

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞI VE İSTANBUL ÖRNEĞİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Merve AKYAZICI**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Ulaştırma Mühendisliği

EKİM 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞI VE İSTANBUL ÖRNEĞİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Merve AKYAZICI
(501071419)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Eylül 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 06 Ekim 2010

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU (İTÜ)
Doç. Dr. İsmail ŞAHİN (YTÜ)**

EKİM 2010

Aileme,

ÖNSÖZ

Son zamanlarda, İstanbul’da, kent içi toplu taşıma türleri arasında kısa inşa süresi, düşük yatırım maliyeti ve raylı sistemler benzeri planlanarak işletilebilmesi nitelikleriyle ön plana çıkan *Hızlı Otobüs Taşımacılığı*, HOT, aynı zamanda ulaşım sistemi içerisindeki etkinliğine ilişkin tartışma konusu olmaktadır.

İstanbul’da mevcut toplu taşıma sistemleri, özellikle yüksek talepli taşıma hatlarında gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalmakta ve düşük kaliteli hizmet olarak görülmektedir. Bu durum ekonomik olanakları yeterli olan kişileri otomobil kullanımına itmekte, otomobil kullanımının artmasıyla da trafik tıkanıklığı sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple kaliteli hizmet sunacak seçeneklere gereksinim duyulmuş ve İstanbul’da trafik yoğunluğunu azaltmak, hızlı ve konforlu ulaşım sağlamak amacıyla HOT sistemi geliştirilmiştir. Sistemin, sunacağı hızlı ve konforlu yolculuk hizmeti ile özel otomobil kullanıcılarını toplu taşımaya çekmesi beklenmiştir. Sağladığı hızlı ulaşım ve zaman kazanımı ile beğeni kazanmış, ancak zaman içerisinde yolcu sayısının artmasıyla taşıtlarda oluşan kalabalık, HOT ile yapılan yolcuğu konforsuz hale getirmiştir. Söz konusu gelişmeler sonrasında, sistemin, trafik yoğunluğunu azaltıp azaltamayacağı tartışma konusu olmuş, çeşitli yerlerde farklı savlar ortaya atılmıştır.

Bu çalışma, söz konusu tartışmalara bilimsel verilere dayanan somut girdiler vermek üzere, HOT’un kullanıcılarını toplu taşımaya çekmede etkin bir role sahip olup olmadığının ortaya konması amacıyla yapılmıştır.

Hem bu çalışma kapsamında hem de yüksek lisans öğrenimim boyunca yardımlarını benden esirgemeyen ve beni yüreklendirerek ulaştırma mühendisliğini sevmemi sağlayan saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT’e ve öğrenim hayatıma başladığım günden beri maddi, manevi destekleriyle her zaman yanımda olan ve çalışmalarımın inanan aileme teşekkür ederim.

Eylül 2010

Merve AKYAZICI

(Şehir Plancısı)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. HOT'UN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	3
3. HOT BİLEŞENLERİ.....	7
3.1 Yol.....	7
3.1.1 Yol tipleri.....	8
3.1.1.1 Diğer taşıt şeritleri.....	8
3.1.1.2 Ayrılmış otobüs şeritleri.....	9
3.1.1.3 Eşdüzey otobüs yolu.....	9
3.1.1.4 Farklı düzeyli özel otobüs yolu.....	10
3.1.2 Yol işaretleri.....	11
3.1.2.1 Tabela ve kaplama işaretleri.....	11
3.1.2.2 Yükseltilmiş şerit ayırıcılar.....	11
3.1.2.3 Kaplama renk ve malzemeleri.....	11
3.1.2.4 Yol kılavuzlama sistemleri.....	11
3.2 İstasyon.....	12
3.2.1 Temel istasyon tipi.....	13
3.2.1.1 Basit korunaklı istasyon.....	13
3.2.1.2 Geliştirilmiş korunaklı istasyon.....	14
3.2.1.3 Tam korumalı istasyon.....	14
3.2.1.4 İstasyon yapısı.....	15
3.2.1.5 Türler arası aktarma merkezi.....	15
3.2.2 Platform tasarımı.....	16
3.2.3 Geçiş kapasitesi.....	18
3.2.4 İstasyona erişim.....	18
3.3 Taşıtlar.....	19
3.3.1 Geleneksel taşıtlar.....	21
3.3.2 Biçimlendirilmiş taşıtlar.....	21
3.3.3 Körüklü taşıtlar.....	21
3.3.4 Özel HOT taşıtları.....	22
3.4 Bilet Toplama.....	22
3.5 Akıllı Ulaşım Sistemleri.....	24
3.5.1 Taşıt önceliklendirme sistemi.....	24
3.5.2 Akıllı taşıt sistemleri.....	25

3.5.2.1 Çarpışma uyarı sistemleri.....	25
3.5.2.2 Hassas yanaşma teknolojisi.....	25
3.5.2.3 Şerit asistanı sistemi.....	27
3.5.3 İşletme yönetim sistemleri.....	27
3.5.3.1 Bilgisayar destekli hizmet.....	27
3.5.3.2 Otomatik taşıt konumu belirleme sistemi.....	28
3.5.4 Yolcu bilgilendirme sistemleri.....	28
3.5.5 Güvenlik sistemleri.....	28
3.6 Markalaşma	28
4. SİSTEM FAYDALARI.....	31
4.1 Yüksek Yolcu Sayısı	32
4.2 Yatırım Maliyeti Etkinliği	33
4.3 İşletme Maliyeti Etkinliği.....	35
4.4 Toplu Taşıma Destekli Kentsel Gelişim.....	36
4.5 Çevresel Kalite	37
5. HOT’UN İSTANBUL UYGULAMASI.....	41
5.1 Sistem Tanımı.....	41
5.2 HOT Geçkisinde Trafik Durumu.....	46
5.2.1 Çağlayan kesiti 17 - 85 numaralı RTMS trafik sayımları	50
5.2.2 Boğaziçi köprüsü kesiti 60-84 numaralı RTMS trafik sayımları	56
5.3 HOT’un Raylı Sistemlerle İlişkisi	62
5.3.1 HOT’un Havaalanı – Aksaray hafif raylı sistem hattı ile ilişkisi	62
5.3.2 HOT’un Zeytinburnu – Kabataş tramvay hattı ile ilişkisi	65
5.3.3. Hafif raylı sistem, tramvay ve HOT istasyon bazında yıllık ortalama taşıyan yolcu sayılarının karşılaştırılması	65
6. SONUÇ.....	71
KAYNAKLAR.....	75

KISALTMALAR

HOT	: Hızlı Otobüs Taşımacılığı
BRT	: Bus Rapid Transit
ULSD	: Ultra Düşük-Sülfür Dizel
CNG	: Sıkıştırılmış Doğal Gaz
AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
KKS	: Küresel Konumlama Sistemi
RTMS	: Remote Traffic Microwave Sensor
İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
AÖY	: Atatürk Öğrenci Yurdu
ÖHO	: Özel Halk Otobüsleri

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Wilshire–Whittier geçkisi Metro Rapid 720 işletme maliyeti etkinliği	36
Çizelge 4.2: Emisyon ve yakıt ekonomisi geliştirme mekanizması.	39
Çizelge 5.1: Çağlayan kesiti hafta içi ve hafta sonu, HOT uygulaması öncesi (Eylül 2007-Ağustos 2008) ve sonrası (Eylül 2008-Ağustos 2009) aylık ortalama saatlik trafik	55
Çizelge 5.2: Boğaziçi kesiti hafta içi ve hafta sonu, HOT uygulaması öncesi (Mart 2008-Şubat 2009) ve sonrası (Mart 2009- Şubat 2010) aylık ortalama saatlik trafik	61

