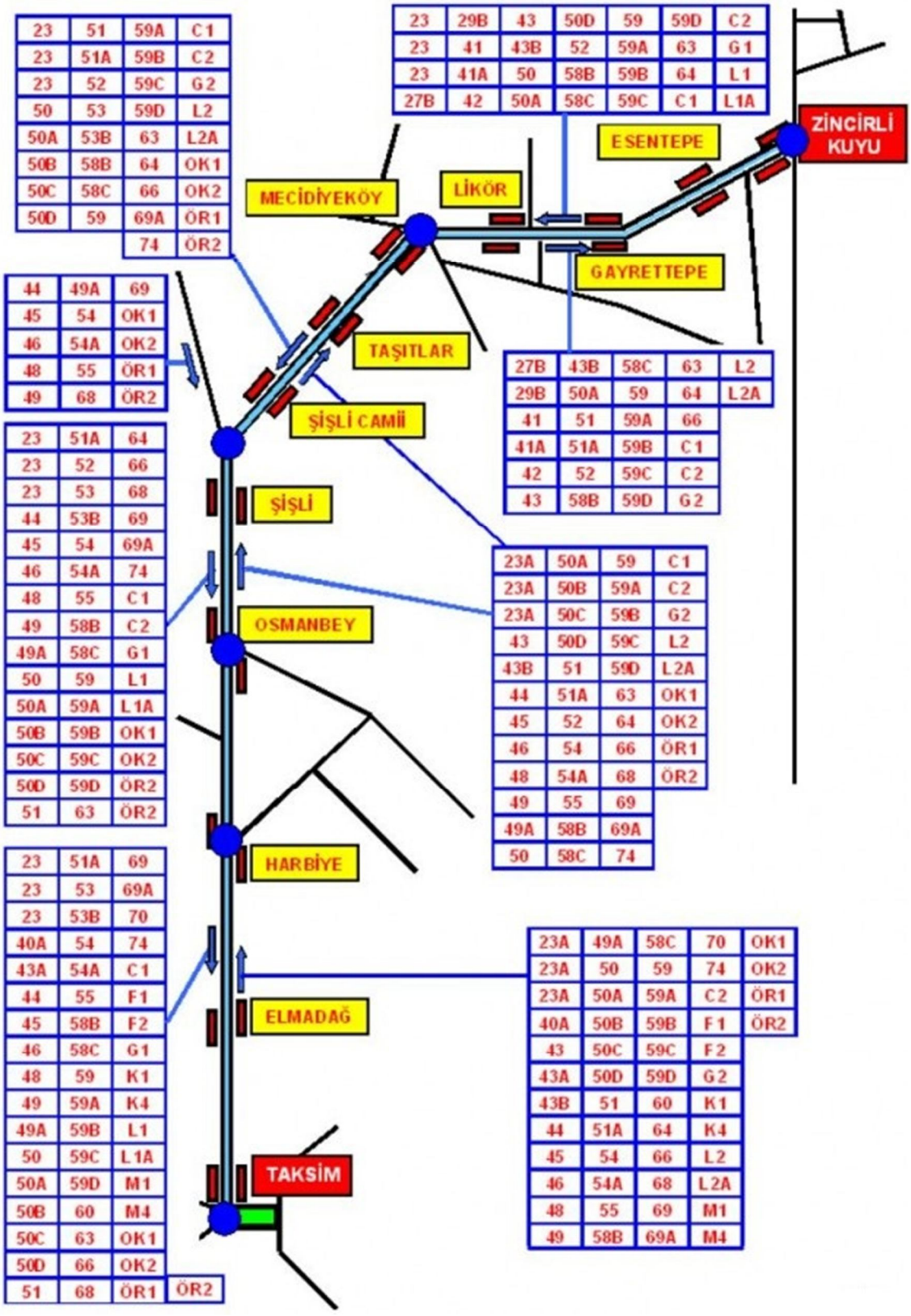
Yolcu sayısında görülen bu azalmanın en önemli nedeni olarak toplu taşıma sisteminin arterdeki etkinliğinin giderek azalması gösterilebilir. Özel taşıma araçlarının sayısındaki artış ise trafik sıkışıklığının artmasına, bekleme süresinin uzamasına neden olmuştur. Bunun sonucu olarak otobüsler Taksim'den Mecidiyeköy'e ortalama 34 dakikada ulaşabilmiş ve hızı zirve saatte 6 km/saat'e kadar düşmüştür. Diğer araçların ulaşım süresi ise ortalama 28 dakikadır. Taksim'den Levent'e ise ulaşım süresi 50 dakikaya varmıştır[4].

Taksim-Mecidiyeköy arasında yapılan bir diğer çalışma da hız etüdü olmuştur. Bu etüt ile arterde günün değişik saatlerinde otobüs ve otomobil ile yolculuk süreleri incelenmiştir. Ayrıca otobüs yolu uygulamasından sonra otobüslerin ortama yolculuk süreleri tahmini de yapılmıştır. Yapılan çalışmada, yolculuk sürelerini etkileyen hususlar, duraklar arası mesafe, kavşaklarda bekleme süresi, duraklarda indirme ve bindirme süresidir. Tüm bu değerlerin eklenmesi sonucunda uygulamadan sonra kesimde ortalama ticari hızın makul ölçüler içinde 20 km/saat dolaylarında olacağı tahmin edilmiştir[7].

Taksim-Levent arterinde yapılan çeşitli çalışmaların sonuçları, İstanbul'daki 150'yi aşkın otobüs hatlarından üçte birinin bu güzergahı ortak kullanması, otobüslerin 10-12 araçlık diziler halinde yol alması, akşam zirve saatinde arterde oluşan tıkanmaların 16:30'da başlayıp, 20:30'a kadar devam etmesinin gözlemlenmesi nedenleriyle otobüs yolu uygulamasının öncelikle Taksim-Levent güzergahında gerçekleştirilmesi uygun bulunmuş ancak uygulaması Taksim-Zincirlikuyu arasında gerçekleştirilmiştir[4]. Şekil 3.5'de uygulamayı kullanan toplu taşıma ve sağlık araçları gösterilmektedir. Şekil 3.6'da ise güzergah ve güzergahı kullanan otobüs hatları gösterilmektedir.



Şekil 3.4: İstanbul otobüs yolunu kullanan bir ambulans[10].



Şekil 3.5: İstanbul otobüs yolu güzergahı[10].

3.3.3 Taksim – Zincirlikuyu otobüs yolu uygulamasındaki temel amaçlar

Taksim-Levent arterinde oluşan trafik tıkanıklıkları nedeniyle otobüslerin ticari hızlarının, sefer sayılarının azalması ve sonuçta yolcu taşıma kapasitesinin giderek azalmasının önlenmesi ilk temel amaç olmuştur. Bu uygulama ile toplu taşıma aracı kullanan yolcuların hızlı, rahat ulaşılabilirlğinin temini ve otobüs işletmeciliğinin arttırılması hedeflenmiştir[4].

Otobüs yolu projesinin uygulamasında toplu taşıma sistemlerinin üstünlüğünün ve öneminin dikkat çekmesi öngörülmüştür. 1970'li yıllarda toplu taşımacılığın kentin artan nüfusu karşısında yetersiz düzeyde kalması sonucunda hizmet yüzdesi azalmış ve 1977 yılında % 25 - %30 dolaylarına inmiştir. Projede, otobüs taşımacılığının etkinliğini belirtmek amacıyla öncelikle trafik yoğunluğunun en üst düzeyde olduğu arterde uygulamaya gidilmiş ve otobüs yolunun yolcuların zaman kazancının yüksek olması üzerinde durulmuştur[4].

Otobüs yolu uygulaması sonucunda otobüsler kendilerine ayrılmış olan arterde yüksek hız yapacaklar ve bunun sonucunda güzergahı kullanan yolcuların otobüs içindeki zaman kazançları da artacaktır. Yolcuların, otobüslerin frekanslarının artması sonucunda duraklarda bekleme süresinden elde edecekleri zaman kazançları da önemli boyuta ulaşacaktır. Otobüs işletmesinin veriminin artması sonucunda dolmuş ve otomobil kullanıcıları da toplu taşımacılığa yönelecek, zaman ve yakıt açısından kazanç elde edecektir. Özellikle sabah ve akşam zirve saatlerinde mevcut yoldaki tıkanıklıklar nedeniyle bir kısım yolcular yaya ulaşımı yapmaktadır. Otobüs yolu uygulaması sonucunda uzun yol yürüyen yolcuların otobüsü tercih edecekleri düşünülmüştür[4].

Projenin gerçekleştirilmesinde yatırım harcamalarının en alt düzeyde tutulması, diğer araçlara zorluk çıkarmaması, ileriye dönük uygulamalara açık olacak biçimde gerçekleşmesi hedeflenmiştir. Özellikle İstanbul'daki gibi tarihi kent merkezlerinde ana arterlere paralel ikinci ve üçüncü derecede ana yolların olmaması nedeniyle mevcutların en etkili bir biçimde kullanılması prensibi üzerinde durulmuştur. Proje, ileriki aşamalarda raylı sisteme geçmeye olanak sağlayacak bir yapıdadır[4].

Otobüs yolu uygulamasının sonucunda otobüs işletmeciliğinde görülebilecek yararlar ise genel trafik akımından bağımsız olan bir otobüs işletmesi, hızların 6 km/saat'ten 20 km/saat'e yükselmesi, yolcuya daha güvenli, rahat ve hızlı bir hizmet sunulabilmesi, sefer sayılarındaki artış sonucunda aynı otobüs filosu ile daha fazla yolcu taşınması, işletme maliyetlerinin azalması olarak saptanabilir[4].

3.3.4 Taksim – Zincirlikuyu otobüs yolu uygulaması

İstanbul kentindeki ilk otobüs yolu projesi çalışmaları, Ekim 1976'da, İBB'ye bağlı olan Ulaşım Danışma Kurulu tarafından yapılmıştır. Proje çalışmalarının gerçekleştirilmesine İBB'nin ilgili Müdürlükleri ve İETT Genel Müdürlüğü katkıda bulunmuşlardır[7]. Uygulama çalışmaları Ağustos 1978'de başlamış, ve Taksim-Zincirlikuyu otobüs yolu 11 Mart 1979'da hizmete açılmıştır[4]. Açılış yapıldıktan bir süre sonra Elmadağ durağından fotoğraf Şekil 3.7'de gösterilmektedir.



Şekil 3.6: İstanbul otobüs yolu Elmadağ durağı[10].

Projenin gerçekleşen Taksim-Zincirlikuyu arası 5 kilometredir. Otobüs yolunun başlangıcı Taksim olmaktadır. Taksim-Harbiye arasında Elmadağ'a kadar gidiş yolu diğer trafiğe kapanmakta, otobüsler yolu iki yönlü kullanmaktadır. Genel ulaşım Mete Caddesi ile Elmadağ'a ulaşmaktadır. Elmadağ ile Harbiye arasında yol genişletilerek iki şeritli ve bordürle korunmuş otobüs yolu oluşturulmuştur. Diğer araçlara yine 3 şeritli ulaşım sağlanmaktadır[4].

Harbiye-Osmanbey kesiminde ise gidiş yolu, iki şeritli olarak otobüs gidiş ve gelişine ayrılmaktadır. Diğer araçlar ise tek yöne dönüştürülen Vali Konağı ve

Rumeli Caddelerini izleyerek Osmanbey'e gelmektedir. Buradan ya Pangaltı yönüne ya da Şişli yönüne dönebilmektedir[4].

Osmanbey-Mecidiyeköy kesiminde geliş yönü çift şeritli otobüs yolu olarak ayrılmaktadır. Otobüs yolu sağdan sola kaymaktadır. Diğer araçlar Mecidiyeköy'e kadar mevcut güzergahı üç şerit olarak kullanmaktadırlar. Ancak geliş yönünde ise Çevreyolu'nun yanındaki Kuştepe yolunu takip ederek Abide-i Hürriyet Caddesi üç şerit halinde Rumeli Caddesi'ne kadar tek şerit çalışmaktadır. Araçlar Rumeli Caddesi'nden Halaskargazi Caddesi'ne, Osmanbey kavşağına erişmektedir. Bu noktadan sonra araçlar mevcut yolu izlemektedir[4].

Mecidiyeköy-Zincirlikuyu arası otobüs yolu için mevcut güzergahın ortasında bordürle iki şeritli yol temin edilmektedir. Diğer trafik mevcut güzergahta devam etmektedir. Zincirlikuyu üst geçitinde otobüsler diğer araçların trafiğine katılmaktadır[4].

Projenin uygulanmasındaki ortalama ticari hız, 20 km/saat olarak saptanmıştır. Bu hızı etkileyen hususlar ise; duraklar arası mesafeler, otobüslerin hız kazanma ve kesme süreleri, kavşaklarda bekleme süresi, durakta inme ve binme süreleri olmaktadır. Otobüslerin kavşakta bekleme süresi 20-40 saniye olarak, durakta indirme ve bindirme süresi ise 20-35-45 saniye olarak kabul edilmiştir[4].

Taksim-Levent arasında planlanan otobüs yolu Taksim-Zincirlikuyu arasında gerçekleştirilmiştir. Otobüs yolu ulaşım hizmetine rahatlatıcı bir boyut getirmiştir[4].

Uygulama öncesinde yolda meydana gelen tıkanmalar nedeniyle, zirve saatlerinde yaya yolculuk yapanlar tekrar otobüs yolculuğuna başlamışlardır. Otobüslerin hızlarının artması sonucunda, yapılan sefer sayılarındaki artış yolculara gerek otobüs içinde gerekse durakta bekleme sürelerinde bir zaman kazancı getirmiştir. Otobüs yolunun işletimindeki başarı nedeniyle dolmuş ve özel otomobillerin yolcuları da otobüse kaymıştır. Ayrıca, otobüs yolu uyglaması diğer araçlara da bir zaman kaybı getirmemiş aksine otobüslerin arterlerinin ayrılması ile onlar da kendi izlerinde sürekli hareket etme olanağı bulmuşlardır[4].

Her iki yönde de uygulama öncesi saatte geçen otobüs sayısı 35 civarında iken, uygulama sonrası bu sayı yaklaşık % 90 üzerinde bir artış ile saatte 64 otobüse ulaşmıştır[4].

Otobüs yolu uygulama öncesi saatte 4.000 yolcu taşınabilirken uygulama sonrası taşınan yolcu sayısı 6.000'e çıkmıştır. Otobüslerin 50 dakikada, dolmuşların 20 dakikada, otomobillerin 18 dakikada aldıkları bu güzergahta uygulama sonrası

otobüslerce 20 dakikada, dolmuşlarca 15 dakikada, otomobiller tarafından 13 dakikaya inmiştir[4]. Çizelge 3.3'de günlük yolcu sayısının dağılımı gösterilmektedir.

Çizelge 3.3: Günlük yolcu sayısı dağılımı[4].

	Otobüs	**Dolmuş**	**Otomobil**
Uygulama Öncesi	100.000	80.000	80.000
Uygulama Sonrası	170.000	50.000	60.000

Otobüs yolunun hizmete girmesi ile dolmuş ve otomobil yolcularında % 25'e kadar bir azalma olurken, otobüs yolcusunda % 70'lik bir artış olmuştur. Otobüs yolundan önce bir günde toplam 260.000 kişinin yolculuk ettiği bu kesimde, uygulama sonrasında 280.000 kişi yolculuk etmiştir. Dolmuş ve otomobillerden otobüse çekilen 50.000 yolcudan başka bir günde 20.000 kişilik yeni otobüs yolcusu artışı tespit edilmiştir[8].

Bu uygulamanın sonucunda :

- Uygulanan proje toplu taşımanın üstünlüğünü belirtmiştir. Çok tıkanık olan kesimde otobüs işletmeciliği otobüs yolunun açılması ile rahatlamıştır.
- Yolculara zaman kazancı sağlamıştır.
- Daha çok yolcu taşınmış, yürüyenler, otomobil sahipleri otobüsü tercih etmişlerdir.
- Az yatırımla gerçekleşmiştir.
- Otobüs yolu diğer araçlara zorluk çıkarmamıştır.
- Taksim'deki yığılmalar kısmen Mecidiyeköy'e kaymıştır.
- Otobüslerin ticari hızı artmış, saatte geçen otobüs sayısı artmıştır.
- Yakıt tasarrufu sağlanmıştır.
- Gelir artışı olmuştur[4].

Uygulama ilerleyen yıllarda güzergahın metro hattına dönüşmesi ile uygulamadan kaldırılmıştır.

4. OTOBÜS YOLU TASARIMI

4.1 Otobüs Yolu Geometrisi

Geometri, ulaşımda yolculuk kalitesini özellikle de ayakta seyahat eden yolcuların konforunun sağlanmasına cevap vermelidir. Tasarımcı, tutarlı ve makul bir maliyet düşünerek; dere ve tepe kurbaları azaltmalı, yön ile ilgili değişiklikleri en aza indirmelidir[11].

Yolcuların konforu, sağlaması istenilen en düşük standartlar, ekonomik ve geometrik şartlarla sınırlanmıştır, bahsedilen tüm bilgiler standartların içinde kalan en düşük değerlerdir[11].

Otobüs Yolu Güzergahını Oluştururken:

- Güvenlik,
- Görüş mesafesi ve görüş açısı,
- Yolcu rahatlığı,
- Operatör yeteneği,
- Tasarlanan çalışma,
- Araç performansı,
- Altyapı imkanları,
- Yatay ve düşey alan açıklığı,
- Güzergah standartları,
- Genel görünüm,
- Hemzemin geçişlerin etkileri,
- Komşu karayolları ve demiryolları,
- Komşu dış etkenler,
- Ekonomi,
- Yapım çeşidi, esas alınır[11].

Otobüs yollarında tasarım için uygulanacak tasarım hızları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Uygulamalardan elde edilen tecrübelere göre bu tasarım hızlarından daha yüksek hızlara gereksinim duyulmamaktadır[11].

Çizelge 4.1: Tasarım Hızları[11].

Konum	Tasarım Hızı (km/saat)
Ana Otobüs Yolu	90
Sokak Üzerinde Çalışan Otobüs Yolu	60
İstasyon Alanları	60
Mutlak En Az	50
Otobüs Yolu Rampaları ve Ulaşım Yolları	40

Kabul edilen otobüs yolu uygulama hızları; hemzemin kavşakların yaya geçişlerinde 40 km/saat, farklı kotlardaki durak alanlarında 50 km/saat, diğer alanlarda ise 80 km/saat'tir[11].

4.1.1 Yatay güzergah

Sürücünün önünü görebilmesi için esas önemli olan güvenli ve verimli uygulamadır. Tasarımcı, şoförlerin yol üzerinde bir engele çarpmasını engellemek için görüş mesafesini tutabildiği kadar uzun tutmalıdır. Otobüs şoförünün göz elipsoidi yüzeyden 2,1 metre yukarıda olana kadar otobüslerin bir duraktan başka bir durağa gitme izni yoktur. Ayrıca sürücüler de ortalama sürücülerden daha hızlı tepki zamanına sahip olana kadar otoyollarda eğitilmelidirler[11].

En az durma mesafesi uzunluğu; otobüse, rampalara, ulaşım yollarına ve kavşak alanlarına göre değişmektedir. Otobüs yolları için 1,75 saniye uygun bir tepki zamanıdır. Bu zaman normal trafik için 2,5 saniyedir. Ayaktaki yolcuların dengesini kaybetmemesi için yavaşlama ivmesinin kabul edilebilir sınırı 1,5 metre/saniye^2' dir[11]. Bu azalma oranı kabul edildiğinde ortaya çıkan duruş görüş mesafesi Çizelge 4.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2: Tasarım hızlarına göre duruş ve görüş mesafeleri[11].

Tasarım Hızı (km/saat)	Duruş Görüş Mesafesi (metre)
50	60
60	122
80	170
90	236

330 metrelik bir kurba yarıçapı, 70 km/saat hızla tasarlanmış bir hafif raylı sistem için bile uygun bir yarıçaptır. Hafif raylı sistemlerde istenen en düşük hız olan 80 km/saat hızı yakalamak için 400 metre kurba yarıçapı seçilmelidir[11].

Otobüs yolu hatları için istenen en düşük kurba yarıçapı 330 metre olmalıdır. Kurba yarıçapının, düşey güzergah, topoğrafya gibi dış etkenlerin müsaade ettiği kadar arttırılmalıdır. Yalnızca durak yakınlarında, topoğrafyanın sorun yarattığı yerlerde kurba yarıçapı 330 metrenin altına düşürülebilir. Şartların en zor olduğu yerlerde uygulanacak en küçük kurba yarıçapı 80 metreyi geçmeyecektir[11].

Kurba yarıçapının 870 metre veya 870 metrenin altında olduğu durumlarda otobüs yollarında, geçiş eğrili kurba uygulanmalıdır. Ayrıca tüm kurbadan kurbaya geçişlerde yine geçiş eğrileri kullanılmalıdır. Unutulmamalıdır ki geçişler yolcuların konforu için çok önemlidir[11]. Tasarım hızlarına göre yatay kurba yarıçapları Çizelge 4.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.3: Tasarım hızlarına göre yatay kurba yarıçapları[11].

Tasarım Hızı (km/saat)	En Küçük Yarıçap (metre)
90 (Ana Otobüs Yolu)	330
60 (Durak Çevresi)	120
50 (Mutlak En Az)	80
40 (Rampalar ve Ulaşım Ağları)	45

Otobüs yollarında, rampalarda, erişim yollarında tüm kesitlerde uygulanacak en uygun enine eğim 50 km/saat hız için %3 ile %4 arasındadır. Enine eğim durak yerlerinde %2'yi geçmemelidir[11].

Ters kurbalar geçiş eğrileri dışında otobüs yolu tasarımında kullanılmamalıdır. Birleşik kurbalar, iki veya daha fazla kurbayı birbirine bağlarken kullanılmalıdır. Ayrıca geçiş eğrilerinde en küçük kurba yarıçapı 90 metre olmalıdır[11].

Otobüs yolları tasarlanırken, bir aracın diğer aracı geçmesi yasak olduğu durumlarda sollama işlemi geçiş şeritleri ile sağlanmaktadır[11].

4.1.2 Düşey güzergah

Otobüs yolları tasarımında istenilen en büyük boyuna eğim %3 olmalıdır. Tasarım aşamasında sınır % 5 olarak sınırlandırılmıştır. Boyuna eğim, güzergahın sonradan hafif raylı sisteme dönüştürülmesi düşünülerek tasarlanmalıdır. Otobüsler % 10 boyuna eğime uyum sağlayabilirken, hafif raylı sistemler ise % 6 eğime uyum sağlayabilir[11].

Hafif raylı sistemlerde ve otobüs yollarının duraklarında en büyük boyuna eğim % 0,5 olmalıdır. Ayrıca eğer mümkün ise düşey kurbanın başlangıcından önce en az 14 metre platformun gerisinden başlamalıdır. Duraklarda en büyük eğimler otobüs yollarında % 2, hafif raylı sistemlerde % 0,8 olmalıdır. Uygulanabilir ise durak bölgeleri düşey kurbaların tepe noktalarında tasarlanmalıdır. Bu; durmayı kolaylaştırdığı gibi, hızlanmayı da daha seri hale getiren bir uygulamadır. Durak konumlandırırken düşük noktalardan kaçınılmalıdır[11].

Rampalar ve ulaşım yolları için en büyük boyuna eğim % 10 olmalıdır, önerilen eğim ise % 6'dır[11].

En düşük boyuna eğim; otobüs yolları, rampalar ve ulaşım yollarında şehir içi kesitler için % 0,5 olmalıdır. Kurba olmayan ve açık drenaj sistemi olan durumlarda % 0 boyuna eğim ile tasarım yapılabilir. İstasyon alanlarında ise en düşük boyun eğim % 0,5 olarak tasarlanmalıdır[11].

Boyuna eğimdeki bütün değişiklikler parabolik düşey kurbalar ile sağlanmalıdır. 90 km/ saat proje hızlı otobüs yollarının düşey kurbaları hafif raylı sistemler ile de uyuşumludur. Tepe kurbalar tasarlanırken; sürücü göz yüksekliği 2,1 metre, duruş görüş nesne yüksekliği 0,2 metre ve en yüksek yavaşlama ivmesi 1,5 metre/saniye² olarak hesaplanır. Dere kurbalar tasarlanırken ise; far kontrol yüksekliği 0,6 metre ve far düzlemi ile araç yüzeyi arasında ki açı da 1º olarak hesaplanır[11].

Tepe ve dere kurbalar için K değerleri aşağıdaki gibidir[11].

- 90 km/saat tasarım hızı ile:

Tepe kurbalar: K = 65 (en düşük)

Dere kurbalar: K = 59 (en düşük)

- 60 km/saat tasarım hızı ile:

Tepe kurbalar: K = 17 (en düşük)

Dere kurbalar: K = 17 (en düşük)

Çizelge 4.4'de otobüs yolu tasarımı geometrik kriterleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.4: Otobüs yolu tasarımı geometrik kriterleri[11].

KRİTER	ÖNERİ
Tasarım Hızı (Anahat ve otoyol rampaları)	90 km/saat
Tasarım Hızı (Duraklar)	60 km/saat
Tasarım Hızı (En Düşük)	50 km/saat
Tasarım Hızı (Anahat rampaları ve erişim yolları)	40 km/saat
Duruş Görüş Mesafesi (90 km/saat tasarım hızı için)	236 metre
Duruş Görüş Mesafesi (60 km/saat tasarım hızı için)	84 metre
En Düşük Yatay Kurba Yarıçapı (Anahat için)	330 metre
En Düşük Yatay Kurba Yarıçapı (Duraklar için)	120 metre
En Düşük Yatay Kurba Yarıçapı	80 metre
En Düşük Yatay Kurba Yarıçapı (Rampalar ve erişim yolları için)	45 metre
Duraklarda En Düşük Dönüş Yarıçapı (İstenen)	23 metre
Duraklarda En Düşük Dönüş Yarıçapı	15 metre
En yüksek enine eğim (İstenen)	% 3
En yüksek enine eğim (Duraklarda)	% -2
En yüksek boyun eğim (İstenen)	% 3
En yüksek boyun eğim	% 5
En düşük boyuna eğim (Kentsel kesitlerde)	% 0
En düşük boyuna eğim (Kırsal kesitlerde)	% 0.5
En yüksek boyuna eğim (Duraklarda)	% 0.5
En yüksek boyuna eğim	% 2
En yüksek boyuna eğim (Erişim yolu ve rampalarda)	%6 - % 10
Tepe kurbalarda en düşük K değeri (Anahatlarda)	K = 65
Tepe kurbalarda en düşük K değeri (Duraklarda)	K = 17
Dere kurbalarda en düşük K değeri (Anahatlarda)	K = 59
Dere kurbalarda en düşük K değeri (Duraklarda)	K = 17
En düşük kavşak açışı	70º

4.2 Durak Tasarımı

4.2.1 Otobüs durakları için tanımlanmış ölçüt ve standartlar

Bir otobüs sisteminin yolcu kapasitesi, genellikle, kavşaklardan veya orta blok kesitlerinden daha çok durak düzeni tarafından kısıtlanır[12].

Duraklar, bir otobüs koridoru üzerindeki diğer pek çok bölümden daha fazla yaya hacmine sahiptir çünkü normal yaya trafiğine ilaveten durağa gelen ve giden trafik de vardır. Buradaki yaya kazaları riski daha yüksektir ve sadece artan maruz kalma nedeniyle meydana gelmemektedir. Aynı zamanda risk yaratan tehlikeli davranış ile özellikle durağa ve duraktan kırmızı ışıkta geçme girişimleri yüzünden meydana gelebilmektedir[12].

Durakların tasarımı ve düzeni, tehlikeli yaya hareketlerinin frekansını etkileyebilir. Yaya trafiğini sinyalizasyon ile yaya geçitlerine yönlendiren kontrollü erişim noktaları olan kapalı durakları kullanmak, en güvenli çözümdür. Düşük platformlu açık duraklar genellikle kırmızı ışıkta geçmeye daha fazla müsait iken yüksek platformlu kapalı istasyonlar bu tehlikeli hareketlerin oluşumunu azaltabilir[12].

Tasarımdaki temel konu istasyon türünden bağımsız olarak; yaya hareketlerini kontrol etmek ve kırmızı ışıkta geçmeyi teşvik etmemek üzerinedir[12].

Ulaşım sisteminde uluslararası standartlara erişebilmek amacıyla TSE çalışmalar yapmış ve standartlar tanımlanmıştır. Asağıda TSE'nin belirledigi ölçüt ve standartlar ele alınmaktadır. TSE, Standart No: TS 11783: Şehir içi yollar - Otobüs durakları yer seçimi kuralları ve Standart No: TS 12174: Şehir içi yolları - yaya yolu ve yaya bölgeleri tasarım kuralları standartlarına göre çalışma alanı incelenmiştir[13].

4.2.2 Otobüs durakları yer seçimi ölçütleri

- Otobüs güzergahı ile çakışan yaya arterlerine yakın yerlerde durak yeri seçilerek yolcunun erişme kolaylığı sağlanmalıdır.
- Duraklar trafik şartları sebebi ile kavşaklara yakın yerleştirilmeli; bu mümkün olmadığında iki kavşak arasındaki yaya geçidine en yakın ve emniyetli mesafede durak yeri seçilmelidir.
- Kavşağa yaklaşmadan 30–50 metre mesafede durak yeri seçilmeli; kavşakta bekleme yapan araçların durak yerindeki yol kesimine sarkmaları önlenmelidir.
- Kavşaklardan önceki ve sonraki duraklar kavşak kollarından gelen trafiğin birbirini emniyetli şekilde görüp durmalarını engellememelidir.

- Diğer trafiğin işletme hızının azalmaması için iki durak arası, 400–500 metre olmalıdır. Birinci derecedeki yollarda ise bu mesafe, 600–700 metre olmalıdır. Yolcu yoğunluğunun çok olduğu yol kesimlerinde bu mesafeler 100'er metre azaltılabilir[13].

4.2.3 Bölünmemiş yollardaki durak yerleri

Bölünmemiş yollarda (orta refüjü olmayan) yol kenarı duraklar yapılması durumunda aynı yöndeki diğer trafiğe en az bir şerit bırakılmalıdır. Bunun sağlanabilmesi için durak yapılacak yolun kaplama genişliği 9–10 metre olmalıdır. Yolun kaplama genişliği 6-7 metre ise ve oradan otobüs hattı geçiyorsa ve durak mecburiyeti var ise bu takdirde yol, tek yön yapılmalıdır[13].

Bölünmemiş yollarda iki ayrı yöndeki duraklar diğer trafiği aksatmamak için karşı karşıya bulunmamalı; duraklar arası mesafe en az 80 metre olmalıdır[13].

4.2.4 Kavşak kollarındaki duraklar

4.2.4.1 Işık kontrollü kavşaklardaki duraklar

Işık kontrollü (sinyalize) kavşaklarda otobüs, öncelikli sinyalizasyon yoksa durağın sola dönüş yapacak otobüslere kolaylık sağlayabilmesi için kavşaktan 50 metre, 60 metre önce olması gereklidir. Kavşaktan sağa dönüş yapacak otobüslere ait duraklar, kavşaktan en az 30 metre önce olmalıdır. Kavşaktan hem sağa hem de sola dönüş yapacak otobüslerin olması halinde, kavşak giriş kolundaki durak kavşağa en az 35 metre mesafede olmalıdır[13].