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Diğer taşıt şeritlerinde işletilen HOT, metrorapid, Los Angeles –ABD.	8
Şekil 3.2: Ayrılmış otobüs şeritlerinde işletilen HOT, Broadway – ABD.	9
Şekil 3.3: Eşdüzey otobüs yolu, Nagoya – Japonya.	10
Şekil 3.4: Farklı düzeyli özel otobüs yolu, Nagoya – Japonya.....	10
Şekil 3.5: Mekanik kılavuzlu otobüs yolu, Nagoya – Japonya.....	12
Şekil 3.6: Basit korunaklı istasyon, San Pablo- ABD.	14
Şekil 3.7: Geliştirilmiş korunaklı istasyon, Cleveland – ABD.....	14
Şekil 3.8: Tam korumalı istasyon, Curitiba – Brezilya.	15
Şekil 3.9: Tam korumalı istasyon, Changzhou – Çin.	15
Şekil 3.10: İstasyon yapısı, Brisbane – Avustralya.	15
Şekil 3.11: Türler arası aktarma merkezi, Milwaukee – ABD.	16
Şekil 3.12: Taşıt zemini ile aynı yükseklikte platform, Kolombiya – Bogota.	17
Şekil 3.13: İstasyonlara eklenen geçiş şeridi, Pittsburgh – ABD.	18
Şekil 3.14: İstasyon yakınında oluşturulan bölgesel otoparklar, Bangkok–Tayland.	19
Şekil 3.15: HOT taşıt kapı düzenlemeleri, Wrightbus Streetcar RTV kapısı.	20
Şekil 3.16: HOT taşıt içi koltuk düzenlemeleri.	20
Şekil 3.17: Geleneksel standart HOT taşıtı, Orion VII.....	21
Şekil 3.18: Biçimlendirilmiş standart HOT taşıtı, New Flyer Invero D40i.	21
Şekil 3.19: Körüklü HOT taşıtı, NABI 60 BRT.	22
Şekil 3.20: Özel HOT taşıtı, APTS Phileas 80&85.	22
Şekil 3.21: Platform öncesi bariyerli bilet ödeme sistemleri.....	23
Şekil 3.22: Taşıt önceliklendirme sistemi işleyişi.	25
Şekil 3.23: Algılayıcıların yatayda ve düşeyde algıladığı alanlar.	26
Şekil 3.24: Yol kaplamasına yerleştirilen manyetik çubuklar.	26
Şekil 3.25: Optik istasyona hassas yanaşma sistemi, Rouen – Fransa.	26
Şekil 3.26: Sistem için belirlenen ve duraklar ile yol işaretlerine eklenen logo örneği, AC Transit, ABD.	29
Şekil 4.1: Farklı HOT sistemlerinde toplam ve yıllık yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması.....	35
Şekil 5.1: İstanbul HOT aşamaları.....	41
Şekil 5.2: İstanbul HOT yolu.....	42
Şekil 5.3: İstanbul HOT yolu, Topkapı dönüş tanburu.....	43
Şekil 5.4: İstanbul HOT zirve saat yolcu sayısı.....	44
Şekil 5.5: İstanbul HOT ticari hız.....	44
Şekil 5.6: HOT İle taşınan aylık ortalama günlük yolcu sayısı.	46
Şekil 5.7: Otomotiv yakıtları tüketiminin yıllara göre değişimi.....	47
Şekil 5.8: Trafikteki taşıt sayısı (motosiklet hariç) ve otomotiv yakıtları tüketimi değişimi	48
Şekil 5.9: Çalışma kapsamında belirlenen kesit ve kesitlerde sayım yapan RTMS’ler.....	49
Şekil 5.10: 17– 85 numaralı RMTS’lerin konumu.	50

Şekil 5.11: Çağlayan kesiti ortalama saatlik trafik, sabah zirve saat trafiği ve 30 günlük hareketli ortalamaları.....	52
Şekil 5.12: Çağlayan kesiti hafta içi aylık ortalama saatlik trafik.	53
Şekil 5.13: Çağlayan hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik.	54
Şekil 5.14: 60 – 84 numaralı RMTS’lerin konumu.	56
Şekil 5.15: Boğaziçi kesiti ortalama saatlik trafik, sabah zirve saat trafiği ve 30 günlük hareketli ortalamaları.....	59
Şekil 5.16: Boğaziçi kesiti hafta içi aylık ortalama saatlik trafik	60
Şekil 5.17: Boğaziçi kesiti hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik.....	60
Şekil 5.18: HOT’un raylı sistemlerle ilişkisi	63
Şekil 5.19: Aksaray – Havaalanı hafif raylı sistem hattında 2006 – 2010 (ilk üç aylık dönem) yılları günlük taşınan toplam yolcu sayısı ve 30 günlük hareketli ortalaması	64
Şekil 5.20: Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattında 200- 2010 (ilk üç aylık dönem) dönemi günlük taşınan toplam yolcu sayısı ve 30 günlük hareketli ortalaması	66
Şekil 5.21: Aksaray-Havaalanı hafif raylı sistem hattında istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısı.....	67
Şekil 5.22: Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattında istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısı.....	67
Şekil 5.23: HOT istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısı	68
Şekil 5.24: 2007 yılına göre 2008 yılı istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısındaki değişim	69
Şekil 5.25: 2008 yılına göre 2009 yılı istasyon bazında yıllık ortalama taşınan yolcu sayısındaki değişim	70

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞI VE İSTANBUL ÖRNEĞİ

ÖZET

Etkin işleyen toplu taşıma sistemleri insanları günlük hayata bağlamaktadır. Fakat pek çok kentte toplu taşıma sistemleri, gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalmakta, düşük kaliteli hizmet olarak görülmekte ve dolayısıyla arka plana atılmaktadır. Bunun sonucunda da insanların değil taşıtların hareketliliğini esas alan ulaştırma çözümleri üretilmekte ve otomobile bağımlı kentsel yerleşmeler ortaya çıkmaktadır. Otomobil kullanımının artmasıyla kentlerde beliren trafik tıkanıklığı problemi ise, yeni ulaşım çözümlerinin üretilmesini gerekli kılmaktadır.

Tez çalışmasının çıkış noktasını, yaşanan bu gelişmeler sonrasında, özellikle, kaynak sıkıntısı çeken gelişmekte olan ülkelerde; inşa süresi kısa, düşük yatırım maliyetli, raylı sistemler gibi planlanan ve işletilen toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ihtiyacı oluşturmaktadır. Bu noktada karşımıza, sunduğu yüksek kaliteli ve raylı sistem benzeri hizmetle, raylı sistemler ile geleneksel otobüs hizmetleri arasında bir seçenek oluşturan Hızlı Otobüs Taşımacılığı (HOT) çıkmaktadır.

Bu çalışma ile ülkemizde de dikkat çeken, araştırılmaya ve uygulanmaya başlanan HOT'un İstanbul uygulamasının, taşıt odaklı değil insan odaklı taşıma sağlayarak otomobil kullanıcılarını toplu taşımaya çekmede etkili olup olmadığının ortaya konması amaçlanmıştır.

Söz konusu amaç doğrultusunda, HOT geçkisindeki trafik durumu ve HOT ile paralel koridorlarda taşıma yapan raylı sistem hatlarında taşınan yolcu sayısındaki değişimlere ilişkim analiz çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları ile İstanbul HOT uygulamasının, otomobil kullanıcılarını toplu taşımaya çekmekte yetersiz kaldığı ve diğer toplu taşıma türlerinden yolcu çektiği tespit edilmiştir. Varılan bu sonuç ise, HOT'un kentsel yapı ve mevcut toplu taşıma sistemleri ile ilişkilendirilmeden anlık kararlar ile uygulandığını göstermekte ve geleceğe yönelik bütüncül bir planlama anlayışının geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

BUS RAPID TRANSİT AND ISTANBUL SAMPLE

SUMMARY

An effectively functioning public transport system connects people to daily life. However, in many cities public transport systems are insufficient to meet needs, are seen as low-quality services and therefore they are not used as much as it should be. Generally transport solutions that are based on the mobility of vehicles, are being produced and as a result, urban settlements that are “addicted” to automobile use are emerging. With the increase in car use, urban traffic congestion problems are appearing and this makes necessary to produce new transportation solutions.

The starting point of the thesis, after these experiences, especially in resource-strapped developing countries, public transportation systems that have short construction period, low capital cost and are planned and operated as rail systems, are needed to be developed. At this point, Bus Rapid Transit (BRT) forms an alternative transit between the rail transit and the traditional bus service, which serves like the rail system with its high-quality service.

The purpose of this study is to investigate, if the BRT, which is investigated and implemented in our country and especially that implemented in Istanbul, has an effective role in encouraging car users to use public transport.

To achieve this aim, analyzes about traffic conditions on the road that is overlapping with HOT line and changes in the number of passengers carried by rail lines which serve on the parallel corridor with HOT line are made. With the results of these analyzes HOT is found to be inefficient in encouraging car users to use public transport, but also it is found that HOT attracts passengers from other public transportation modes. These inferences point out that HOT investment was applied as a split-second decision without regarding its relation with urban structure and exist public transport lines, and the need for integrated planning concept that is prudential must be developed.

1. GİRİŞ

Geleneksel otobüs hizmetleri, işletme hızının düşük olması sebebiyle güvenilirliği düşük ve konforsuz bir hizmet olarak görülmektedir. Buna bağlı olarak karar vericiler genellikle oldukça maliyetli raylı taşıma seçeneklerine yönelmektedir. Hem yüksek altyapı maliyetlerine hem de esnek olmayan bir sistem olmasına bağlı olarak raylı sistemler, kentlerde ancak sınırlı geçkilerde ve birkaç kilometrelik uzunlukta inşa edilebilmektedir. Sonuç olarak ortaya nüfusun hareketlilik ihtiyacını karşılayamayan bir sistem çıkmaktadır. Bununla birlikte yerel yönetim uzun dönemli bütçe açığı ile karşılaşmakta ve bu durumdan sağlık, eğitim ve benzeri hizmet yatırımları da olumsuz etkilenmektedir.

Bu noktada karşımıza, sunduğu yüksek kaliteli ve raylı sistem benzeri hizmetle, raylı sistemler ile geleneksel otobüs hizmetleri arasında bir seçenek oluşturan Hızlı Otobüs Taşımacılığı (HOT) çıkmaktadır.