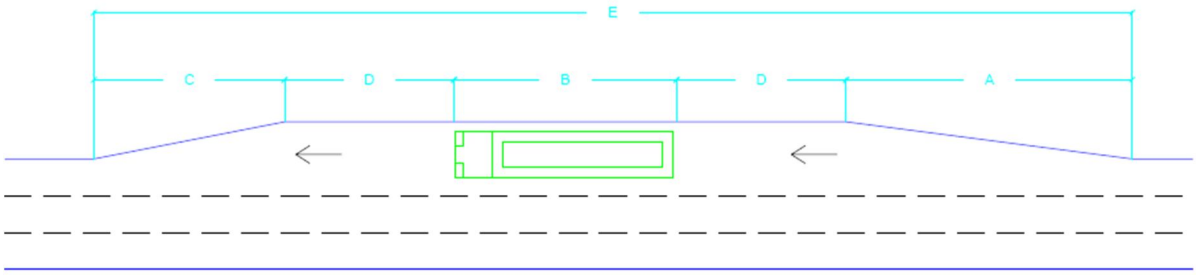
4.2.4.2 Kavşak çıkış kolundaki duraklar

Sola dönüş yapan otobüsler için, kavşakta öncelikli sinyalizasyon sistemi yoksa ve sola dönüş yapıldıktan sonra kavşak çıkış kolundaki trafik yoğunluğu az ise, durak burada yapılabilir. Karşıdan karşıya geçen yolcuların otobüslerin arkasından geçmelerinin sağlanması için, bu tip duraklar, kavşak çıkışından en az 48 metre, 50 metre ileride yapılmalıdır[13].

4.2.4.3 Üç kollu kavşaklardaki durak yerleri

Üç kollu kavşaklardaki durak yerleri, kesinlikle kavşaktan sonra, kavşak çıkış kolunda yer almalıdır. Durağa yanaşma mesafesinde diğer araçların duruş ve park etmeleri yasaklanmalı veya mümkünse otobüsler için cepli duraklar yapılmalıdır[13].

Şekil 4.1'de TSE standartlarına göre durak cebi uzunlukları gösterilmektedir. Şekil 4.5'de ise durak cebi uzunlukları farklı tasarım hızlarına göre gösterilmiştir.



A : Cebe giriş uzunluğu = 24 - 27 metre
B : Otobüs durak boyu = 18 - 21 metre
C : Cep çıkış uzunluğu = 14 - 18 metre
D: Hızlanma veya yavaşlama mesafesi = 14 - 16 metre
E : Toplam uzunluk = 70 - 82 metre

Şekil 4.1: TSE standartlarına göre durak cebi uzunlukları.

Çizelge 4.5: TSE standartlarında tasarım hızına göre durak cebi uzunlukları[13].

Hız (km/saat)	Cep Genişliği (metre)	Cep Giriş Boyu (metre)	Cep Çıkış Boyu (metre)	Bir Otobüs İçin Cep Boyu (metre)
50	2,5 2,7 3,0	18 19 20	12 13 14	18
70	3,0	24	18	18

4.2.5 Trafik seyir hızı fazla yollardaki cepli duraklar

Cepten çıkacak otobüsün durak içerisinde ivmelenerek diğer trafiğin seyir hızına erişmesinin sağlanabilmesi için, trafik seyir hızının fazla olduğu yollarda otobüs durak cebinin giriş ve çıkış boyları ölçülere uygun olmalıdır[13].

Otobüs durak cebi tasarım kuralları;

- Otobüslerin lastik ve aks süspansiyonlarındaki yıpranmayı azaltmaya,
- Durak cebinden çıkışta otobüslerin ikinci şeride taşmalarını önlemeye,

- Körüklü otobüslerin işleyişini kolaylaştırmak için, şeridi içeri çekme genişliği ve dönüş yarıçapı hesaplanarak otobüslerin ceplere yumuşak giriş ve çıkışlarını sağlamaya yönelik olmalıdır[13].

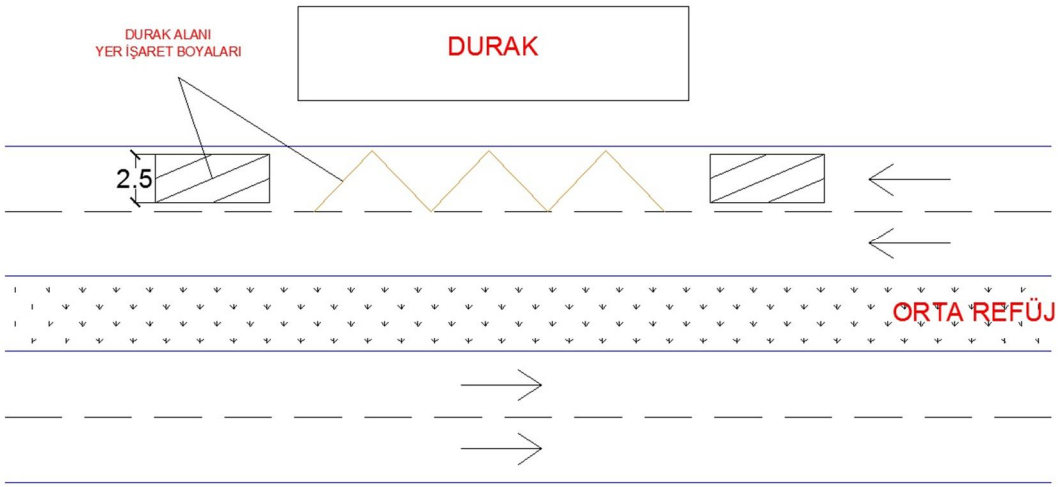
4.2.6 Yol kenarı otobüs durakları

Trafik seyir hızının az olduğu ve kaldırımların dar olması durumunda cep veya durak yapılamayan yollarda "yol kenarı otobüs durağı" yapılabilir. Ancak bu durumda; durak boyu hesabında durağın giriş ve çıkışındaki park eden araç genişlikleri dikkate alınmalıdır. Sadece bir otobüsün yanaşacağı yol kenarı otobüs durağının boyu, 42 metre, 51 metre arasında olmalıdır[13].

4.2.7 Durak alanlarının görünürlüğü ve trafikten korunması

Durak alanlarının belirtilmesi ve görünürlüğünün sağlanması için, durak alanlarından önce ve sonra 10-20 m mesafede ikaz levhaları konulmalıdır. Durak boyunca otobüsün durak yerindeki alanı, yolun üçgen kırık çizgiler ile boyanarak belirlenmeli veya durağın baş ve son kısımlarında yine yola içi dolu boyalı kare şekillerle durak alanı belirtilmelidir[13].

Duraktaki bordürler 50 cm aralıklar ile siyah ve beyaz boyanarak durak alanı belirtilmelidir. Diğer taşıtların durak alanlarına park etmeleri ve durmaları önlenmelidir. Bu önlem duraklara giriş ve çıkışlarda en az 15 metreden itibaren geçerli olmalıdır. Otobüs sürücüleri ve yolcular tarafından durağın uzak mesafeden görünmesi için, durak işaret levhaları ile açıkça belirtilmelidir[13]. Şekil 4.2'de TSE standartları göre durak cebi işaretlemeleri gösterilmektedir.



Şekil 4.2: TSE standartlarına göre durak cebi işaretlemeleri.

Şekil 4.2'deki gibi durak alanının başı ve sonundaki alanda yolun boyanması yerine bu alanın bordürle çevrilerek cep durak yaratılması ile diğer araçların durak alanı yakınlarında park etmeleri ve durmaları önlenmelidir[13].

4.2.8 TSE yaya kaldırımı ölçütleri

4.2.8.1 Yaya kaldırımı boyutlandırma ve yapım kuralları

Yaya kaldırımı, taşıt yolu kenarı ile gerçek veya tüzel kişilere ait mülkler arasında kalan ve bordür taşıyla yoldan ayrılmış platformun yayaların kullanımına tahsis edilmiş kısmıdır[13].

4.2.8.2 Çevre yollarında yaya kaldırımı

Hemzemin kesişmesi olmayan, tam erişme kontrollü, bölünmüş ve her yönde iki veya daha fazla şeritli, üzerinde en düşük hız sınırı uygulaması ve park yasağı olan, sadece motorlu taşıt trafiğine hizmet eden çevre yollarında yaya kaldırımı yerine, yol çizgisiyle taşıt yolundan ayrılmış 0,75 metre, 2,00 metre genişliğinde yaya emniyetini sağlamak üzere banket bırakılabilir. Kısmen hemzemin kesişmeli, yarı erişme kontrollü çevre yollarında yaya kaldırımı genişliği en az 1,50 metre olmalıdır[13].

4.2.8.3 Bölge bağlantı, bölge içi toplayıcı ve servis yollarında yaya kaldırımı

Bölge bağlantı, bölge içi toplayıcı ve servis yollarında, taşıt yolunun her iki tarafında en az 2,00 metre genişlikte yaya kaldırımı yapılmalıdır. Ön bahçesiz yapı düzeninin bulunduğu yollardaki yaya kaldırımı genişliği en az 2,50 metre, yaya trafiğinin yoğun olduğu ticaret, büro, resmi dairelerin yer aldığı merkezi iş bölgelerinde ise yaya kaldırımı genişliği en az 5,00 metre olmalıdır. Yol genişliğinin imkan vermediği zorunlu hallerde 3,00 metreye kadar genişlik inebilir. Meskun alanlardaki yollarda yapılacak yeni düzenlemelerde yaya kaldırımı genişliği 1,00 metreden az olamaz. Bu halde yaya kaldırımı üzerinde yayanın emniyetle yürümesini engelleyecek aydınlatma direği, trafik işaret direği, ilan levhaları gibi elemanlar bulunmamalıdır[13].

4.2.8.4 Yaya kaldırımı bordür taşı üst kenarının taşıt yolundan yüksekliği

Yaya kaldırımında bordür taşı üst seviyesi taşıt yolu üst kaplamasından en fazla 0,15 metre yükseklikte olmalıdır[13].

4.2.8.5 Yaya kaldırımının eğimi

Yaya kaldırımının eğimi yüzey sularının akıtılması için taşıt yoluna doğru %2 -% 3 olmalıdır[13].

4.2.8.6 Yaya geçidi çalışma esasları

Işıklı trafik işareti ile geçişlerin kontrol edilmediği hemzemin yaya geçidi, yolu geçmek isteyen yaya olmadığında, araçlara kesintisiz trafik akımı sağlayabilmektedir[13].

Yaya geçidinde yaya kaldırımından taşıt yoluna adımını atan veya kenar taşı (bordür) yakınında yolu geçmek üzere duran yayanın geçiş üstünlüğü olup, yaya ayırıcıdaki veya karşıdaki yaya kaldırımına varıp geçişini tamamlayana kadar araçların durma çizgisinde beklemeleri gerektiğinden, geçit yeri taşıt yolu yüzeyine çizilen kalın beyaz boyalı bantlarla ve yolun her iki tarafındaki yaya kaldırımında, varsa ayırıcı üzerinde yanıp sönen sarı uyarı lambalarıyla belirtilmelidir[13].

4.2.8.7 Yapım kuralları

Yaya geçitleri birbirlerinden veya ışıklı trafik işaretinden en az 135 metre uzaklıkta olmalıdır. Yaya geçidi tali yolun ana yola bağlandığı köşelerden en az 20 metre uzakta olmak üzere ana yol üzerinde teşkil edilmeli ve mümkünse, dönen araçlardan yayayı korumak üzere trafik adası yapılmalıdır. Alt veya üst yaya geçidinin 100 metre yakınına yaya geçidi yapılmamalıdır. Kavşak kollarında yaya geçitleri kavşak çıkış noktasından itibaren en az 4 metre uzaklıkta olmalıdır. Geçit genişliğinde uygun ölçü 2,40 metre'dir. Yoğun yaya trafiğinde geçit genişliği arttırılabilir ancak genişlik 5,00 metre'yi geçmemelidir[13].

4.2.9 Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri için durak tasarımı örneği

Günümüzde hızla yaygınlaşmakta olan trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritlerinde durağın tasarımdaki yeri Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3: Otobüs şeridinde durak tasarımı örneği[12].

Bir durağı kavşaktan önce konumlandırmak yerine kavşaktan sonra konumlandırmak otobüsler ve sağa dönen araçlar arasındaki bazı kesişimlerin elemine edilmesine yardımcı olmaktadır. Özellikle, kırmızı ışıkta bekleyen bir aracın otobüs için durağı bloke edecek olma ihtimalini azaltmaktadır[12].

Kavşağı bloke etmeden durakta sıraya giren otobüs sayısını ele almak için durak ve kavşak arasında yeterli mesafe bırakılmaktadır.

Yayalar, özellikle sefer aralıklarının göreceli olarak uzun olduğu durumlarda yaklaşmakta olan bir otobüs görürlerse, durağa erişmek için blok ortasından karşıdan karşıya geçme girişiminde bulunmaktadırlar[12].

Bu risk, durak boyunca bir bariyer veya korkuluk yerleştirilerek ve onu durak platformunun sonundan en az 10 veya 12 metre öteye uzatarak hafifletilmektedir. Bu işlem, kırmızı ışıkta geçmenin azaltılmasına ve yayaları kavşakta sinyalize geçide yönlendirmesine yardımcı olmaktadır[12].

Otobüs öncelikli şeritlerde veya alışılagelmiş otobüs güzergahlarında yaya kazaları riski, gelişmiş güvenlik özelliklerinin olmadığı durumlarda yüksektir. Bu durumlarda, Şekil 4.4'de gösterildiği gibi kırmızı ışıkta geçmeyi teşvik etmemek için korkulukları olan bir refüj kullanılması ve caddenin ortasında yaya refüj adaları tesis edilmesi, tasarlanmaktadır[12].

Otobüs öncelikli şeritler veya alışılagelmiş otobüs servisi durumunda, güvenliği geliştirmek, durağın kendisinden çok genel sokak ve kavşak tasarımını kapsamaktadır[12].

Amaç, diğer duraklarda olduğu gibi, durağa gelirken ve duraktan giderken karşılaşılan kırmızı ışıkta geçmeyi önlemek ve yayaları sinyalize kavşaklara doğru yönlendirmektir. Bu işlem, refüjde bir korkuluk yerleştirilerek ve onu durak olduğu tüm blok uzunluğu boyunca yapılmaktadır. Ayrıca tüm güvenlik hususları kırmızı ışıkta geçme üzerine özel odaklanarak ele alınmalıdır[12].



Şekil 4.4: Otobüs şeridinde orta refüj detaylı durak tasarımı örneği[12].

4.3 Kavşak Tasarımı

4.3.1 Kavşak tasarımına genel bakış

Beş çeşit otobüs yolu kavşağı vardır:

- Farklı düzlemde olan otobüs yolu geçişleri,
- Otobüs yolu erişim rampaları,
- Aynı düzlemde otobüs yolu geçişli kavşaklar,
- Aynı düzlemde sokak kavşağıyla kesişen kavşaklar,
- Aynı düzlemde servis yolu ya da ufak ulaşım yolu ile kesişen kavşaklar[11].

Hemzemin kavşaklarda kavşak açışının 90º'ye yakın olması beklenir en kötü koşullarda 70 º'den küçük olmamalıdır[11].

Otobüs yolları içerisinde ve dışarısında iki yönlü erişim yolları ve rampaları otobüs hareketleri için gereklidir. İşletim esnekliğini sağlamak için tüm manevraların otobüs yolu kavşaklarından ve rampalarından yapılması sağlanmalıdır. Ufak dönüş hacimli ve duraklara yakın olan uygulamalar için başlangıç olarak kavşak düzenlemeleri ele alınmalıdır. Yardımcı ve dönüş şeritlerinin ihtiyaçları kavşaktaki otobüs hacmine göre hesaplanmalıdır. Kavşak yaklaşımlarındaki yavaşlama durumunun, yalnızca yavaşlama şeritlerinden meydana gelmediği bilinmelidir. Eğer mümkünse otobüs yolu erişim rampaları durak alanlarında tasarlanmalıdır. Bu sayede yardım ve dönüş şeridi görevleri de karşılanmış olacaktır. Ayrılmış otobüs yolları için erişim rampalı kavşaklar, gerekli yardımcı ve dönüş şeritli ayrılmamış otobüs yollarını kapsamalıdır[11].

Duraklar, çoğu zaman hemzemin sinyalize kavşaklar ile otobüs yollarına konumlandırılır. Duraklar tasarlanırken, durak etrafındaki araç ve yaya hareketleri ile etkileşim halinde olmalıdır. Durak platformları, yeşil ışık ile otobüs önceliğini sağlamak ve sola dönüş şeridini kapatmamak için kavşağa uzak kenarda tasarlanmalıdır. Tüm kavşak yaklaşımlarında otobüs önceliği ilkesi ele alınmalıdır[11].