HOT'un tasarımı ve uygulaması geniş bir yelpazede yer aldığından, dünyaca kabul görmüş net bir tanımı bulunmamaktadır. Genel anlamda bu sistem, özgün bir görünümü olan istasyon, taşıt, hizmet, yol ve akıllı ulaşım sistemleri öğelerini, güçlü ve olumlu bir kimlikle birleştiren lastik tekerlekli hızlı taşıma türü olarak tanımlanmaktadır.

Toplu taşımacılıkta, ağır ve hafif raylı sistemler, popüler fakat aynı zamanda yüksek maliyetli olan tercihler olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taraftan geleneksel otobüs hizmetleri hem esnek hem de düşük maliyetli olmakla birlikte düşük işletme hızı nedeniyle güvenilirliği az bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Üçüncü bir seçenek ise esneklik ve karayolu taşımacılığının maliyet avantajını raylı sistemlerin özellikleriyle birleştiren Hızlı Otobüs Taşımacılığı (HOT)'dır. Bu sistem, dünyanın birçok yerinde uygulanan ve işletme deneyimleri ile olgunlaşan bir taşımacılık türüdür.

Bu çalışma ile ülkemizde de dikkat çeken, araştırılmaya ve uygulanmaya başlanan HOT'un; İstanbul uygulamasının, taşıt odaklı değil insan odaklı taşıma sağlayarak

otomobil kullanıcılarını toplu taşımaya çekmede etkin bir role sahip olup olmadığının ortaya konması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak sistem hakkında genel bilgi verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, HOT sisteminin nasıl tanımlandığına ve tarihsel süreç içerisindeki gelişimine değinilmiştir. Üçüncü bölümde, sistemin temel bileşenleri tanımlanmıştır. Sonraki bölümde sistemin temel bileşenleri ile bağlantılı olan HOT hizmetinin sağlayabileceği faydalar ele alınmıştır. Beşinci bölümde ise İstanbul örneği irdelenmiş, sonuç bölümünde de İstanbul uygulamasına ilişkin çıkarımlara yer verilmiştir.

2. HOT'UN TARİHSEL GELİŞİMİ

Kentsel dengeli gelişmenin temeli, etkin işleyen bir toplu taşıma sistemine dayanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan kentlerde, nüfusun büyük çoğunluğu tarafından iş, eğitim, sağlık ve benzeri kamusal hizmetler ile kültürel ve sosyal etkinliklere erişimde, toplu taşıma hizmeti kullanılmaktadır. Fakat gelişmekte olan kentlerdeki toplu taşımanın mevcut yapısı, nüfusun hareketlilik ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Tıkanıklığın azaltılması, çevre kalitesinin artırılması ve çeşitli hareketlilik tercihlerinin sağlanması için taşıma teknolojileri ve taşıma hizmet başarımı (performansı) yeniden gözden geçirilmeye başlanmıştır.

Geleneksel otobüs hizmetleri, işletme hızının düşük olması sebebiyle güvenilirliği az, konforsuz ve çekiciliği az bir hizmet olarak görülmektedir. Buna bağlı olarak karar vericiler, genellikle, yüksek maliyetli olmasına karşın çekiciliği fazla olan raylı taşıma seçeneklerine yönelmektedir. Altyapı maliyetlerinin yüksek ve esnek olmayan bir sistem olmasına bağlı olarak raylı sistemler, kentlerde ancak sınırlı geçkilerde ve birkaç kilometrelik uzunlukta inşa edilebilmektedir. Sonuç olarak yapılan yatırımlar nüfusun hareketlilik ihtiyacını karşılayamamakta, bununla birlikte yerel yönetim uzun dönemli bütçe açığı ile karşılaşmakta ve bu durumdan sağlık, eğitim ve benzeri hizmet yatırımları da olumsuz etkilenmektedir.

Bu noktada karşımıza sunduğu yüksek kaliteli ve raylı sistem benzeri hizmetle, raylı sistemler ile geleneksel otobüs hizmetleri arasında bir seçenek oluşturan Hızlı Otobüs Taşımacılığı (HOT) çıkmaktadır. Yapımı kolay, gerçekleşme süresi kısa, raylı sistem gibi planlanan ve işletilen otobüsler, özellikle kaynak sıkıntısı çeken gelişmekte olan ülkelerde önemli bir toplu taşıma türüdür [1].

HOT'un tasarımı ve uygulaması geniş bir yelpazede yer aldığından, dünyaca kabul görmüş tek bir tanımı bulunmamaktadır. Sistemin bileşenleri göz önüne alındığında, HOT; *“özgün bir görünümü olan istasyon, taşıt, hizmet, yol ve akıllı ulaşım sistemleri öğelerini, güçlü ve olumlu bir kimlikle birleştiren lastik tekerlekli hızlı taşıma türü”* [2] olarak tanımlanmaktadır. Bir başka deyişle, HOT esnekliği ve daha düşük maliyeti ile lastik tekerlekli kılavuzlu sistem olarak da adlandırılabilir.

HOT, modern raylı taşıma sistemlerinin başarımı ve sunduğu kolaylıklarla daha düşük bir maliyetle baş edebilmektedir. Sistemin sunduğu hizmetin niteliği açısından ise HOT; “ *hızlı, konforlu ve uygun maliyetli etkin kentsel hareketlilik sağlayan yüksek kaliteli ve kullanıcı odaklı taşıma türü*” [3] olarak da tanımlanmaktadır.

HOT sisteminin kökeni, 1937’de Chicago’daki üç adet raylı sistem hattının ekspres otobüs hattına dönüştürülmesi kararına dayanmaktadır. Uygulanmamış olsa da HOT kavramının geliştirilmesindeki ilk basamağı oluşturmuştur. Ayrıca Washington DC (1955-1959), St. Louis (1959) ve Milwaukee’de (1970) özel otobüs yolu planları geliştirilmiştir. 1966 yılında ise, tramvay sistemlerinin otobüs sistemi kullanımına dönüştürülmesi sonucu St. Louis (Amerika) ve Liege (Belçika)’de, ilk kez yolun ortasında yer alan ve ayrılmış otobüs yolları ortaya çıkmıştır.

Gelişmekte olan ülkeler arasında ilk otobüs yolu 1972’de “Via Expresa” adı ile Lima (Peru)’da geliştirilmiştir. “Via Expresa” 7,5 km uzunluğunda olup, günümüzde de hala etkin bir şekilde hizmet sunmaktadır. Curitiba (Brezilya)’daki yüzeysel metro adı verilen sistem geliştirilene kadar, HOT’un verebileceği hizmet düzeyinin tam olarak farkına varılamamıştır. Özel otobüs yol ağı 1972’de planlanmış, 1973’de inşa edilmeye başlanmış ve sistemin ilk 20 km’lik kısmı 1974’te hizmete açılmıştır. Sistemin, Curitiba’nın diğer kentsel öğeleri (yaya bölgeleri, yeşil alan, sosyal programlar vb.) ile bütünleşmesi sağlanınca, kent, dünya çapında yenilikçi kentsel başarı örneği olmuştur. 1970’li yılların başında yaşanan petrol krizi, devletleri, toplu taşımayı geliştirmenin daha kolay yollarını bulmaya itmiştir. Curitiba’yı örnek alan birçok Brezilya kenti (Sao Paola -1975, Goiania -1976, Porto Alegre -1977, Belo Horizonte -1981 ve Meirelles -2000), sistemi temel öğeleri ile birlikte geliştirmeye başlamıştır. 1976’da Paris toplu taşıma işletmecisi (RATP – Regie Autonome des Transports Parisiens) tarafından yayımlanan otobüs yolu tasarım kılavuzu, kentte otobüs yollarına olan ilgiyi artırmaya başlamıştır.

Yukarıda değinilen erken dönem sistemlerinin uygulanmasıyla, Dünya Bankası tarafından hazırlanan 1975 yılı kentsel ulaştırma politikalarında Hızlı Otobüs Taşımacılığı’nın (HOT) özellikleri tanımlanmıştır. Bu süreçte Dünya Bankası, Afrika’da ilk otobüs yolu yatırımına (Abidjan / Fildişi Sahilleri - 1977) parasal destek sağlamıştır.

Türkiye’de ilk özel otobüs yolu (tercihli yol) uygulaması 22 Eylül 1978’de Ankara’da, “Kızılay-Dikimevi” arasında başlatılmıştır. 11 Mart 1979’da ise İstanbul’da Taksim-Levent arasında 6,5 kilometrelik tercihli yol uygulaması yapılmıştır [Url-1 ve Url-2].

1980’li yıllarda ise ilk kılavuzlu otobüs yolu uygulaması yapılmıştır. Planlanmış hafif raylı sisteme seçenек olarak, Almanya’nın Essen kentinde ilk kılavuzlu otobüs yolu hizmete açılmıştır. Kılavuzlu otobüs yolu (guided busway), taşıt tekerleklerinin geçkiyi tam olarak izleyebilmesi için kontrol altına alınmış yoldur. Bu model, İngiltere kentlerinden Ipswich (1995), Leeds (1995) ve Bradford (2002)’da, ayrıca Japonya’nın Nagoya (2002) kentinde de uygulanmıştır. Bununla birlikte, kılavuzlu otobüs yollarının altyapı maliyeti diğer otobüs yollarına göre daha yüksek olduğu için ilerleyen dönemlerde, bu modele olan ilgi azalmıştır.