En düşük kurba yarıçapı, işletme hızlarının ve yolcu hacimlerinin düşük, emlak bedellerinin yüksek olduğu durumlarda uygulanmalıdır. Çizelge 4.6'da 14,5 metre uzunluğundaki otobüsler için istenen kavşak kurba yarıçapları gösterilmektedir. Bu uzunluk önerilen bir uzunluk değildir ama tecrübelere göre bu uzunlukta araçların otobüs yollarını kullandığı görülmektedir. Bu nedenle bu uzunluğa göre yarıçap hesaplanmıştır[11].

Çizelge 4.6: Araçların dönüş hızlarına göre yarıçapları[11].

DÖNÜŞ HIZI (km/saat)	YARIÇAP (metre)
0-15	15 (en az)
15-25	20 (en az)
25-35	23 (istenen)

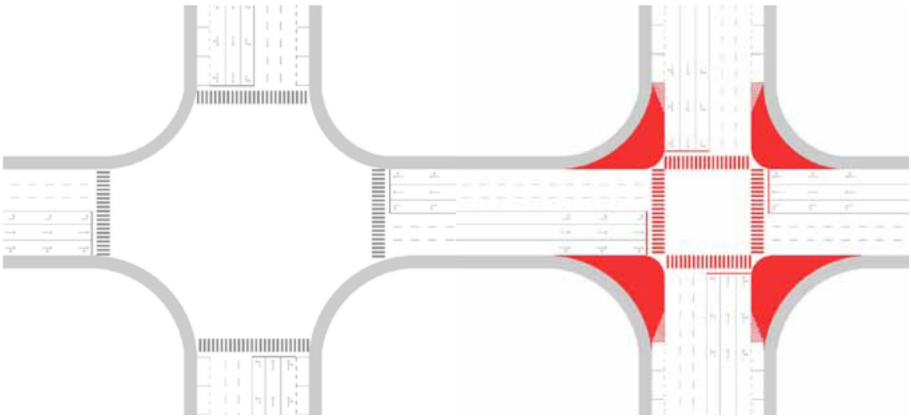
4.3.2 Kavşak tasarım detayları

Kavşaklarda güvenliği arttırmanın anahtarı, basit, dar kavşaklar tasarlamaktır. Kavşakların boyutu ve karışıklığı, sürekli olarak veri tabanında yer alan otobüs koridorları boyunca daha yüksek kaza frekansları ile koreledir[12].

4.3.2.1 Kavşak boyutu

Bir kavşağın alanı, sağa dönüş yarıçaplarının uzunluğundan ve her bir yaklaşımın genişliğinden etkilenir. Kaza frekans modeli, kavşağa giren her bir ilave şeridin kazaları %10 oranına kadar arttırabildiğini göstermektedir[12].

Kavşakları olabildiğince dar tutmak için, sağa dönüş yarıçapını azaltmak yani sadece sağa dönüş yapmak için gerekli olan en düşük genişliğin sağlanması gerekmektedir. İlave olarak, park şeritleri üzerinde bordür uzantıları kullanmak ve otobüs koridoru üzerindeki toplam şerit sayışını düşük tutmak gerekmektedir. Daha düşük dönüş yarıçapı ve kırmızı renkteki bordür uzantılarının bir kavşağın alanını daraltmak için nasıl kullanılabileceği Şekil 4.5'de gösterilmektedir[12].



Şekil 4.5: Düşük dönüş çaplarının yaya yürüme mesafesine etkisi[12].

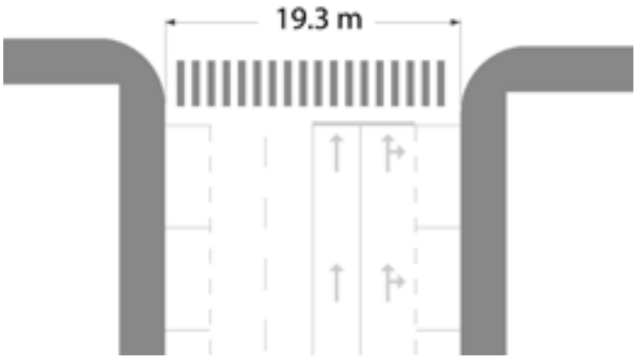
4.3.2.2 Sola dönüşler

Bir kavşakta izin verilen her bir sola dönüş hareketinin kazaları % 30'dan fazla arttırdığı hesaplanmıştır. Sola dönüşler genellikle herhangi bir sokak düzeninde yol güvenlik riski olarak değerlendirilirken orta şerit otobüs koridorlarında özellikle tehlikelidirler. Orta şerit koridorlarındaki otobüsleri içeren en yaygın kaza türü, arabalar koridorda otobüs şeritleri boyunca yasa dışı sola dönüşler yaptıkları ve arkadan yaklaşan transit bir araç ile çarpıştıkları zamandır[12].

Pek çok orta şerit otobüs koridorlarında, sola dönüşler yasaklanmıştır ve pek çok kavşakta döngüler ile yer değiştirmişlerdir. Bu, basit bir şekilde riski otobüs koridorundan yakındaki bir sokağa kaydırmak için döngünün dikkatli bir şekilde tasarlanmasını gerektirmektedir. Aynı zamanda hem sol dönüş yasağını hem de yerini alan döngüyü gösterilen işaretler kullanmak gereklidir. Alternatif olarak, sola dönüşlere tahsisli bir sola dönüş fazı ile belirli konumlarda izin verilebilir[12].

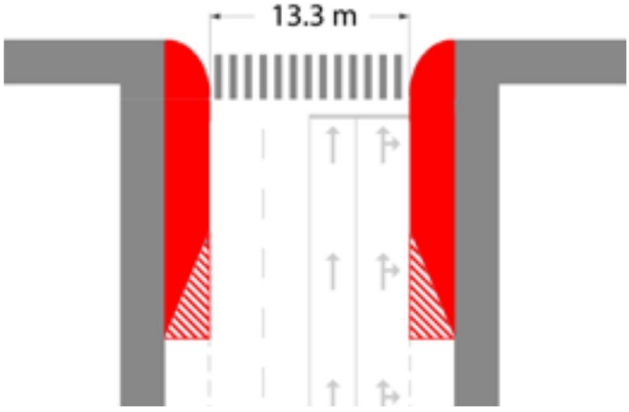
4.3.2.3 Yaya geçitleri

Yaya geçidinde her bir ilave metrenin yaya kazalarının sayısında % 3 ile % 5 arasında bir artış getirdiği hesaplanmıştır. Trafik şeritlerini mevcut tutarak bir kavşakta yaya geçidi uzaklığını azaltmak için iki tasarım örneği gösterilecektir. Şekil 4.6'da gösterildiği gibi geçit uzaklığı 19,3 metredir[12].



Şekil 4.6: Yaya geçidi mesafesi[12].

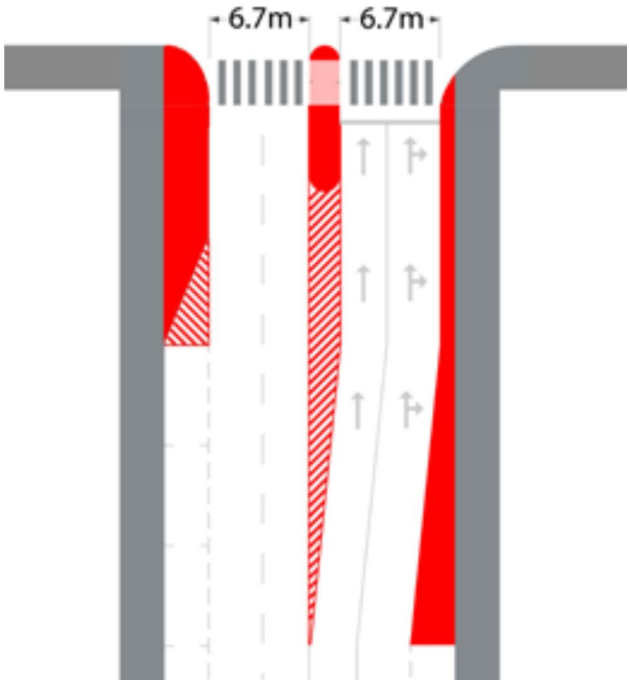
Bordür uzantıları veya bordür çizgileri kullanarak, kavşağa yaklaşımda iki park şeridi üzerinde kaldırım genişletilmiştir. Bu işlem, geçit uzaklığının 6 metre kısalmasına yani 13,3 metreye indirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu uygulama Şekil 4.7'de gösterilmektedir. Aynı zamanda da, hem sürücüler hem de yayalar için görüş açısını arttırmaktadır. Yaya geçidine kadar olan genişletilmiş alanda arka arkaya park etmiş arabaların bulunması halinde yayaların park etmiş bu arabaların arkasında beklenilmeyen bir şekilde ortaya çıkmaları olasılığı bulunmaktadır. Bu durum, yaya kazalarına neden olan yaygın bir faktördür. Kavşağın önünde park etme alanlarını kaldırarak sürücüler ve yayalar birbirlerini daha kolay görebilirler ve bu şekilde kazaların önlenmesine yardımcı olabilir[12].



Şekil 4.7: Daraltılmış yaya geçidi mesafesi[12].

Diğer bir çözüm, kavşağa yaklaşımda park şeridini kaldırıp, kaldırımın yakınında olan dört şeritten ikisini kaydırmak ve yaya geçidinin merkezinde bir yaya refüj adası oluşturmak için son boşluğu kullanmaktır. Bu uygulama, yayaların bir seferde sadece iki şerit geçmelerini sağlayacağı için yaya güvenliğini daha da arttırmaktadır. Bu uygulama Şekil 4.8'de gösterilmektedir. Nasıl tasarlandığına bağlı olarak, kavşağa yaklaşımda şerit kaydırmak aynı

zamanda bir hız azaltma ölçümü olarak da kullanılmakta ve yayalar için güvenlik sağlamaktadır[12].



Şekil 4.8: Kaydırılmış yaya geçidi mesafesi[12].

4.3.2.4 Korumalı yaya boşluğu

Mexico City'de 2011 yılında, metrobüs hattında ilerleyen bir otobüs açık bir şekilde dönüşü kaçırıp yaya bekleme alanına çıkıp, bir grup insanın üzerinden geçerek üç kişinin ölümüne ve birçok kişinin yaralanmasına sebep olmuştur[12].

Sokağın ortasında yerleşik olan yaya bekleme alanının olduğu yerlerde, yayalar için güvenlik önlemlerini sağlamak önem taşımaktadır. Bu güvenlik önlemleri, trafik ikaz konileri veya yükseltilmiş bordürler yerleştirilerek alınmaktadır. Bu şekilde, bir sürücü aracın kontrolünü kaybederse veya bir dönüşü kaçırırsa aracın yayalara zarar vermesi yerine bir trafik ikaz konisi veya bir bordüre çarparak istenmeyen kazalar önlenmektedir[12].

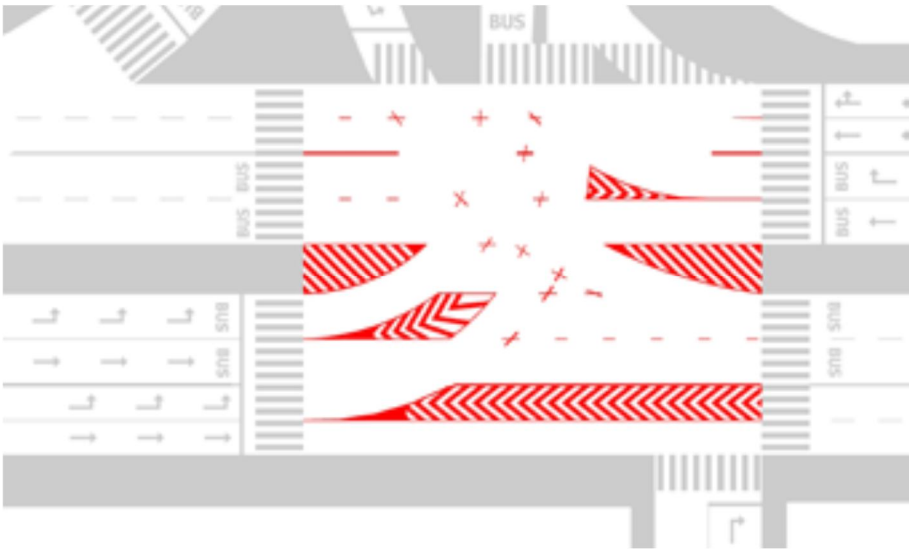
4.3.2.5 Kavşak işaretlemeleri

Daha büyük kavşaklar için ise kavşak alanı boyunca hareketleri yönlendirmeye yardımcı olan özel kaldırım işaretlemeleri kullanılmaktadır. Şerit işaretlemelerin uzatılması ve hayalet adalar olmak üzere iki çeşit temel kavşak işaretleme türü vardır. Kaldırım işaretlemelerinin şekli ve boyutu, ülkeden ülkeye değişmektedir. Her bölge için doğru işaretleme türünü bulmak adına uygulanabilir standartların kontrol edilmesi gerekmektedir. Şekil 4.9 ve Şekil

4.10'da işaretsiz bir kavşak ve Danimarka'da yaygın bir şekilde kullanılan kavşak işaretleme türü gösterilmektedir[12].



Şekil 4.9: Kavşak işaretleri olmadan bir kavşak örneği[12].



Şekil 4.10: Kavşak işaretlemeleri ile bir kavşak örneği[12].

4.3.2.6 Şerit hizalama

Kavşak boyunca devam eden şeritler, her zaman kavşağın her iki tarafında da uygun bir şekilde hizalanmış olmalıdır. Şerit hizalamada hafif bir hata olması, sürücülerin kafasını karıştıracak bir durum oluşturmakta ve kavşaktan çıkarken yanlış şeride geçme veya doğru şeritte kalmak için ani hareketlere neden olarak kaza ile sonuçlanmaktadır[12].

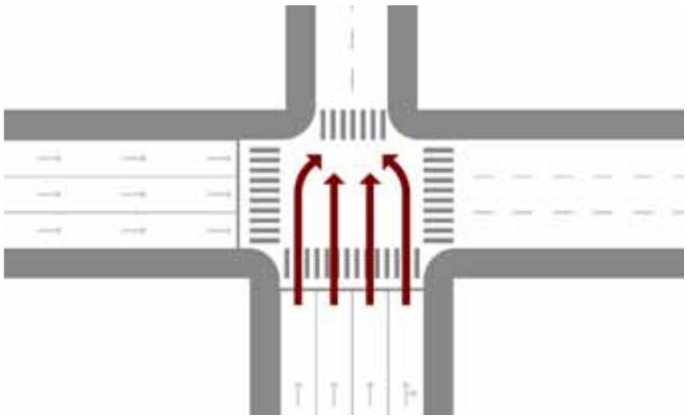
Küçük bir hatalı hizalama, sürücülerin şeritlerinde kalmalarına yardımcı olmak için kavşak işaretlemeleri kullanılarak ele alınabilir. Araçları ters şeritlere gönderecek kadar büyük bir hatalı hizalamaya izin vermemelidir. Zayıf şerit hizalaması olan küçük çapraz yollar için onları kapatmak ve sadece sağa dönüşlere izin vermek düşünülmelidir[12].

4.3.2.7 Şerit dengesi

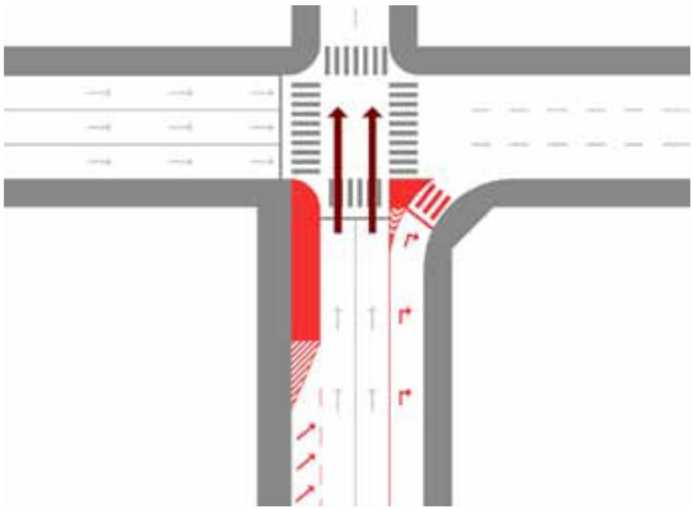
Şekil 4.11'de gösterildiği gibi, herhangi belirli yaklaşım veya dönüş hareketi boyunca kavşağa giren şerit sayısı aynı hareket boyunca kavşaktan çıkan şerit sayısından fazla ise bu şerit dengesizliği olarak tanımlanır. Bu önemli bir sorundur, çünkü araçların daha az şerit üzerinde birleşmeleri, bazı sürücülerin şeritlerinde ani değişiklik yaparak kazaya sebep olabilecek tepki vermelerine sebep olmaktadır[12].