1990’lı yılların sonunda, HOT’un özgün yapısı daha geniş çevrelerce bilinmeye başlamış, Amerika ve Avrupa dışında Asya’da da HOT’a ilgi artmıştır. 1999’da Kunming (Çin)’de, 2001 yılında Taipei (Tayvan)’da yolun ortasında yer alan otobüs yolu sistemi geliştirilmiştir. Ayrıca 1990’lı yılların sonlarına doğru gelişmiş ülkelerde de HOT’a olan ilgi artmaya başlamış, bunun sonucunda Vancouver (Kanada -1996), Miami (ABD -1997) ve Brisbane’de (Avustralya -2000) de yeni sistemler inşa edilip, hizmete açılmıştır.

1990’lı yıllara kadar HOT, tümüyle raylı sistem benzeri hizmet sunabilecek ciddi bir taşıma seçeneği olarak görülmemiştir. HOT daha çok küçük ve orta ölçekli kentlerde (Curitiba örneğinde olduğu gibi) ya da fazla tercih edilmeyen geçkilerde bir çözüm olarak düşünülmüştür. Fakat Bogota’daki “TransMilenio” HOT sistemi, dünya çapında HOT anlayışını bütünüyle değiştirmiştir. 7 milyonluk nüfusu ve 240 kişi/ha’lık nüfus yoğunluğu ile büyük ölçekli bir kent sayılan Bogota, HOT ile, büyük ölçekli kentlerde de yüksek kapasiteli taşıma yapabileceğinin kanıtı olmuştur.

Bogota ve Curitiba’daki başarılı HOT uygulamaları, bu sistemi uygulayan ve uygulamayı planlayan kentlerin sayısının artmasına neden olmuştur. Curitiba deneyimi, Seul (2004) ve Beijing (2005) gibi kentlerdeki HOT girişimlerini doğrudan etkilemiş, Bogota’daki deneyim de büyük ölçekli kentlerde HOT sisteminin uygulanmasını desteklemiştir [3].

İstanbul’da da 17 Eylül 2007’de “metrobüs” adıyla Avcılar-Topkapı arasında işletilen HOT sistemi hizmeti girmiştir. Sistem geçkisi, 08 Eylül 2008’de Topkapı-Zincirlikuyu ve 03 Mart 2009’da Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme hatları işletmeye açılarak uzatılmıştır.

3. HOT BİLEŞENLERİ

Toplu taşıma ve yerleşmeler arasında çift yönlü bir etkileşim söz konusudur. İyi bir toplu taşıma hizmeti, yüksek yoğunluklu yerleşmelerin oluşmasını tetiklemekte; yüksek yoğunluklu yerleşmeler de iyi bir toplu taşıma hizmeti gerektirmektedir. Kentlerin otomobil kullanımına bağımlı olmadan, toplu taşıma odaklı gelişmesinin sağlanması için birbirleriyle örtüşen, kaliteli hizmet sunan ve noktasal ya da parçalı değil bütüncül olan toplu taşıma sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple de tasarlanacak bir HOT sisteminin, bütüncül kentsel planlama kapsamında değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak HOT bileşenlerinin hizmet verilecek bölgenin niteliği ve yoğunluğuna göre ihtiyaçları karşılayacak şekilde seçilmesi büyük önem kazanmaktadır.

HOT'un sistem bileşenleri, uygulama yapılacak alanların özelliklerine göre çeşitlenmektedir. Bu bileşenler; yol, istasyon, taşıt, bilet toplama, akıllı ulaşım sistemleri ve markalaşma olarak sıralanmaktadır. Bu bölümde, her bir bileşen, özellikleri ve uygulama seçeneklerine göre ele alınmıştır. HOT'un hızlı, güvenilir ve çekici bir sistem olarak geliştirilebilmesi için, bu bölümde anlatılan sistem bileşenlerinin amaca uygun ve birbirleriyle uyuşacak şekilde bütüncül bir planlama anlayışı çerçevesinde seçilmesi gerekmektedir. Hem sistem bileşenlerinin kendi aralarında hem de sistem bütününe diğer toplu taşıma türleri ile bütünleştirilmesi, sistemin sağlayacağı faydaları en yüksek düzeye çıkaracaktır.

3.1 Yol

HOT, lastik tekerlekli taşıtların kullandığı karayolunu kullanmakta, böylelikle yol bileşeninin yatırım maliyeti, raylı sistemlere göre çok daha düşük olmakta, ancak, sistem bileşenlerinin maliyetleri arasında yüksek kalmaktadır. Yolun sisteme nasıl dahil edildiği, sistem niteliğini tanımlayan ve sistemin hız ile güvenilirliğini belirleyen en temel unsurdur. Ayrıca kullanıcı ve potansiyel kullanıcılar için görünebilir niteliğe sahip olması, yolların, sistemin çekicilik ve kimliğine doğrudan etki etmesine neden olmaktadır.

HOT'ta yol konusunda temel yaklaşım, yalnızca HOT'a ayrılmış bir yolun kullanılmasıdır. Yolun karma trafikten ayrışma düzeyi HOT yol planlamasının birincil bileşenidir. HOT taşıtları diğer taşıt trafiği şeritlerinde işletilebildiği gibi, tüm zemin ayrıştırılmış yollarda da işletilebilmektedir. Artan ayrışma düzeyi, taşıma hizmetinin yatırım maliyetini yükseltirken, hız seviyesi, güvenilirliği, güvenliği ve seyahat süresi kazanımını artırmaktadır.

3.1.1 Yol tipleri

Yolun ön plana çıkan iki alt bileşeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan yol tipleri, sistem planlamasının ilk basamağını oluşturmaktadır. Yol tipleri yolun konumu ve yoldaki geçiş önceliğine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, diğer taşıt trafiğinden ayrışma düzeylerini belirten dört ana yol tipi bulunmaktadır. Bunlar:

- Diğer taşıt şeritleri (mixed flow lanes).
- Ayrılmış otobüs şeritleri (designated-reserved arterial lanes).
- Eşdüzey otobüs yolu (at-grade transitways).
- Farklı düzeyli özel otobüs yolu (fully grade-seperated exclusive transitways).

3.1.1.1 Diğer taşıt şeritleri

HOT taşıtlarının mevcut yol üzerinde bir ayrışma olmaksızın işletildiği yol tipidir. Diğer taşıt şeritlerinde işletilen HOT taşıtları, genel trafikteki taşıtlarla çakışmakta ve bu sebeple gecikmeler yaşanmaktadır. Bu şeritlerde, yolun tıkanık alanlarına ya da kavşak noktalarına HOT taşıtlarına ayrılan bir şerit eklenerek ve tercihe göre sinyalizasyon sistemleri ile eklenen şeritlerdeki HOT taşıtlarına geçiş önceliği verilerek, bu taşıtların mümkün olduğunca gecikme yaşamadan yollarına devam etmeleri sağlanmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Diğer taşıt şeritlerinde işletilen HOT, metrorapid, Los Angeles –ABD.

Bu yol tipi, mevcut altyapı kullanılarak işletildiği için ek yatırım maliyeti gerektirmemekte ve yol bakım-onarım çalışmaları, o yoldan sorumlu olan kuruluş tarafından yürütülmektedir. Kavşaklarda, sistem taşıtlarının, gecikme yaşamadan yollarına devam etmeleri için kullanılan kuyruk atlayıcı sisteminin kavşak başına maliyeti 0,10-0,29 milyon \$ olmaktadır [4].

3.1.1.2 Ayrılmış otobüs şeritleri

Ayrılmış otobüs şeritleri, diğer taşıt şeritlerine göre, HOT taşıtlarına, daha hızlı ve daha güvenilir bir seçenek oluşturmaktadır. Bu uygulamada yol içerisindeki bir şerit yalnızca HOT taşıtlarının işletilmesi için ayrılmaktadır. Bu şeridin ayrıştırılması için fiziksel engel, yol üzeri işaretleri veya polis yönlendirmesi kullanılmaktadır. Ancak sistem taşıtları kavşaklarda, diğer taşıtlarla çakıştığı için gecikmeler yaşanmaktadır. Yine de bu şeritler ile HOT taşıtları diğer araçların oluşturduğu tıkanıklıkta daha az zaman kaybetmekte ve yolculuk süresi azalmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Ayrılmış otobüs şeritlerinde işletilen HOT, Broadway – ABD.

3.1.1.3 Eşdüzey otobüs yolu

Özel otobüs yolları, HOT taşıtlarını diğer taşıtlardan ayırarak hız ve güvenilirlik konusunda gelişim sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Diğer taşıt trafiğinde yer alan araçlar ile HOT taşıtları yol içerisinde çakışmadığı için, HOT taşıtları istasyonlar arası daha yüksek hızda güvenle hizmet verebilmektedir (Şekil 3.3).

Eşdüzey otobüs yollarının her bir şerit için 1 km'sinin maliyeti 4-6,3 milyon \$ olmaktadır [4].



Şekil 3.3: Eşdüzey otobüs yolu, Nagoya – Japonya.

3.1.1.4 Farklı düzeyli özel otobüs yolu

En yüksek ayrışma düzeyi, farklı düzeyli özel otobüs yolundadır. Bu yol tesisi, raylı sistemler gibi tek başlarına inşa edilebileceği gibi, anayol ortasında ya da kenarlarında da inşa edilebilir. Düzeyi ayırılmış özel otobüs yolu, HOT taşıtlarının istasyonlar arası en hızlı, güvenilir ve güvenli olarak işletilmesini sağlamaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Farklı düzeyli özel otobüs yolu, Nagoya – Japonya.

Mevcut zemin kotunun yukarısında yapılan yolların bir şerit için 1 km'si 8-18 milyon \$'a ve zemin kotunun altında yapılan yolların bir şerit için 1km'si 37-65 milyon \$'a mal olmaktadır [4].

Diğer taşıt şeritleri ve ayrılmış otobüs şeritlerinde önceliklendirme ölçütlerinin etkin bir şekilde uygulanması halinde taşıt içi yolculuk sürelerinde azalma ve sistemin güvenilirliğinde artma sağlanabilmektedir. Bu yol tipleri arazi kullanımlarıyla daha fazla ilişkili olduğu için erişilebilirliği yüksek olmaktadır. Daha az yürüme uzaklığı ve dolayısıyla daha düşük erişim süresi gerektirmektedir.

Eşdüzey ve farklı düzeyli otobüs yolları taşıt içi yolculuk süresini azaltıp, güvenilirliği artırırken, istasyonlara erişim süresini de artırmaktadır. Bu yol tipleri,

HOT çekiciliğinin önemli bir ögesi olup, markalaşmanın da ilk basamağını oluşturmaktadır. Ayrıca karma trafikten ayrılmış yollarda işletilen taşıtların kaza yapma riski düştüğü için sistemin güvenliği açısından da kazanım sağlanmaktadır. Diğer taşıt şeritlerine göre daha fazla sayıda ve daha yüksek sıklıkta taşıt işletilebildiğinden kapasite diğer taşıt şeritleri ve ayrılmış otobüs şeritlerine göre daha yüksek olmaktadır.

3.1.2 Yol işaretleri

Yolun ikinci alt bileşeni, yol işaretleridir. Yol işaretleri, HOT hizmetinin varlığına dair yolcularla iletişim sağlayan önemli bir donatımdır. Sistemin görünürlüğüne sağlarken, güvenliği de artırmaktadır. Yol işaretleri dört farklı şekilde uygulanabilmektedir. Bunlar:

- Tabela ve kaplama işaretleri.
- Yükseltilmiş şerit ayırıcılar.
- Kaplama renk ve malzemeleri.
- Yol kılavuzlama sistemleri.

3.1.2.1 Tabela ve kaplama işaretleri

Bir yolun ya da şeridin sistem harici taşıtlarca kullanımının kısıtlanması için uygun görülen donatılardandır.

3.1.2.2 Yükseltilmiş şerit ayırıcılar

Diğer taşıt şeritleri ile HOT şeritleri arasındaki ayrımı daha belirginleştirmek için kullanılmaktadır. Yükseltilmiş ayırıcılar ile otomobil kullanıcıları için şerit ayrımı daha görülebilir ve hissedilebilir hale gelmektedir. Bu uygulama ile otomobil kullanıcılarının ayrılmış otobüs şeritlerine girmeleri engellenmektedir.

3.1.2.3 Kaplama renk ve malzemeleri

HOT'a ayrılmış yollar, renklendirilerek ve beton ya da asfalt kaplama malzemeleri kullanılarak, mevcut yollardan ayrıştırılabilmektedir (Şekil 3.3).

3.1.2.4 Yol kılavuzlama sistemleri

Bu sistemler özellikle yetersiz yol alanlarının olduğu bölgelerde yüksek hızda güvenli işletme sağlamak için kullanılmaktadır. Çeşitli tekniklerle, taşıt tekerlekleri, raylı sistemler benzeri, geçkiyi tam olarak izleyebilecek şekilde kontrol altına

alınmaktadır. HOT taşıtlarına özel olarak geliştirilen bu yollara, ek bir kısıtlama getirmeye gerek kalmaksızın, diğer taşıtlar girememektedir. Ayrıca kılavuzlama sistemleri, istasyonlara hassas yanaşma sağlanması için de kullanılmaktadır. Kılavuzlamada genel olarak optik, manyetik ve mekanik olmak üzere üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Optik kılavuzlamada yol kaplaması geçki boyunca boya ile işaretlenerek, taşıtın gövdesine yerleştirilen renk okuma algılayıcıları ile yolu izlemesi sağlanmaktadır. Manyetik kılavuzlamada kaplama içine yerleştirilen manyetik çubukların, taşıta yerleştirilen algılayıcılarla yol geçkisi sabitlenmektedir. Üçüncü yöntemde ise, taşıt tekerleri özel kaplama tasarımı ile kontrol altına alınmaktadır (Şekil 3.5). Taşıtlara direksiyon mekanizmasıyla ilişkilendirilerek yatay tekerlekler yerleştirilmesi ve taşıtın tekerlekleri sınırlayan bordürleri izlemesiyle kılavuzlama sağlanmaktadır.



Şekil 3.5: Mekanik kılavuzlu otobüs yolu, Nagoya – Japonya.

3.2 İstasyon

İstasyonlar, kullanıcıları ve diğer toplu taşıma hizmetlerini HOT ile birleştiren en önemli bağlantı noktalarıdır. Aynı zamanda görsel ve fiziksel özellikleri ile sistemin kimliğini temsil etmekte ve yerel çevre ile bütünleşirken HOT’u diğer toplu taşıma sistemlerinden ayırt edici bir rol oynamaktadır. HOT yüksek talepli geçkilerde, sınırlı sayıda istasyonlarla hizmet sunduğu için istasyonları kullanacak yolcu sayısı, geleneksel otobüs hatlarının istasyonlarını kullanacak yolcu sayısından fazla olmaktadır. Bu sebeple de istasyonda sunulan hizmetin düzeyi sistemin başarımı

açısından son derece önemlidir. İstasyonların başlıca dört özelliği bulunmaktadır. Bunlar:

- Temel istasyon tipi.
- Platform tasarımı.
- Geçiş kapasitesi.
- İstasyona erişim.

3.2.1 Temel istasyon tipi

İstasyon korunaklarının mimari ölçeği ve kapsamı istasyon tipini tanımlamaktadır. Farklı korunak tasarımları ve sunulan hizmet düzeyine göre beş temel HOT istasyon tipi bulunmaktadır. Bunlar;

- Basit korunaklı istasyon (Simple shelter)
- Geliştirilmiş korunaklı istasyon (Enhanced shelter)
- Tam korumalı istasyon (Station enclosure)
- İstasyon yapısı (Station building)
- Türler arası aktarma merkezi (Intermodal terminal or transit center)

3.2.1.1 Basit korunaklı istasyon

HOT istasyon tipleri arasındaki en basit biçimdir (Şekil 3.6). Temel bir taşıma durağı ile yolcuları hava koşullarından koruyan basit bir korunağı içermektedir. Bu tip istasyon en düşük yatırım maliyetine ve yolcular açısından en düşük hizmet düzeyine sahiptir. Maliyetleri her bir korunak için 15.000-20.000\$'ı bulmaktadır [4].



Şekil 3.6: Basit korunaklı istasyon, San Pablo- ABD.

3.2.1.2 Geliştirilmiş korunaklı istasyon

HOT sistemini diğer toplu taşıma sistemlerinden ayırmak amacıyla daha yüksek seviyede hava koşullarından korunma gibi ek özellikler sağlamak için tasarlanan korunakları içermektedir (Şekil 3.7). Bu istasyon tipinde ankesörlü telefon, çöp kutuları ve oturma bankları gibi yolculara daha yüksek seviyede hizmet verilmesini sağlayacak öğeler bulunmaktadır. Geliştirilmiş korunaklı istasyonların maliyetleri ise her bir korunak için 25.000-30.000\$ olmaktadır [4].



Şekil 3.7: Geliştirilmiş korunaklı istasyon, Cleveland – ABD.

3.2.1.3 Tam korumalı istasyon

Otobüs zemini ile aynı düzeyde platformlu olacak şekilde düzenlenen bu istasyonlar, yolculara daha kolay taşıta iniş-biniş olanağı sağlamakta ve perakende satış hizmeti ile düzenli yolcu bilgilendirme hizmeti sunmaktadır (Şekil 3.8 ve 3.9). Korunak, platform, yaya erişim elemanları ve yolcu olanakları ile birlikte bu istasyon tipinin de maliyeti 150.000-300.000\$ arasında değişmektedir [4].



Şekil 3.8: Tam korumalı istasyon, Curitiba – Brezilya.



Şekil 3.9: Tam korumalı istasyon, Changzhou – Çin.