Bazı durumlarda bu sorun, bazı şeritlerin sadece dönüş şeridi olarak tasarlanması ile çözülebilir. Şekil 4.12'de gösterilen örnekteki gibi, bir sokak bir kavşağa giren dört şeride ve kavşaktan sonra üç şeride sahipse, kavşak bağlantısındaki şeritlerden biri sadece sağ dönüş diğeri ise sola dönüş olarak belirlenebilir. Bu çözüm, etkin bir şekilde sadece üç düz şerit bırakarak şerit dengesini sağlamaktadır[12].

Diğer bir seçenek, sürücülere önceden uyarıda bulunarak bir şeridi bir önceki kavşakta veya orta blokta çıkarmaktır[12].



Şekil 4.11: Şerit dengesizliği[12].



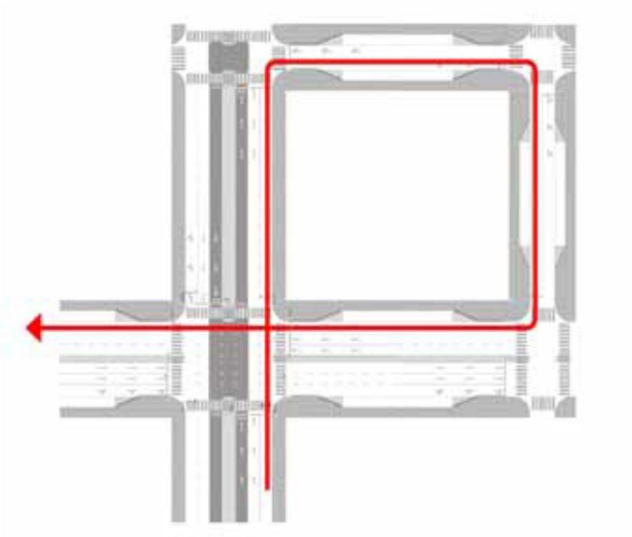
Şekil 4.12: Şerit dengesizliğinin sadece dönüş içeren şeritler ile giderilmesi[12].

4.3.2.8 Döngüler

Orta şerit otobüs koridorlarında sol dönüşleri engellemek yaygın bir kullanımdır. Bu kullanım, otobüsler ve genel trafik arasındaki en önemli tartışmalardan birini ortadan kaldırarak, güvenliğin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çözüm aynı zamanda bir sinyal fazını eleyerek ve otobüsler için daha yüksek yeşil zaman sinyal döngüsüne izin vererek, otobüs koridorundaki kapasiteyi geliştirmeye yardımcı olur[12].

Kavşaktan sonra uygulanan döngüler

Şekil 4.13'de gösterildiği gibi, güvenlik sebebiyle tercih edilen çözümdür çünkü bir sola dönüşün yerini üç sağa dönüş almaktadır.

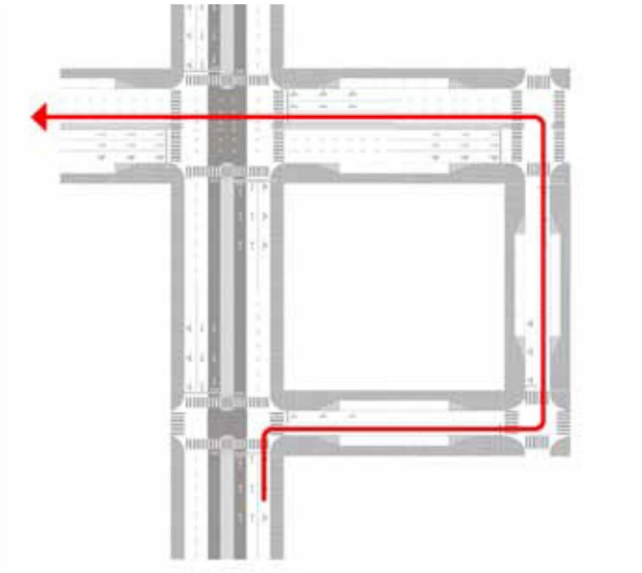


Şekil 4.13: Kavşaktan sonra uygulanan döngü örneği[12].

Döngü boyunca sokaklar, herhangi güvenlik problemleri veya sıkışıklık oluşturmadan ilave trafik hacmini karşılayabilir ise veya kavşağa komşu bloklar 150 – 200 metreden daha uzun ise döngü tarafından servis yolu çok uzun olabilir ve sürücü onu kullanmayabilir ise bu şekil döngü tasarlanmaktadır[12].

Kavşaktan önce uygulanan döngüler

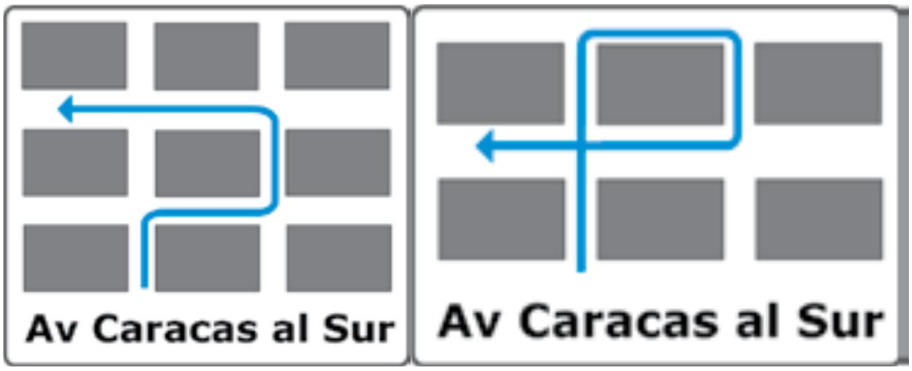
Şekil 4.14'de gösterilen bu seçenek, sadece önceki olasılığın uygun olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Bu döngü türünde bir sola dönüş bir sağa dönüş ve paralel bir sokak üzerinde iki sola dönüş ile yer değiştirmiştir ve sadece otobüs koridorundan diğer bir sokağa riski kaydırabilme olasılığı vardır. Sokaklar fazladan gelecek trafiği karşılayabilir olmalı ve döngü fazlasıyla uzun olmamalıdır[12].



Şekil 4.14: Kavşakta önce uygulanan döngü örneği[12].

4.3.2.9 Döngü işaretleri

Döngünün kavşaktan önce ya da sonra başlamasına bakılmaksızın, döngüyü belirten işaretler kavşağa gelmeden hemen önce yerleştirilmelidir. İşaretlerin tasarımı ve düzeni, yerel ve ulusal uygulanabilir tasarım standartlarına uygun olmalıdır. Mexico City'den bir örnek Şekil 4.15'de gösterilmektedir[12].



Şekil 4.14: Döngü işareti örneği[12].

Döngü işaretlerini yerleştirmek için aşağıdaki prensipler önerilmektedir.

- Döngüyü haber veren işaretler, her zaman, döngünün kavşaktan önce ya da sonra olmasına bakılmaksızın sola dönüşlerin yasaklı olduğu kavşaktan önce yerleştirilmelidir.
- Geniş yollarda, döngü işaretini kaldırım yerine şeritler üzerine yerleştirilmeli veya onu iyi görebilirlik sağlamak için hem kaldırım hem de refüje yerleştirilmelidir.
- İşaretleme, sadece döngünün düzenini anlamak için gerekli en az bilgi miktarını içerecek şekilde, olabildiğince basit olmalıdır.
- En yüksek hız limiti ile geçen bir sürücü tarafından kolaylıkla fark edilecek ve okunabilecek kadar büyük olmalıdır.
- İşaret üzerinde sokak isimleri işaretlenmemelidir. Döngünün hangi sokak için olduğunu belirtmek için sadece dönüşlerin yasaklı olduğu çapraz sokağın ismi işaretlenmelidir[12].

4.3.2.10 Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri için kavşak tasarımı örneği

Günümüzde hızla yaygınlaşmakta olan trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritleri için tasarlanmış kavşak önerisi Şekil 4.16'da gösterilmektedir.

Şekil 4.16'da 1 numara ile gösterilen kesimde; kaldırım kenarındaki şerit işaretlemeleri, açıkça araçların şeritten sadece sağa dönebileceklerini, fakat otobüslerin bu kuraldan muaf tutulduklarını belirtmelidir. Bu durumda kullanmak için doğru işaretlemeleri veya işaretleri bulmak için uygulanabilir standartlar incelenmelidir[12].

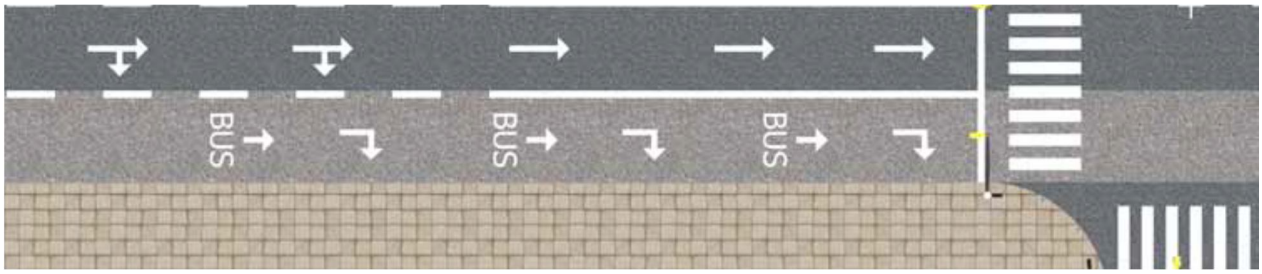
Şekil 4.16'da 2 numara ile gösterilen kesimde; dönüş yarıçapı, araçların çapraz sokaktan otobüs şeridine doğru kazara sağa dönmelerini engellemek için çok küçüktür. Buna rağmen, karma trafik şeritlerinden birine doğru güvenle sağa dönmek için yeterli boşluk vardır. Bazı araçların otobüs şeridine doğru sağa dönmeleri için bir ihtiyaç olması durumunda kullanılmamaktadır[12].

Şekil 4.16'da 3 numara ile gösterilen kesimde; uzun bloklu bölümler için, kavşaktan sonra otobüs şeridi ile diğer şeritler arasında bariyer kullanmak uygudur. Bu bariyerler bir sonraki kavşağa yaklaşıldığında çıkartılmalıdır. Ayrıca bu uygulama kullanıldığında güzergah üzerindeki dolmuş ve taksilerin, otobüs şeridinin duraklarını kullanması engellenmektedir. Bu nedenle bu tip uygulamalarda dolmuş ve taksiler için ayrı yolcu indirme ve bindirme cepleri yapılmalıdır[12].

Otobüs koridoru boyunca kavşağa bir yaklaşımın plan görüntüsü Şekil 4.17'de gösterilmektedir. Sağa dönen araçlar, kavşaktan önce kaldırım kenarı otobüs şeridine dahil olabilirler ve daha sonra otobüs şeridinden sağa dönebilirler. Otobüs şeridine birleşmek için olan boşluk, en az 50 metre uzunluğunda olmalıdır[12].



Şekil 4.15: Trafik akımı ile aynı yöndeki otobüs şeritlerine kavşak tasarımı örneği[12].



Şekil 4.16: Otobüs şeridi boyunca kavşağa yaklaşım örneği[12].

Kaldırım kenarı otobüs şeritleri olan kavşaklardaki temel güvenlik konularından birisi de sağa dönüşlerdir[12].

Otobüs şeridini paylaşan sağa dönüş trafiği, güvenlik açışından önerilen bir seçenektir. Otobüs şeridi ve karışık trafik şeritleri arasındaki fiziki engeller, kavşaktan önce kaldırılmalı ve sağa dönüş trafiğinin otobüs şeridine dahil olmasına izin verilmelidir. Araçlar otobüs şeridine dahil olurken potansiyel çatışma vardır fakat bu risk daha uzun bir birleşme alanı yaratılarak hafifletilir[12].

Bir diğer seçenek de kaldırım kenarı otobüs şeridi boyunca direk sağa dönüşlerdir. Eğer sağa dönüşler ve düz hareketler, aynı yeşil ışık fazını paylaşıyorsa, dönen araçlar ve otobüsler arasında ciddi bir çarpışma riski vardır. Eğer sağa dönüşler farklı bir yeşil faza sahipse ve eğer bir otobüs durma hattında kırmızı ışıkta bekliyorsa, sağa dönen araçlar sağlarındaki yaya geçidinde zayıf bir görüş açısına sahiptirler. Benzer şekilde, yayalar otobüslerin arkasından ortaya çıkan sağa dönen araçları görmeyeceklerdir ve beklemeyeceklerdir, bu durum kazalara yol açabilecektir[12].

Kaldırım kenarı otobüs sistemleri nadiren tek yöne saatte 5.000 yolcu üzerindeki kapasitelere erişebilirler. Otobüs şeridinden sağa dönen araçlar ile yayaların sağa dönen araçlar nedeniyle yaşanan gecikme için değerlendirme yaparken bile, bu kavşağın kapasitesi koridorun tipik olarak taşıyabileceğinin 4 katından fazladır[12].

Blok uzunlukları 200 metreden aşağı olduğu zaman kaldırım kenarı şeritler ve karışık trafik şeritleri arasında Şekil 4.18'de gösterildiği gibi herhangi türde fiziksel bariyer kullanılmamalıdır. Bariyerler, sağa dönen araçlar için güvenli bir birleşme alanı oluşturmak için yeterli yer bırakmamaktadır[12].



Şekil 4.17: 200 metrenin altındaki bloklarda kavşak tasarım örneği[12].

Bu durumlarda, kaldırım kenarı otobüs koridoru, daha çok karışık trafikte alışılagelmiş otobüs sistemi gibi çalışmaktadır. Sıkı yaptırım yolu dışında yetkisiz araçları otobüs şeridinden uzak tutmak mümkün olmamaktadır[12].

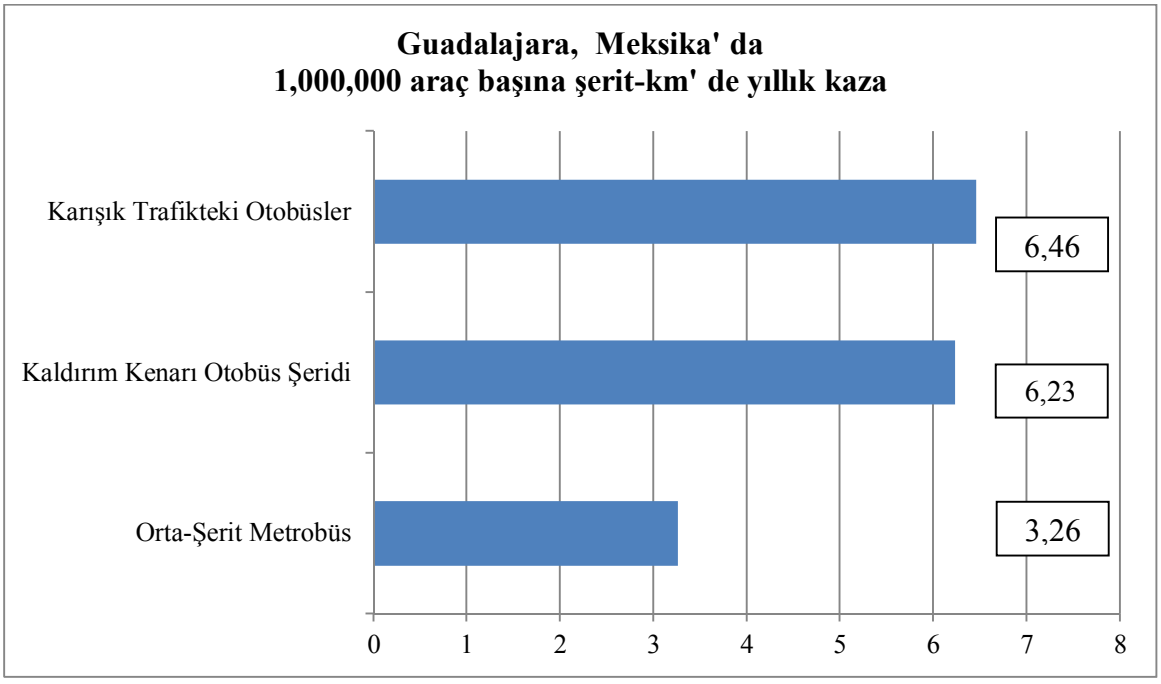
Dönen araçlar ile yüksek sayıda olası çatışmalar nedeniyle, otobüslerin daha düşük hızlarda çalışmaları olasıdır. Aynı zamanda, otobüs şeridinin yoğun bir şekilde sıkışık olması da mümkün olmaktadır[12].