3.2.1.4 İstasyon yapısı

Bu tesiste yolcular için geniş bir koruma sağlanmaktadır. İstasyon yapıları, her istasyonun konumuna özgün olarak tasarlanmakta ve her iki yönde yolculuk edecek yolcular için bekleme platformlarını, yaya yollarını, rampa ve asansörler gibi erişebilirlik elemanlarını, platformlar arası geçiş yollarını ve bunların yanı sıra bir dizi perakende satış ve yolcu bilgilendirme hizmetlerini kapsamaktadır (Şekil 3.10). Korunak, daha uzun platform, daha kapsamlı yaya erişim elemanları, yolcu olanakları ve daha geniş istasyon yapısı ile birlikte bu istasyon tipinin de maliyeti 500.000\$-2,5 milyon \$'ı bulmaktadır [4].



Şekil 3.10: İstasyon yapısı, Brisbane – Avustralya.

3.1.2.5 Türler arası aktarma merkezi

HOT istasyonları arasındaki en karmaşık yapıya sahip istasyon tipidir. Bu istasyonda yolculara çeşitli kolaylıklar sağlanmakta ve HOT hizmetinden yerel otobüslere, diğer toplu taşıma türlerine (raylı taşıma, vb.) ve bunlara ek olarak kentler arası otobüs ya

da trenlere aktarma yapılabilir (Şekil 3.11). Korunakları, farklı ulaşım türlerine hizmet eden platformları, kapsamlı yaya erişim bileşenleri, farklı türlerde işletilen taşıtların erişimi için yapılan düzenlemeler, yolcu olanakları ve daha geniş istasyon yapısı ile birlikte bu istasyon tipinin inşası 5-20 milyon \$'a mal olmaktadır [4].



Şekil 3.11: Türler arası aktarma merkezi, Milwaukee – ABD.

Türler arası aktarma merkezleri, bekleme ve aktarma sürelerini en küçüklerken, istasyona erişim süresini artırmaktadır. HOT'a ayrılmış şeritler için yaya kaldırımlarında düzenlenen istasyonlar ise erişim süresini azaltmakta fakat bekleme süresi taşıtların yaşadığı gecikmeler sebebiyle artmaktadır.

3.2.2 Platform tasarımı

Platform tasarımı, platform ile HOT taşıtı arasında kalan yatay ve dikey boşluğu etkilemektedir. Özellikle engelli ya da hareket kısıtı olan kişilerin taşıta binebilme durumları platform tasarımında önemlidir. Raylı sistem benzeri bir hizmet sağlamak için taşıt zeminleri ile platform arasında kalacak dikey boşluğun azaltılması gerekmektedir. Otobüs zemini ile aynı yüksekliğe sahip bir platform hem kullanıcı memnuniyetini arttırmakta hem de otobüse binme süresini azaltmaktadır. Standart kaldırımda, istasyon platformu ile taşıt giriş basamağı arasında dikey bir boşluk kalmakta ve bu boşluk, kullanıcıların taşıta girebilmesi için basamak tırmanmalarını gerektirmektedir. Taşıt zemini ile aynı seviyede olan iniş-biniş platformu, istasyonla taşıt arasında düzgün bir geçiş sağlamaktadır (Şekil 3.12).

Aynı zamanda platformdan taşıta doğrudan binilebilmesi için taşıtla platform arasındaki yatay boşluğun da mümkün olduğunca azaltılması gerekmektedir. Bunun için ya kılavuzlama ve istasyona hassas yaklaşma gibi akıllı ulaşım sistemleri ya da

platform kenarlarında meyilli bordürler kullanılmaktadır. Meyilli bordürler, akıllı kılavuz sistemleri olmaksızın, taşıtların istasyona gerektiği kadar yanaşmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.12: Taşıt zemini ile aynı yükseklikte platform, Kolombiya – Bogota.

Otobüs zemini ile platform arasında azaltılan dikey ve yatay boşluk, yolcu indirme-bindirme süresini azaltmakta ve acil durum söz konusu olduğunda taşıtın kısa sürede boşaltılmasına yardımcı olmaktadır. Otobüs zemini ile eş düzey yükseklikte hazırlanan platformlar gelişmiş teknoloji ve raylı sistem benzeri hizmet çekiciliği sağlamakta ve özellikle hareket kısıtı olan bireylerin taşıta iniş-binişlerini kolaylaştırmaktadır.

Yolcu indirme bindirme alanının genişliği ve uzunluğunu tanımlayan platform yerleşim planı, bir istasyona aynı anda kaç tane otobüsün hizmet verebileceğini ve yolcuların taşıtlara binmek için platform boyunca nerelerde durmaları gerektiğini etkilemektedir. Tek taşıtlık platformlar, ancak bir HOT taşıtının giriş ve çıkış yapabileceği, en kısa platformdur. Farklı geçkilere hizmet eden taşıtların istasyonda nereye yanaşacağını belirlenmediği uzatılmış platformlar, birden fazla taşıtın aynı anda istasyonda yolcu indirme bindirme yapabileceği platform tipidir. Fakat hangi geçkiye ait taşıtın nerede duracağını belli olmaması, yolcuların binecekleri otobüsü bulmaları için platformda ileri geri hareket etmelerini gerektirmektedir. Bu da zaman kaybına ve yolcu memnuniyetsizliğine yol açmaktadır. Farklı geçkilere hizmet eden taşıtların istasyonda nereye yanaşacaklarının önceden belirlendiği uzatılmış platformlar ise en uzun platform tipini oluşturmaktadır. Geniş alan kullanımı gerektiren bu platform, genellikle büyük ölçekli aktarma merkezlerinde tercih edilmektedir.

İstasyon platformu ne kadar uzun tasarlanırsa, o platformda o kadar fazla taşıt işletilebilir ve dolayısıyla kapasite de o kadar yüksek olur. Taşıtlar kuyruklanma olmadan, gecikme yaşamadan yolcu indirme-bindirme yapar ve sistem güvenilirliği artar. Platformda taşıtların geçkilerine göre yolcu indirme-bindirme yapacakları alan atamalarının yapıldığı ve bunların görsel olarak iyi işaretlendiği istasyonlar yolcular tarafından kolay anlaşılır olmaktadır.

3.2.3 Geçiş kapasitesi

HOT yolu üzerinde işletilen taşıt ve geçki sayısı yüksek olduğunda, taşıtların özellikle istasyonlarda birbirlerini geçebilme olanağının olması hızı en çoklarken, gecikmeyi de azaltmaktadır (Şekil 3.13). Bu olanak, istasyonlara veya yol kesişme noktalarına geçiş şeridi eklenmesi, otobüslerin farklı duraklarda durması gibi çeşitli yöntemlerle sağlanabilmektedir.



Şekil 3.13: İstasyonlara eklenen geçiş şeridi, Pittsburgh – ABD.

Eklenen geçiş şeritleri ile istasyonların geçiş kapasitelerinin artırılması esnek işletme planlarının hazırlanmasını ve istasyonlarda yaşanabilecek gecikmelerin en küçüklenmesini sağlamaktadır.

3.2.4 İstasyona erişim

Kentsel etkinlikler ve çevre alanlarla, HOT hizmetinin ilişkilendirilmesinde yaya kaldırımları, geçitleri ve özel yaya yolları önemli bir görev üstlenmektedir. Park et ve devam et tesisleri ise HOT'un daha fazla kullanıcıya hizmet etmesini sağlamakta, bir başka deyişle çekiciliğini artırmaktadır (Şekil 3.14). Sonuç olarak, yaya odaklı ulaşım ile istasyona yerel erişim sağlanabileceği gibi istasyon yakınında oluşturulacak büyük otoparklar ile de bölgesel erişim sağlanmaktadır [4].



Şekil 3.14: İstasyon yakınında oluşturulan bölgesel otoparklar, Bangkok–Tayland.

Yaya ve hareket kısıtlı kişilerin çevre ile erişimlerinin sağlanması gereksinimi, istasyonların yerleşim planlarını etkilemektedir. İstasyon platformu, yol yüzeyinden çok yüksekte olmayacağı için yayalar yola inerek karşıdan karşıya geçmeye çalışabilir ve bu da hem trafikte seyreden taşıtların hem de HOT taşıtlarının yayalara çarpma riskini arttırmaktadır. Bu sebeple de sistem tasarımının bu çakışmaları en küçükleyecek şekilde hazırlanması ve istasyona erişimde alt geçitlerle veya üst geçitlerle ayrılmış yaya yollarının düzenlenmesi gerekmektedir.

3.3 Taşıtlar

Taşıtlar, hız, kapasite, çevre kalitesini ve konforu doğrudan etkilemektedir. Ayrıca taşıtlar, kullanıcılar için en fazla zaman geçirilen sistem bileşeni ve kullanıcı olmayanlar için ise sistemin en görünür ögesi olmaktadır. Kullanıcıların sistem izlenimi, taşıtlardaki deneyimlerinden oluşmaktadır. Bu sebeple de, sistemin kullanıcı olan ve olmayanlarla en çok etkileşim içerisinde olan ögesinin taşıtlar olduğunu belirtmek mümkün olmaktadır.