Hem araçlar hem de yayalar için sıkışık kaldırım kenarı şeridinin varlığı hem araçlar hem de yayalar için daha yüksek kaza oranları ile doğru orantılıdır. Fakat araç çarpışmalarının büyük çoğunluğu, küçük ve sadece maddi hasar ile sonuçlanmaktadır[12].

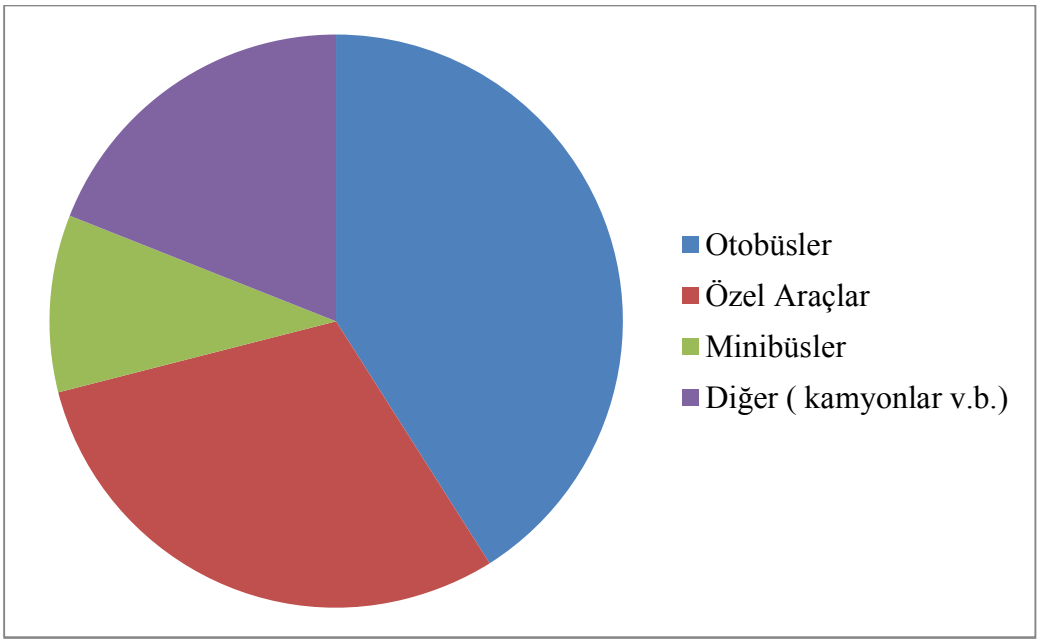
Kaldırım kenarı şeritlerin orta şerit sistemlerinden daha fazla güvenlik hususu ortaya koymaktadır. Bu nedenle kaldırım kenarı otobüs şeritlerini tasarlarken güvenliği arttırmak için kavşakları daraltmak, yaya geçitlerini kısaltmak, şerit dengesini ve hizalamasını sağlamak gibi tüm diğer bilinen risk faktörlerini azaltmak önemlidir[12].

Meksika'nın Guadalajara şehrindeki örnekler baz alınarak otobüs koridor tiplerinin güvenlik açışından analizi Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de gösterilmektedir[12].

Otobüs şeritleri ile trafik şeritleri arasında fiziksel bir ayrım olmadığı zaman, yüksek bir frekans ve yüksek kapasite otobüs servisi elde etmek biraz daha zor olmaktadır. Otobüs koridoru, karışık trafikte aşağı yarı alışılagelmiş otobüs servisi gibi çalışacağından ve otobüs şeridine park etmiş yetkisiz araçlarda dolayı otobüs hızları daha da düşmektedir[12].



Şekil 4.18: Guadalajara'da yol güvenliği kaydının kıyaslanması[12].



Şekil 4.19: Guadalajara'da otobüs şeridinde kazalara karışan araçların dağılımı[12].

5. İSTANBUL'DAKİ GÜNCEL OTOBÜS ŞERİDİ UYGULAMALARI

5.1 Otobüs Şeridi Uygulamasına Geçiş

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, metrobüs uygulamasından sonra raylı sisteme alternatif olarak otobüs şeridi uygulamalarını gündeme getirmiştir. Metrobüste arttırılan toplu taşıma yolcu kapasitesinin otobüs şeritleri ile de sağlanması hedeflenmiştir. İstanbul genelinde trafik yoğunluğuna çözüm olması adına, ulaşımda toplu taşımanın payının ve cazibesinin attırılması için Metrobüs uygulamasından sonra dünyanın gelişmiş pek çok ülkesinde uygulanan otobüs şeritleri uygulamaya konulmak üzere projelendirilmiştir.

Otobüs şeridi uygulaması, raylı sistem ve metrobüs uygulamasına göre daha masrafsız ve daha çabuk sürede hizmete açılacağından tercih sebebi olmuştur.

İstanbul trafiğinde sağ banketteki parklanmanın trafiğe çok büyük olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Otobüs şeridi uygulamalarında da bu parklanmalar ile doldurulmuş sağ banketin boşaltılarak o şeridin otobüslere tahsis edilmesi tasarlanmıştır. Bu tahsis işlemi, İstanbul uygulamalarında belli zirve saatlerle sınırlandırılmıştır. Zirve saatlerde bu şeritler toplu taşıma araçlarına tahsis edilecek, bunun dışındaki saatlerde de tüm kullanıcılara açılacaktır.

İstanbul'daki güncel uygulamalarda geçmiş uygulamaların ve metrobüs uygulamasının aksine, yolun orta refüjünden değil sağ banket tarafından yolun tahsis edilmesi hedeflenmiştir. Yine bu uygulamaların aksine tahsisli yollar belli fiziki engellerle mevcut yoldan ayrılmamıştır. Otobüs şeridi uygulamalarında yol yalnızca trafik işaretleri ve yerlerdeki kompenantlı boyalar ile sağlanmıştır.

Uygulamada bahsedilen, otobüs şeridinin mevcut yoldan fiziki engel ile ayrılmamış olması ve yalnızca belli saatlerde bu tahsisin sağlanıyor olması birbileri ile bağlantılı iki konudur. Hedef olarak bu şerit tamamen toplu taşımaya ayrılmak istenmemiştir. Yalnızca zirve saatlerde tahsis sağlayıp trafik akışının sağlanması, diğer saatlerde de trafiğin normal seyirinde devam etmesi hedeflenmiştir.

Uygulamanın amacının; fazla yatırım yapmadan, yolcuların alışkanlıklarını fazla değiştirmeden, mevcut altyapıyla oynamadan, kısa vadede insanları toplu taşımaya yönlendirmek olduğu anlaşılmaktadır.

5.2 Uygulama Bölgeleri

İlk etapta Millet Caddesi-Taksim, Kızıltoprak-Bostacı-Tuzla, Beşiktaş-Maslak, Yenikapı-Başakşehir, Şirinevler-Mahmetbey güzergahları belirlenmiş ve bunlar arasından 7,5 km uzunluğundaki Millet Caddesi-Taksim hattı pilot güzergah olarak seçilmiştir [14]. Millet Caddesi uygulamasının başlangıcı Şekil 5.1'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1: Millet Caddesi girişinde otobüs şeridini gösteren ışıklı tabela.

Güzergahlar incelendiğinde; hatlarının tümünün başka bir raylı sistem veya metrobüs ile entegre edilerek tasarlandığı kolaylıkla anlaşılmaktadır. Tasarımdaki amacın insanları toplu taşımaya yönlendirmek olduğu görülmektedir. Yolcuların yolda zaman kaybını engelleyip konforu arttırılarak toplu taşıma tercih ettirilmeye çalışılmaktadır.

Yolcular belki bir tek metro hattını kullanarak istedikleri yere gidememektedirler. Fakat bu uygulama ile metrodan inip otobüs şeridini kullanacaklar veya otobüs şeridini kullandıktan sonra metrobüse aktarma yapacaklardır. Bu sayede yolcuların, trafik sıkışıklıklarına maruz kalmamaları ve kesintisiz bir ulaşım sağlamaları hedeflenmiştir. Bu şekilde tasarlanmış bir ulaşım ağında özel araç sahibi vatandaşlar bile toplu taşımaya yönlenecek başta trafik sıkışıklığı olmak üzere petrol tüketimi ve karbondioksit salınımının önüne geçilecektir. Pilot uygulama ile araç sahiplerinin toplu taşımayı seçmesinden dolayı yıllık 650.000 litre yakıt tasarrufu ile karbondioksit salınımında 1.500 ton azalma olacağı hesaplanmıştır [14].

Otobüs şeridi uygulaması ilk olarak 3 Eylül 2012 tarihinde Millet Caddesi ve Mahmutbey - Şirinevler güzergahında kullanıma başlanmıştır. Otobüs şeridi ilk uygulamasında özel araç

yerine toplu taşıma sistemini belirtilen saatlerde, günde yaklaşık 17.000 vatandaş faydalanmıştır. Ayrıca vatandaşın sistemi benimsemesiyle yolcu taşıma kapasitesi 20.000'i geçmiştir. Toplu taşıma yolunda daha fazla yolcu taşınırken, ulaşım süresi kısalmıştır. Ortalama sefer süreleri 61 dakikadan 55 dakikaya inmiştir. Sefer sürelerinde yüzde 10 oranında bir azalma olmuştur [15].

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 3 Eylül 2012' de Aksaray-Millet Caddesi-Topkapı ile Şirinevler-Mahmutbey arasında başlatılan ve sadece toplu taşıma araçlarının kullandığı "öncelikli yol" uygulaması beğeniyle karşılanmıştır. Uygulama 21 Aralık 2012'den itibaren de Fatih'teki Aksaray-Unkapanı Köprüsü, Beyoğlu'ndaki Refik Saydam Caddesi ile Tarlabaşı Bulvarı ve Beyoğlu Şişhane, Karaköy yönü Tersane Caddesi'nde başlatılmıştır. Böylelikle Millet Caddesi, Taksim'e kadar aralıklarla otobüs şeridi uygulamasına geçmiştir. Ayrıca Taksim'e giden istikamette, Unkapanı Köprüsü'nden Karaköy'e kadar olan kesim de otobüs şeridi uygulamasına geçmiştir.

5.3 Pilot Uygulama: Millet Caddesi - Taksim

Millet Caddesi-Taksim güzergahı; Millet Caddesi, Atatürk Bulvarı ve Tarlabaşı Bulvarı olmak üzere 3 kısımda incelenmiştir.

Projenin uygulamaya girmesiyle, 07:00 ile 20:00 saatleri arasında, Millet Caddesi'de yaklaşık taşıt hacmi 50.000, Atatürk Bulvarı'nda yaklaşık taşıt hacmi 90.000 ve Tarlabaşı Bulvarı'nda yaklaşık taşıt hacmi 70.000 rakamlarına ulaşacağı, Otobüs şeridi uygulaması sonucu özel araç yerine toplu taşıma sistemine günlük bazda yaklaşık 5.000 kişinin geçeceği öngörülmüştür [15].

Millet Caddesi, Şekil 5.2'de gösterildiği gibi orta aksta birer şerit hafif raylı sistem olan, trafiğin işlediği üçer şeritli, ancak özellikle Topkapı-Aksaray yönündeki parklanmadan dolayı iki şerit çalışan Millet Caddesi'nde parklanmanın kaldırılarak İETT ve Özel Halk Otobüslerine tahsisli bir otobüs şeridi oluşturulmuştur.

Topkapı-Aksaray yönünde Kızılelma Kavşağı'nda trafik sıkışıklığına yol açan otobüs durakları da bu uygulama sonucunda disiplin altına alınarak caddenin trafik kapasitesi arttırılmıştır.

Aksaray-Topkapı yönünde İ.Ü. Çapa Fakültesi önünde genel olarak taksi beklemelerinin yol açtığı trafik problemleri de otobüs şeridi uygulaması çerçevesinde çözüme ulaştırılarak, Millet Caddesi üzerindeki olumsuzluklar giderilmiesi amaçlanmıştır [14].

Atatürk Caddesi; yol enkesit yetersizliği ve artere olan giriş-çıkış noktalarının yoğunluğu sebebiyle Aksaray üstgeçitinden Şişhane bölgesine kadar olan kesimde toplu taşıma araçları mevcut trafik ile birlikte hareket etmektedir.

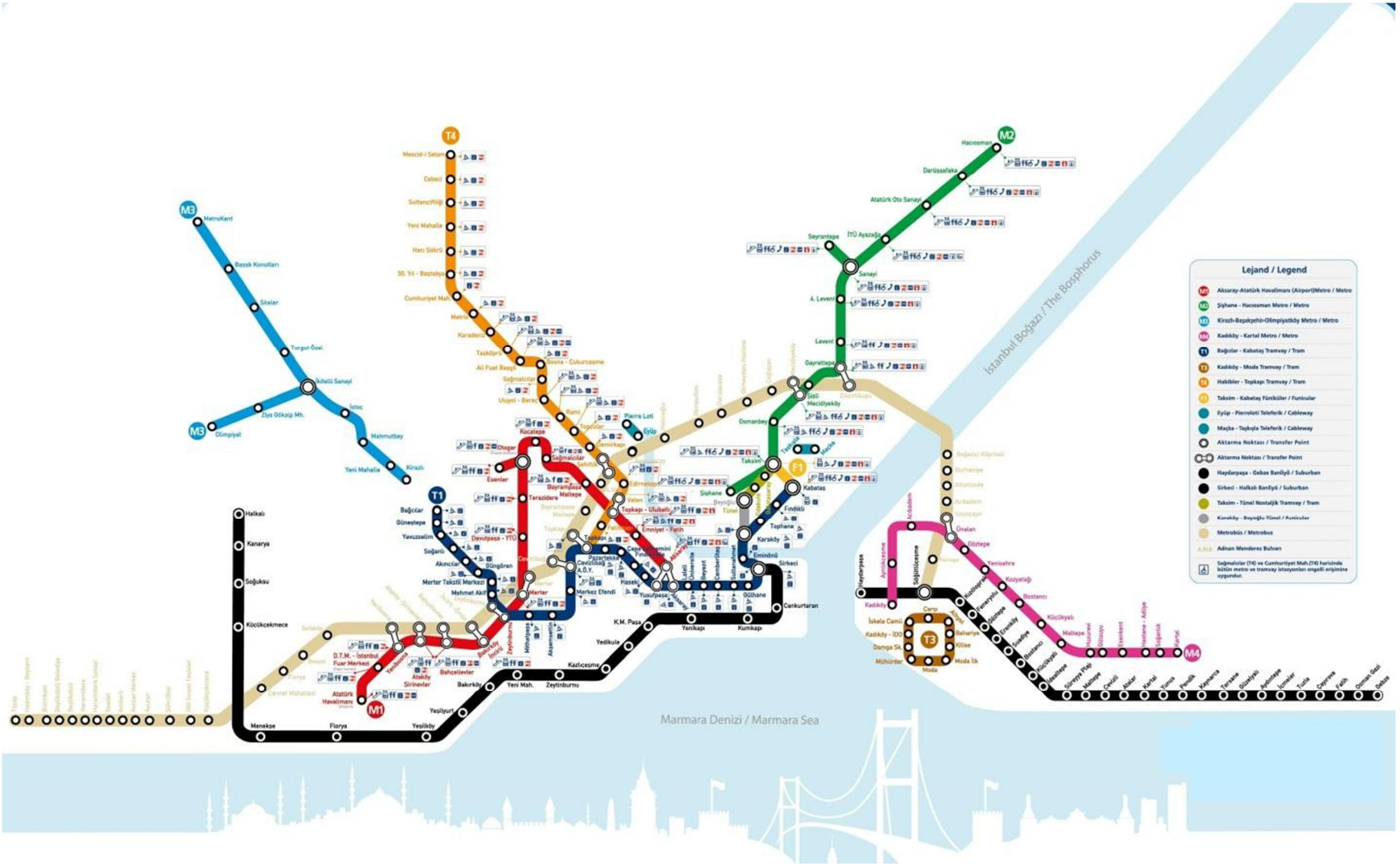
Tarlabaşı Bulvarı; parklanmadan dolayı kapasitesinin altında çalıştığından, otobüs şeridi tahsisi ve Taksim Meydan Projesi ile düzenlenerek mevcut sistemin verimli bir şekilde kullanılması tasarlanmıştır.