Taşıtlara, hem taşıt içi hareketleri hem de iniş-biniş hareketlerini kolaylaştıran eklentiler yapılmaktadır. Bu eklentiler, kapı kanallarının genişletilmesi ya da yenilerinin eklenmesi ve taşıtın sol tarafına da kapı konulması gibi uygulamaları kapsamaktadır (Şekil 3.15). Taşıtın içerisindeki yolcu hareketlerinin kolaylaştırılması için ise farklı koltuk yerleşim düzenleri ve güvenli tekerlekli sandalye konumları sağlanmaktadır (Şekil 3.16).



Şekil 3.15: HOT taşıt kapı düzenlemeleri, Wrightbus Streetcar RTV kapısı.



Şekil 3.16: HOT taşıt içi koltuk düzenlemeleri.

Kullanılan yakıt tipi; HOT taşıtlarının ivmelenme, en yüksek hız, yakıt tüketimi ve emisyon değerlerini belirlemektedir. HOT taşıtlarında, ultra düşük-sülfür dizel (ULSD) veya sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) yakıtlı içten yanmalı motorlar en yaygın kullanılan sistemdir. Gücünü yukarısından geçen elektrik hattından alan elektrik akımlı otobüsler günümüzde yalnızca tünel içi HOT uygulamalarında kullanılmak üzere sınırlı sayıda üretilmektedir [6].

Hibrit motorlu araçlar, gelişmiş başarımlar ve azalan emisyon ile birlikte; özellikle kentsel alanlarda %60'lara kadar yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Hibrit motorlu araçlar geleneksel dizel otobüslere göre daha düzgün ve çabuk hızlanma, daha etkili frenleme, geliştirilmiş yakıt ekonomisi ve azalan emisyon gibi birçok üstünlük sunmaktadır. Taşıt kapasiteleri açısından dört ayrı tip taşıt söz konusudur. Bunlar:

- Geleneksel taşıtlar.
- Biçimlendirilmiş (stylized) taşıtlar.
- Körüklü taşıtlar.
- Özel HOT taşıtları.

3.3.1 Geleneksel taşıtlar

Bu taşıtlar, en az iki kapılı geleneksel bir gövde tipine sahiptir (Şekil 3.17). 12 m uzunluğunda olan bir taşıtın koltuk kapasitesi 35–44 kişi, toplam yolcu kapasitesi ise 50–60 kişidir. 13,5 m uzunluğunda olan taşıtlarda bu değerler sırasıyla 35–52 kişi ve 60–70 kişiye çıkmaktadır. Geleneksel taşıtlarda, kapasite sınırlı olduğundan, özellikle, zirve saatlerde daha fazla sayıda taşıtın işletilmesi gerekmekte, bu durum da işletme maliyetlerine olumsuz bir şekilde yansımaktadır. Kullanılan yakıt tipine göre fiyatları, 300.000-550.000\$ arasında değişmektedir [5].



Şekil 3.17: Geleneksel standart HOT taşıtı, Orion VII.

3.3.2 Biçimlendirilmiş taşıtlar

Biçimlendirilmiş taşıtların, geleneksel taşıtlardan tek farkı daha modern ve etkileyici görümlerinin sağlanması için gövdelerine yapılan eklentilerdir (Şekil 3.18). Kullanılan yakıt tipine göre fiyatları 325.000–550.000\$’a çıkmaktadır [5].



Şekil 3.18: Biçimlendirilmiş standart HOT taşıtı, New Flyer Invero D40i.

3.3.3 Körüklü taşıtlar

Daha uzun gövdeli olan bu taşıtların taşıma kapasitesi daha fazladır (Şekil 3.19). Özellikle kapıların sayı ve yerlerine göre oturarak taşınabilen kişi sayısı 31 (4 geniş

kapılı)'den 65 (2 kapılı)'e kadar değişiklik gösterebilmekte, ayakta duracak kişilerde hesaba katıldığı zaman bu sayı 90'a ulaşabilmektedir [4]. Uzunlukları sebebiyle bazı geçkilerde işletilmeleri mümkün olmamaktadır. Kullanılan yakıt tipine göre maliyetleri 650.000-850.000\$ arasında değişmektedir [5].



Şekil 3.19: Körüklü HOT taşıtı, NABI 60 BRT.

3.3.4 Özel HOT taşıtları

Özel sistem taşıtlarında, raylı sistem taşıtları benzeri bir gövde, gelişmiş yakıt sistemleri ve akıllı ulaşım sistemleri kullanılmaktadır (Şekil 3.20). Kapasiteleri koltuk ve kapı yerleşimlerine göre 100-180 kişi arasında değişmektedir. Kullanılan yakıt tipi ve akıllı ulaşım sistemlerine, ayrıca koltuk düzenlerine göre maliyetleri 950.000-1.300.000\$'a çıkmaktadır [5].



Şekil 3.20: Özel HOT taşıtı, APTS Phileas 80&85.

3.4 Bilet Toplama

Bilet toplama işlemleri doğrudan kullanıcı sayısı ile geliri etkilemektedir. Bilet toplamada amaç; taşıtın istasyonda bekleme süresini azaltmak ve taşıta binişleri hızlandırmaktır. Bilet sistemi tasarımı bilet yapısı, bilet toplama yapısı, ödeme

teknolojileri ve bilet toplama araçlarını kapsamaktadır. HOT için bilet toplama sistemleri elektronik, mekanik ya da elle olabilmektedir.

Fizikisel olarak bilet ücretinin nasıl ödendiği bilet ücreti toplama ile ilgili olmaktadır. Bu da hizmetin güvenilirliği, taşıta binme süresi gibi sistem özelliklerini, işletme ve yatırım maliyetlerini etkilemektedir. Bilet ücreti taşıt içerisinde bilet kutularına bırakılabileceği gibi taşıt içerisinde bulunacak kondüktör tarafından da toplanabilmektedir. Bir diğer seçenek ise turnikeli bilet ödeme sistemidir (Şekil 3.21). Bu sistemde biletler istasyon alanına veya otobüs platformuna girmeden önce konulan turnikelerde ödenmektedir.



Şekil 3.21: Platform öncesi bariyerli ücret ödeme sistemleri.

Araç içi şoför denetimli bilet ödeme sistemlerinde, bilet kutuları şoförün yanına yerleştirilmektedir. Bu sebeple taşıta biniş yalnızca ön kapıdan gerçekleşmekte ve yolcu kuyruklanması oluşmakta dolayısıyla da taşıta biniş süresi oldukça artmaktadır. Araç içi kondüktör denetimi ile yapılan bilet toplama işleminde ise tüm yolcuların araca bindikten sonra teker teker kontrol edilmesi gerekmektedir. Her kapısından taşıta binilmesi mümkün olacağı için, şoför denetimli bilet toplama sürecine göre, taşıta biniş süresi azalmakta fakat özellikle zirve saatlerde, taşıtların doluluk oranları yüksek olduğunda bu işlemin yapılması güç olduğu için etkin işleyememektedir.

Platform öncesi bilet ödeme sistemlerinde ise genellikle turnikeler kullanılmaktadır. İstasyona giriş kontrollü ya da hem giriş hem de çıkış kontrollü olarak düzenlenebilmektedir. Turnikeli sistem ile istasyonlarda tanımlı bilet toplama alanları oluşmakta, biletsiz geçiş önlenmekte ve taşıta biniş süresi oldukça azalmaktadır. Bu sistemin kullanılabilmesi için kapalı istasyon yapısı ya da turnikelerin yerleştirilmesi için yeterli genişlikte çevresi kapatılmış platforma gerek

duyulmaktadır. Özellikle taşıtlara binme süresini azaltması nedeniyle HOT sistemi açısından en etkin bilet toplama yöntemi turnikeli ödeme sistemleri olmaktadır [7].

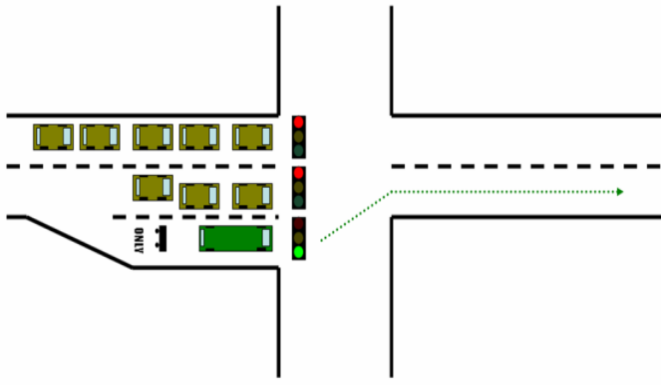
Teknolojik yapılarına göre farklılaşan jeton-kağıt bilet, manyetik ve akıllı kartlar olmak üzere üç bilet tipi ve bu bilet tipleriyle uyuşan bilet toplama araçları bulunmaktadır. Birim başına yatırım maliyetleri, jeton ya da kağıt biletler için 0,01-0,04\$, manyetik kartlar için 0,01–0,30\$ ve 0,30–4,00\$ olmaktadır. Jeton ya da kağıt bilet toplama araçlarının birim başına yatırım maliyeti 2-6\$ arasında değişmekteyken, manyetik ve akıllı kart okuyucu bilet toplama araçları için bu rakam 13\$'a çıkmaktadır.