Millet Caddesi – Taksim arası 7,5 km olup, Topkapı – Taksim yönünde 17, Taksim – Topkapı arasında ise 18 adet İETT durağı bulunmaktadır.

Millet Caddesi – Taksim uygulaması; Topkapı'da T4 Habipler – Topkapı tramvayı ve Beylikdüzü – Söğütlüçeşme metrobüsüyle, Millet Caddesi'nde T1 Bağcılar – Kabataş tramvayıyla, Unkapanı, Şişhane ve Taksim'de M1 Unkapanı – Hacıosman metro hattı ile, Aksaray'da M1 Aksaray – Atatürk Havalimanı metro hattı ile etkileşimlidir. Pilot güzergah seçilen bu hat, tüm bu sistemlerle etkileşimli olduğundan toplu taşımayı özendirmektedir. İETT'nin ulaşım ağı Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2: Millet Caddesi enkesitinin görünümü.



Şekil 5.3: İstanbul ulaşım ağı [16].

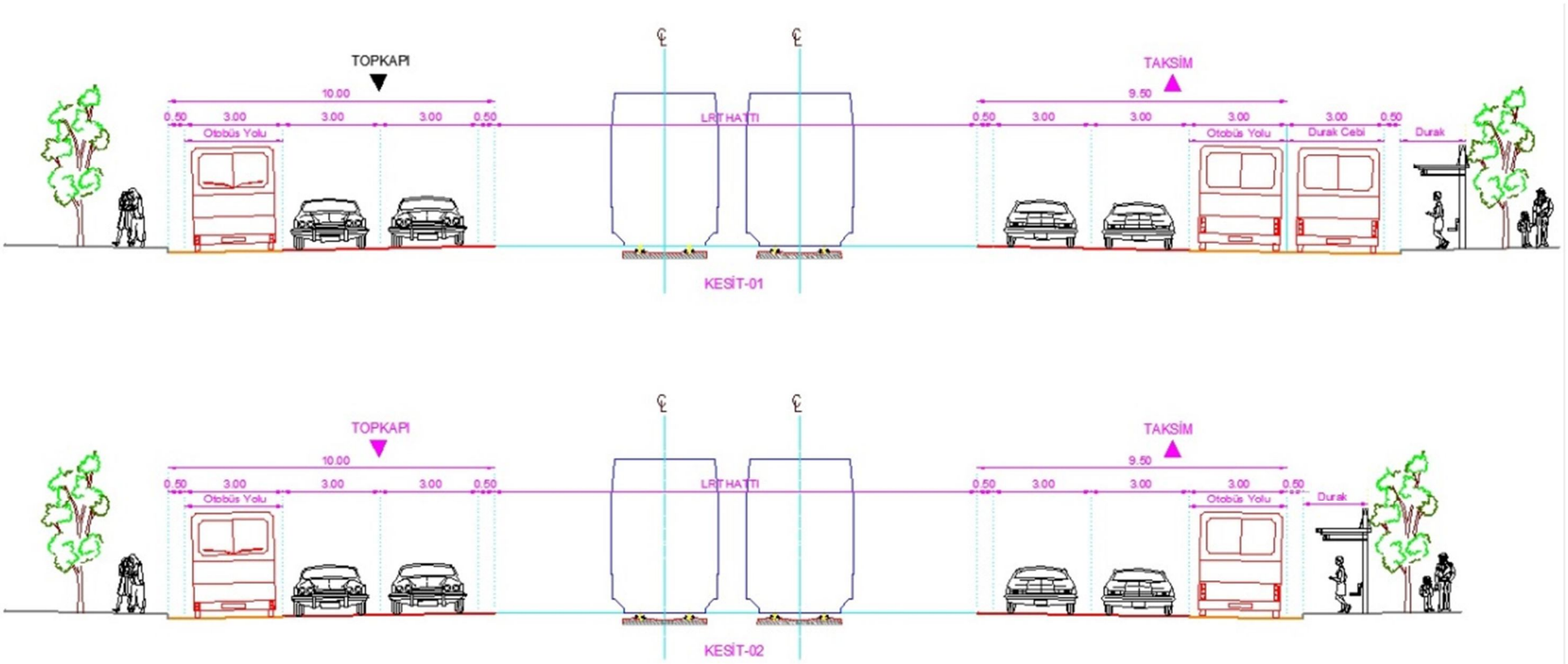
5.4 Pilot Uygulamanın Tasarım Açısından İncelenmesi

Millet Caddesi – Taksim uygulaması, Millet Caddesi kesiminde, Şekil 5.4'de gösterildiği gibi orta akstan tramvay geçecek şekilde uygulanmaktadır.

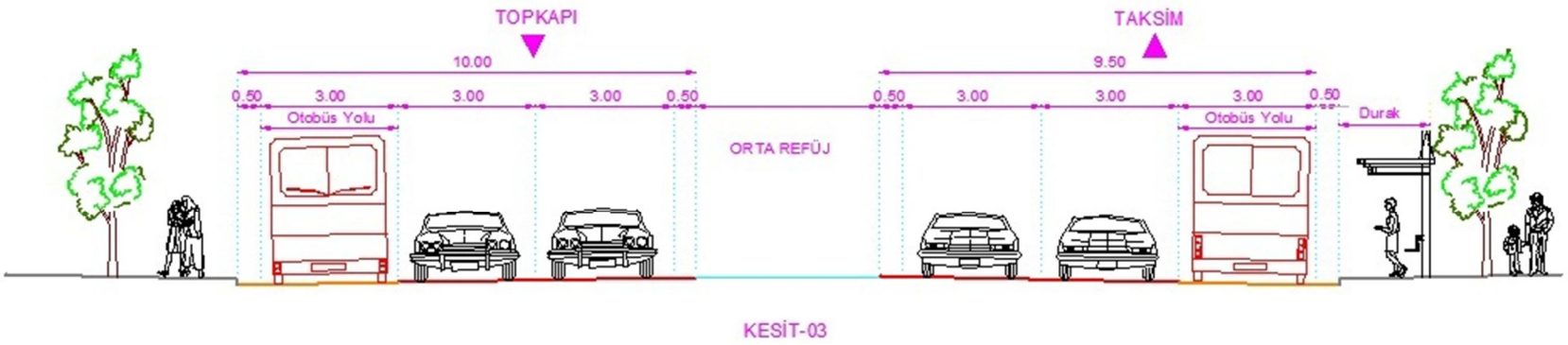
Uygulama, Atatürk ve Tarlabaşı Bulvarlarında ise orta kesimde tramvay hattının yerine Şekil 5.5'de gösterildiği gibi orta refüj bulunmaktadır.

Otobüs şeridi ve mevcut trafiğin işlediği yoldaki genişlikler standartlara uygundur. Trafiğin aksamasına kuyruklar oluşmasına neden olmamaktadır. Fakat şerit genişlikleri kadar durak ceplerinin uzunlukları da trafik sıkışıklığında büyük etkenlerdir. Uygulama şehrin en kalabalık, en yüksek trafik hacimli caddelerinden birinde yapıldığından dolayı, mevcut altyapıya müdahale şansı vermemiştir. Otobüs şeridi tasarlanırken yeniden bir yol yapma yoluna değil de mevcut yol ile idare etme yoluna gidilmiştir.

Otobüs şeridi uygulamasının yapıldığı kesimlerde otobüs durakları ve durak uzunlukları Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2'de gösterilmektedir.



Şekil 5.4: Millet Caddesi'nin tipkesiti.



Şekil 5.5: Atatürk ve Tarlabaşı Bulvarı'nın tipkesiti.

Çizelge 5.1: Topkapı – Taksim yönü durak uzunlukları.

Durak İsmi	Durak Uzunluğu (metre)
Pazartekke	50
Şehremini	17
Çapa	45
Fındıkzade	12
Haseki	55
Yusufpaşa	42
Müze	25
Unkapanı	100
Şişhane 02	35
Tepebaşı	24
Ömer Hayyam	30

Çizelge 5.2: Taksim – Topkapı yönü durak uzunlukları.

Durak İsmi	Durak Uzunluğu (metre)
Ömer Hayyam	4
Tepebaşı	4
Şişhane 03	40
Şişhane 01	70
Unkapanı	80
Müze	55
Yusufpaşa	80
Haseki	45
Fındıkzade	37
Çapa	60
Şehremini	65
Pazartekke	10
Topkapı	120

Topkapı – Taksim yönünde 11 adet, Taksim – Topkapı yönünde 13 adet olmak üzere otobüs şeritleri üzerinde toplam 23 adet durak bulunmaktadır. Bu duraklar arasında Şekil 5.6'da gösterildiği gibi durak cebi olmayan duraklar bulunmaktadır. Durak uzunlukları da birkaçı

hariç yetersiz kalmaktadır. Otobüs şeridinin bulunduğu güzergah yüksek trafik hacmi altındadır. Millet Caddesi'nde toplam 48 adet otobüs hattı çalışmaktadır. Hat listesi Çizelge 5.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.3: Millet Caddesi'ni kullanan otobüs hatları [17].

145 İ.MARMARA EVLERİ – AKSARAY
145T BEYLİKDÜZÜ-TAKSİM(ÇİFT KATLI)
28 EDİRNEKAPI – BEŞİKTAŞ
31 YENİBOSNA (KUYUMCUKENT) - YENİKAPI
32A CEVATPAŞA – AKSARAY
33 GİYİMKENT - T.REİS – EMİNÖNÜ
33B GİYİMKENT - BİRLİK MH - EMİNÖNÜ
33Y YÜZYIL MH.-EMİNÖNÜ
36 KARADENİZ MAHALLESİ - BEYAZIT
36ES ESENTEPE MAH. – BEYAZIT
41ST SEYRANTEPE – TOPKAPI
48A GÖKTÜRK – TOPKAPI
500A EDİRNEKAPI-KADIKÖY
71T ATAKÖY – TAKSİM
72T YEŞİLKÖY – TAKSİM
73 YENİBOSNAMETRO-TAKSİM
73F FLORYA – TAKSİM
75M AKSARAY – MECİDİYEKÖY
76D BAHÇEŞEHİR-TAKSİM(ÇİFT KATLI)
76T İSPARTAKULE-BİZİMEVLER-TAKSİM
77MT MECİDİYEKÖY-EDİRNEKAPI-TAKSİM
79E KAYABAŞI KİPTAŞ-KAYAŞEHİR-EMİNÖNÜ
79KT KAYAŞEHİR-GÜVERCİN-TOPKAPI
79Ş ŞAHİNTEPESİ-TOPKAPI
82 YENİBOSNA METRO – EMİNÖNÜ
82B YENİBOSNA METRO – BEYAZIT
83O OTOGAR – TAKSİM
85T ESENLER METRO – TAKSİM
87 EDİRNEKAPI – TAKSİM
88 YUNUS EMRE MAHALLESİ-TOPKAPI
89 ATAKENT MAHALLESİ-AKSARAY
89B TEPEÜSTÜ-AKSARAY
89C BAŞAKŞEHİR 4 -1. ETAPLAR - TAKSİM
89İ ATAKENT İNÖNÜ MAH.-AKSARAY
92 ATEŞTUĞLA – EMİNÖNÜ
92B ATEŞTUĞLA – BEYAZIT
92C HAZNEDAR – EMİNÖNÜ
92K ATEŞTUĞLA - KİRAZLI - BEYAZIT
92T BAĞCILAR DEV.HASTANESİ - TAKSİM
93 ZEYTİNBURNU-EMİNÖNÜ
93C ZEYTİNBURNU – BEYAZIT
93T ZEYTİNBURNU-TAKSİM
94 OSMANİYE – EMİNÖNÜ
94A BAKIRKÖY – BEYAZIT
97 GÜNEŞLİ – BEYAZIT
97A BASINSİTESİ – EMİNÖNÜ
97B ÇAVUŞPAŞA – BEYAZIT
97T BASINSİTESİ – TAKSİM

Bu kadar çok otobüs hattının çalıştığı bir güzergahta durak uzunlukları oldukça önem kazanmaktadır. Çünkü otobüs şeridini diğer yoldan ayıran özellik ekspres olmasıdır. Duraklarda birikmeler olduğu sürece bu ekspres özelliği kaybolmaktadır. Uygulamanın başlayacağı bölgeye toplama alanı yapılıp aynı yere giden otobüs seferleri azaltılmalı, daha hacimli otobüslerle sağlanmalıdır.

Bir durakta, bir otobüs duracağında tasarlanacak durak uzunluğunun 40 metre olduğunu düşündüğümüzde, Millet Caddesi'nde 3 otobüs bir durağa girecek gibi hesaplanmalı, taksi ve dolmuşlarında bu durakları kullanacakları göz önüne alınarak, durak uzunlukları en az 120 metreye çıkarılmalıdır. Cepsiz duraklar ise tasarımda hiç düşünülmemelidir.



Şekil 5.6: Tepebaşı'nda cepsiz durak örneği.

Uygulama, yerinde gezilip incelendiğinde, durak uzunluklarının kısalığından dolayı otobüslerin otobüs şeridinde yolcu indirip bindirirken otobüs şeridini tıkadığı , durakta durmayacak otobüslerin ise mevcut yoldan devam ettiği bu nedenle de trafiğin ciddi şekilde sıkıştığı görülmektedir. Durak ceplerini kullanmayan otobüsler Şekil 5.7'de gösterilmektedir.



Şekil 5.7: Kullanılmayan otobüs cepleri.

5.5 Pilot Uygulamanın Güvenlik Açısından İncelenmesi

Otobüslerin öncelikli olduğu yolların en belirgin özelliği, toplu taşıma trafiğinin mevcut trafikten bağımsız çalışmasını sağlamaktadır. Uygulamanın tüm çeşitlerinde yolun mevcut trafikten ayrılması farklı şekillerde sağlanmaktadır. Bu ayırım, gerek fiziksel engelle gerekse kompenantlı boyalarla sağlanmakta ve trafik levhaları ile güçlendirilmektedir. Şekil 5.8'de Millet Caddesi girişindeki başüstü tabela gösterilmektedir.



Şekil 5.8: Otobüs şeridini gösteren başüstü tabela.

İstanbul'daki otobüs şeridi uygulamalarında fiziksel engel kullanılmamakta Şekil 5.9 ve Şekil 5.10 ve Şekil 5.11'de gösterildiği gibi, 2 mm kompenantlı boyalarla sürücü ve yayalar bilgilendirilmektedir. Trafiğin yoğun olduğu zirve saatlerde uygulama yapılacak, bunun dışındaki saatlerde diğer araçlara açılacak şekilde uygulanmaktadır. Zirve saatlerin, trafik yoğunluğuna, mesai saatlerine ve mevsim değişikliği gibi etkenlere bağlı olarak önceden Emniyet Müdürlüğü'ne bildirilmek sureti ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından belirlenmesi planlanmıştır.



Şekil 5.9: Otobüs şeridini temsil eden yer boyaması.

Uygulama saatleri ve giriş çıkışlara ait düzenleme, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yatay ve düşey işaretlemeler ile belirlenmiştir. Taksi, dolmuş gibi araçların yolcu indirme ve bindirme noktaları ve kuralları da ayrıca belirlenmiştir. Otobüs şeritlerine çıkan cadde ve sokaklara giriş çıkışlar, otobüs şeritleri projesinde belirlenmiştir. Otobüs şeritlerinin ihlali durumunda, ihlal eden araca Karayolları Trafik Kanununa göre ceza yazılmaktadır.



Şekil 5.10: Otobüs şeridinde park yapılamayacağını gösteren yer boyaması.



Şekil 5.11: Otobüs şeridinin EDS ile denetlendiğini gösteren yer boyaması.

Projenin uygulama, kontrol ve denetimi İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İstanbul Emniyet Müdürlüğü koordinasyonunda yapılmaktadır. Ayrıca belirli yerlere Şekil 5.12'de gösterildiği gibi EDS kameraları yerleştirilmiştir.



Şekil 5.12: Otobüs şeridini denetlemekte olan EDS kamerası.

Pilot uygulamanın yapıldığı Millet Caddesi, birçok yerleşim alanının yakınında ve geçiş yeri konumundadır. Topkapı, Aksaray gibi iki büyük yerleşim merkezini birbirine bağladığından ve cadde üzerinde İ.Ü. Çapa Fakültesi gibi sürekli yoğunluk yaratacak bir etken olduğundan, caddeye giriş çıkışlar Şekil 5.13'de gösterildiği gibi oldukça fazladır. Caddede oldukça fazla sayıda ve uzun yaya yürüme mesafelerine sahip yaya geçitleri bulunmaktadır. Bu etkenler güvenlik açısından oluşacak riskleri arttırmaktadır. Aynı şekilde Tarlabaşı Bulvarı'nda da şeritlere giriş çıkış sayısı oldukça fazladır.



Şekil 5.13: Otobüs şeridine giriş ve çıkışı gösteren bir kavşak.

Atatürk Bulvarı'nda ise bu iki güzergaha göre giriş çıkışlar daha az sayıda ve kontrole alınabilecek seviyededir.

Güzergah üzerindeki parklanmalar, trafikte oluşabilecek güvenlik risklerini arttırmaktadır. Seyir halinde giden otobüsler, parklanmalar nedeniyle ani frenler yapmakta ve şerit değiştirmek zorunda kalmaktadır. Otobüs şeridinden mevcut trafiğin aktığı şeride giren otobüsler, araçlar için bir risk yaratmaktadır.

Parklanmalar özellikle; otel, kargo, market, dükkan, inşaat sahası girişlerinde yaşanmaktadır. Millet Caddesi'nde çok sayıda otel, market, kargo ve dükkanlar bulunmaktadır. Servis araçları, nakliye kamyonları, özel araçlar istediği gibi otobüs şeridini ihlal etmektedir. Tarlabaşı Bulvarı'nda da ekil 5.14'de gösterildiği gibi otel girişleri otopark gibi kullanılmaktadır.



Şekil 5.14: Otel önünde otopark şeklinde kullanılıp ihlal edilen otobüs şeridi.

Ayrıca yine Tarlabaşı Bulvarı'nda devam etmekte olup Şekil 5.15'de gösterilen bir inşaat, otobüs yolunu tamamen ihlal etmektedir. Buna idarenin ve emniyet görevlilerinin müdahale etmemesi gerçekten düşündürücüdür.



Şekil 5.15: İnşaat sahası tarafından ihlal edilen otobüs şeridi.

Şekil 5.16'da gösterildiği gibi, yine Tarlabaşı Bulvarı'nda TRT Binası önü, servis araçları tarafından ücretsiz otopark gibi kullanılmaktadır.



Şekil 5.16: Parklanmalar ile ihlal edilen otobüs şeridi.

Bu tip ihlaller güvenlik sorunu yarattığı gibi, güzergahın ekspres olma özelliğini de kaybettirmektedir. Gerekli denetimin yapılmayıp, bu ihlallerin engellenmemesi otobüs şeridi uygulamasını asıl amacından uzaklaştırmaktadır.

Güvenlik açısından risk arttıran etkenlerden biri de bilinçsiz şoförler, yayalar ve yolculardır. İlk olarak mevcut trafikteki araçların sürücüleri; bilgilendirilmeli ve uyarılmalıdır. Uygulamada otobüs şeridi mevcut yol ile birbirinden fiziksel engel ile ayrılmadığından, şerit çizgileri, yer boyaları, başüstü tabelalar ve ışıklı uyarıcılar büyük önem taşımaktadır. Pilot uygulamada bu konuda eksiklikler göze çarpmaktadır. Otobüs şeritlerini komple renkli şekilde boyamaktansa şerit çizgileri ve az sayıda yer boyası tercih edilmiştir. Kullanıma açılmasının üzerinden kısa bir süre geçmesine rağmen de bu boyalarda eskimeler göze çarpmaktadır. Ayrıca dikkati çekmek için yer boyamalarını yapmadan önce asfalt üzerinde onarımlar da yapılmamıştır.

Yer boyamalarında üç farklı boyama dikkati çekmektedir. EDS uyarısı, park yasağı sembolü ve otobüs şeridini temsil eden boyama kompenantlı boya ile zemine uygulanmıştır. Bu gibi boyamalar arttırılmalı daha kaliteli ve özenli yapılmalı hatta tüm güzergah boyunca şerit farklı renkte boyanarak dikkat çekilmelidir.

Başüstü trafik levhaları sayısının da eksikliği göze çarpmaktadır. Millet Caddesi Topkapı girişinde, güzergah boyunca en belirgin uygulama göze çarpmaktadır. Bu sayede de uygulamanın dikkat çektiği ve o bölgede sürücülerin kurala daha çok uyduğu gösterilmektedir. Işıklı ve ışıksız tabelalar güzergah boyunca arttırılarak, araç ve otobüs sürücülerinin bilgilendirilmesi sağlanmalıdır. Anlatılan boyama işlemleri, tabela tesisleri sağlandığında sürücüler ile birlikte yaya ve yolcular da uygulamadan haberdar olacaklardır.

Şekil 5.17'de gösterildiği gibi, yurtdışında bazı uygulamalarda insanların bilgilenmesi için güvenlik önlemlerinin dışında, broşürler ile otobüs şeridi hakkında bilgiler verilmektedir. Bu sayede hem katılım artmakta hem de insanların bilinçlenmekte ve daha güvenli şekilde toplu taşıma sağlanmaktadır. Broşürlerde, otobüs şeridinin ne olduğu, hangi saatlerde kullanıldığı, hangi güzergahı kullandığı, ne gibi faydaları olduğu, dönüşlerin nerelerden ve nasıl sağlanacağı, kurallara uyulmadığı takdirde ne cazalar ile karşılaşılacağı anlatılmaktadır.



Şekil 5.17: NewYork City'de insanları bilgilendirmek için dağıtılan broşür [18].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İstanbuldaki Otobüs şeridi tasarımı Dünyadaki uygulamalarıyla karşılaştırıldığında, otobüs şeridi güzergahındaki enkesit elemanlarının yeterli seviyede olduğu gözlenmiştir. Mevcut Otobüs trafiğinin geçeceği hacime göre şerit sayıları, şerit genişliklerinin uygun olduğu görülmüştür. Otobüs şeridindeki trafikte bir aksama olmaması durumunda, normal trafikte kesintisiz trafik akımı sağlanabilecek tasarım elemanları kullanılmıştır.

Tasarım ile ilgili en önemli eksiklik, durak cepleridir. Güzergah boyunca yer alan durak cepleri TSE standartlarına veya başka herhangi bir standarta uymamaktadır. Yetersiz durak cebi uzunlukları trafik içerisinde kargaşaya sebep olmaktadır. Yetersiz durak uzunlukları nedeniyle durağa giremeyen otobüsler, normal trafik şeridi üzerinde iken yolcu indirme bindirme yapmaktadırlar. Bu durum, mevcut trafikte kuyruklar oluşturmaktadır. Bu şekilde çalışma ile otobüs şeritlerinin bir önceliği kalmamaktadır. Çalışmanın 4. bölümü olan tasarım bölümünde olması gereken durak cebi uzunlukları açıklanmış ve kavşak alanlarında uygulanabilecek örnek durak çizimleri de gösterilmiştir.

Ayrıca güzergah boyunca çalışan taksi ve dolmuşların da sağ şeride yanaşıp yolcu indirebilmeleri için ayrı cepler de tasarlanması gerekmektedir. Bu cepleri dolmuş ve taksilerin dışında yol kenarındaki market, kargo şubeleri gibi sürekli giriş çıkış olan bu yerlere gelen araçlar da kullanabilmelidir.

İstanbul'daki pilot uygulamalardaki diğer bir olumsuzluk da güzergah üzerinden oldukça fazla sayıda otobüs hattı geçmesidir. Otobüs hatları detaylı bir şekilde çalışma içerisinde gösterilmektedir. Bu otobüs hatlarının bir kısmı aynı noktalara gitmekte olduğundan, otobüs şeridi üzerine ve zaten yetersiz olan durak ceplerine, gereksiz bir trafik yükü getirmektedir. Bu durumu önlemek için, güzergahta çalışan otobüs hatları azaltılmalı ve bu sayede durağa giren otobüs sayısı azaltılmalıdır. Otobüslerin tümünün her durakta durması engellenmeli, bazı hatlar ekspres olarak düzenlenmelidir. Bu sayede durak ceplerindeki yoğunluk azalacak ve kuyruklanmalar önlenecektir.

Uygulama yapılacak güzergahın başında ve sonunda terminaller oluşturularak, güzergahtaki trafik yükü hafifletilebilir. Belli periyotlarla güzergahtan geçecek olan ekspres hatlar hat sonundaki terminale doğrudan giderek, güzergah boyunca durmak istemeyen yolcuların taşımasını sağlayacaktır. Diğer yandan da tüm duraklarda duracak otobüs hatları, kullanıcıları istedikleri noktaya taşıyacaktır. Ayrıca, yalnızca kritik duraklarda duracak otobüs hatları da düzenlenerek otobüs şeridindeki trafik yükü olabildiğince azaltılmış olacaktır.

Pilot uygulamalar incelendiğinde birçok noktada ihlallerin olduğu görülmektedir. Güzergah boyunca gerekli denetlemeler yapılmamaktadır. Önceden, İspark tarafından otopark olarak

kullanılan yolun en sağ şeridi, otobüs şeridi uygulamasının başlamasına rağmen insanların alışkanlıkları nedeniyle park yapılarak ihlal edilmektedir. Belli noktalara yerleştirilmiş EDS kameraları yetersiz kalmaktadır. Otobüs şeridi güzergahı gün boyunca görevliler tarafından denetlenmeli ve ihlal edenlere ceza uygulanmalıdır. Bazı oteller otobüs şeridini özel otoparkı gibi kullanarak ihlal etmektedir. Parklanmaların dışında bazı noktalardaki inşaat şantiyeleri otobüs şeridini kapatarak işgal etmektedir. Bu tür ihlallere karşı caydırıcı önlemler alınmalıdır.

Dünya'daki diğer uygulamalarda göz alıcı ve caydırıcı yer boyaması uygulamaları bulunmaktadır. İstanbul'daki uygulama incelendiğinde, tüm hat boyunca üç tip yer boyası görülmektedir. Bu boyamalar seyrek, yetersiz ve kalitesizdir. Uygulamaya yeni geçilmesine rağmen boyamalar silinmektedir. Tüm otobüs şeridi caydırıcı olması için komple farklı bir renge boyanmalı ve mevcut trafikten farklılığı belli edilmelidir. Güvenlik önlemleri alınarak kullanıcıların bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

Otobüs öncelikli şeritler yalnızca pik saatlerde çalışmaktadır. Bu nedenle, otobüs şeritleri fiziksel ayırıcılar ile mevcut trafikten ayrılmamıştır. Yoğun trafik nedeniyle uygulama gün boyunca sürdürülmeli ve fiziksel engel ile mevcut trafikten ayrılmalıdır. Bu önlem, şerit ihlallerini de engelleyecektir.

Dünya'daki uygulamalarda, halkı bilgilendirme adına otobüs şeritlerinin hangi güzergahlarda uygulanacağı, hangi saatlerde uygulanacağı gibi bilgiler broşürler ile vatandaşlara iletilerek bilgilenmeleri sağlanmaktadır. İstanbul'daki pilot uygulamalarda bu konuda da eksiklikler vardır. Güzergah etrafındaki vatandaşlar, bilgilendirilerek kural ihlallerine karşı caydırılmalıdır. Bu durum güvenliği de arttırmış olacaktır.

Otobüs şeridi uygulaması, tasarımda bazı düzeltmeler ve çok sıkı denetimlerle İstanbul trafiğini rahatlatacak maliyetsiz bir çözümdür. Fakat, ülkemizde her konuda olduğu gibi bu uygulamada da yasalar tam olarak insanlara uygulatılamamaktadır. Bu konuda idareler, tasarımdaki eksiklikleri tamamlayp, uygulamayı hizmete soktuktan sonra da işleyişi takip edip gerekli tedbirleri aldığında, tüm Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de otobüs şeridi, raylı sisteme maliyetsiz bir seçenek olacak ve toplu taşımayı özendirecek konumda uygulanacaktır.

KAYNAKLAR

[1] **Mark A. Miller** (2009). Bus Lanes/Bus Rapid Transit Systems on Highways: Review of the Literature

[2] **TRANSPORTATION RESEARCH BOARD** (2007). Design, Operation, and Safety of At-Grade Crossings of Exclusive Busways

[3] **NATO Comitee on The Challenges of Modern Society, CCMS Report No 45** (1976). Bus Priority Systems, TRRL

[4] **Y. Müh. Berrin Kıbrıslı** (1989) Kent İçi Ulaşımda otobüs Öncelikli Sistemler ve İstanbul'da Taksim – Zincirlikuyu Otobüs Yoluna Model Uygulaması

[5] **Mimar Ural Aba (**1983) Öncelikli Yol Sistemleri ve İstanbul İçin Bir Öneri

[6] **ÖZDİRİM, M.** (1978) Öncelikli Kentiçi Ulaşım Sistemlerinin Ankara Uygulaması Ankara Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Toplu Taşıma Kongresi

[7] **ALPÖGE, A.** (1978) "Tünel – Zincirlikuyu Otobüs Yolu Projesi" Ankara Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Toplu Taşıma Kongresi, Ankara

[8] **ORHON, O.** (1980) "Taksim – Zincirlikuyu Otobüs Yolu" Şehircilik Enstitüsü Dergisi 17, İTÜ Mimarlık Fakültesi

[9] http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=97852

[10] http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=24166

[11] **City of Winnipeg Transit Department** (2004) Busway Planning and Design Manual

[12] **Nicolae Duduta, Claudia Adriazola, Carsten Wass, Dario Hidalgo, Luis Antonio Lindau** (2011) "Traffic Safety on Bus Corridors Guidelines for integrating pedestrian and traffic safety into the planning, design, and operation of BRT, Busways and bus lanes"

[13] **Şehir Plancı Övünç Yılmaz** (2007) İzmit Kent Merkezi Otobüs Durak Standartlarının İrdelenmesi

[14] **İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Ulaşım Koordinasyon Merkezi** (2010) UTK Kararı

[15]http://www.ibb.gov.tr/trTR/Pages/Haber.aspx?NewsID=20843#.UTY8FDCeVmA

[16] http://www.istanbul-ulasim.com.tr/media/8540/erisim_2200px_1546px-01.jpg

[17] http://www.iett.co/durak/millet-caddesi-duragi-4039/gecen-hatlar

[18] www.nyc.gov/brt

[19] **TCRP Report 118** (2007) BRT Practitioner's Guide

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Tolga KANTOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: 20 / 04 / 1987

Adres: Kasap Çayırı Mevkii Emlakkonut Sitesi B:9 D:9 Sarıyer / İSTANBUL

E-Posta: tolgakantoglu@yahoo.com

Lisans: YTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Mesleki Deneyim:

- Ayyıldız İnşaat

Misinli – Marmaracık Devlet Yolu (2009-2010)

Korudağı – Gelibolu Devlet Yolu (2010-2011)

- FFK İnşaat

Esenler Otogar Kavşağı (2011-2012)

- Gündüz İnşaat

İznik – Mekece Devlet Yolu (2012-….)