3.5 Akıllı Ulaşım Sistemleri

Akıllı ulaşım sistemleri (AUS), kullanılan ileri iletişim teknolojileri ile HOT sistem başarımını geliştirmektedir. Sisteminin güvenilirliğini, işletme etkinliğini ve hizmetin kalitesini arttırmakta; kullanıcılar için gerçek zamanlı bilgiye erişimi sağlamaktadır. Farklı tipte AUS oluşturmak için çeşitli teknolojilerin birleşiminden yararlanılmaktadır. AUS uygulamaları, taşıt önceliklendirme, akıllı taşıt, sistem işletme, yolcu bilgilendirme ve güvenlik sistemleri olmak üzere beş grupta incelenmektedir.

3.5.1 Taşıt önceliklendirme sistemi

Diğer taşıt ve ayrılmış otobüs şeritlerinde işletilen HOT taşıtlarına, kavşaklarda geçiş önceliğinin sağlanması için kullanılan bir sistemdir. Sistem kapsamında trafik sinyali önceliği teknolojileri kullanılmaktadır (Şekil 3.22). Hedef ise yolculuk süresini azaltmak, zaman çizelgesine bağlı taşıma sağlamak ve taşımanın etkinliğini arttırmaktır. Sistemin uygulanması için trafik sinyali denetleyicisi, ilgili yazılım ve taşıtlara da kendilerine öncelik sağlamak amacıyla kavşaklara yerleştirilen trafik ışığının okunabileceği donanım yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu sistem ile otobüslerin geçiş ve dönüşleri için yeşil ışık süresi genişletilmektedir. Kullanılan bir başka sistem ise istasyon ve şerit erişim kontrolüdür. Ayrılmış şerit veya istasyon girişlerine yerleştirilen taşıt okuyucu bariyerle, ayrılmış şerit ve istasyonlara erişim kısıtlanmaktadır. Bu sistem ile yol tesislerine izinsiz girişler engellenmekte ve yolculuk süresi azaltılmaktadır [4].



Şekil 3.22: Taşıt önceliklendirme sistemi işleyişi.

3.5.2 Akıllı taşıt sistemleri

Bu teknolojiler ile HOT taşıtları için hem doğrusal hem de yanal otomatik kontrol sağlanmakta; kaza çeşitleri ile sıklıkları azalmakta ve sistem güvenliği artmaktadır. Akıllı taşıt sistemleri kapsamında, çarpışma uyarı, istasyona hassas yanaşma ve şerit asistanı sistemleri karşımıza çıkmaktadır.

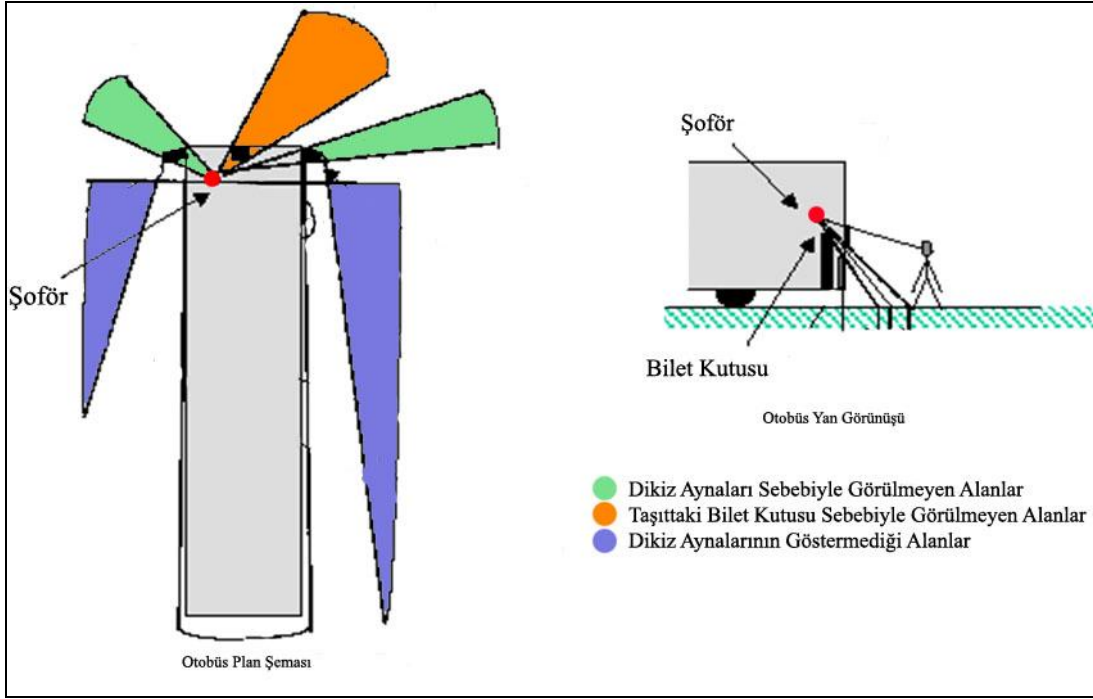
3.5.2.1 Çarpışma uyarı sistemleri

Sistem, taşıt sürücülerine çarpışma tehdidi oluşturan bir yaya veya herhangi bir engelin yol üzerinde bulunduğu dair uyarı sağlamaktadır. Sistemin uygulanması için taşıta, sürücünün dikiz aynası ve bilet kutusu yüzünden göremediği alanlar ile dikiz aynalarının gösteremediği alanlarda belirecek engellerin algılanması amacıyla engel algılayıcılar ve belirlenen engeller hakkında sürücünün bilgilendirilmesi amacıyla da, sürücü uyarı aygıtları yerleştirilmektedir (Şekil 3.23).

3.5.2.2 Hassas yanaşma teknolojisi

Taşıtın istasyonda doğru konumda durmasının sağlanması için istasyonlarda hassas yanaşma teknolojisi kullanılmaktadır. Bu sistemde manyetik, optik ve mikrodalga radar olmak üzere üç farklı teknoloji tercih edilmektedir.

Optik ve manyetik teknolojilerde istasyon önünde yer alan yol kaplamasının boya veya manyetik çubuklar ile işaretlenmesi, taşıta boya veya mıknatısları okuyabilecek algılayıcı yerleştirilmesi ve bu algılayıcılar ile fren sistemi arasında bağlantı sağlanması gerekmektedir (Şekil 3.24 ve 3.25).



Şekil 3.23: Algılayıcıların yatayda ve düşeyde algıladığı alanlar.



Şekil 3.24: Yol kaplamasına yerleştirilen manyetik çubuklar.



Şekil 3.25: Optik istasyona hassas yanaşma sistemi, Rouen – Fransa.

Mikrodalga radar sistemlerinde ise istasyon sınırları içinde platform bordürlerine mikrodalga ışın yollayan aygıtlar yerleştirilmektedir. Bu algılayıcıların, sürekli

olarak istasyon bordür kenarı ile taşıt arasındaki yatay mesafeyi ve istasyon platform boyu ile taşıt arasındaki doğrusal mesafeyi ölçmesiyle, taşıtın istasyonda doğru bir konumda durması sağlanmaktadır. Hassas yanaşma teknolojisi, yolcu iniş-biniş hareketlerini kolaylaştırarak istasyonlarda yaşanan gecikmeleri azaltmakta ve yolcu konforu ile güvenliğini artırmaktadır.

3.5.2.3 Şerit asistanı sistemi

Taşıtların yüksek hızda güvenli bir şekilde işletilmesini sağlayan bu sistem, manyetik, optik ve Küresel Konumlama Sistemi (KKS)'ye dayalı olmak üzere üç farklı teknolojiyle uygulanabilmektedir. Sistemin uygulanması için tercih edilecek teknolojiye göre, yol kaplamasının ya mknatıslarla ya da boya ile donatılması gerekmektedir. Yola yerleştirilen mknatıs ya da boyalı işaretler geçkiyi sabitlemekte ve taşıtlar da ancak sabitlenmiş geçki üzerinde hareket edebilmektedir. GPS teknolojisinde ise ayrıntılı geçki haritaları oluşturulmakta, şerit sınırlarına göre taşıt konumu belirlenmekte ve ilgili yazılım ile taşıtın sabitlenmiş geçkide hareket etmesi sağlanmaktadır. Bu sistemler daha az yol alanı gerektirmekte dolayısıyla sistem tasarımında yol alanından tasarruf sağlanmaktadır. Ayrıca taşıtın geçki dışına çıkması engellenerek hem yolcu hem de sürücü güvenliği artırılmaktadır.

3.5.3 İşletme yönetim sistemleri

HOT işletme başarımının etkinliğini ve hizmet güvenilirliğini artırmak için kullanılan bu sistemler, kurulacak kontrol merkezlerince gerçek zamanlı taşıt verilerinin elde edilmesini, taşıt zaman çizelgelerine uygunluğun denetlenmesini ve gerekli alanlara, taşıt gönderilmesini sağlamaktadır. Bilgisayar destekli hizmet, otomatik taşıt konumu belirleme ve otomatik yolcu sayaçları en çok kullanılan işletme yönetim sistemlerindendir.

3.5.3.1 Bilgisayar destekli hizmet

Bu sistemle, kontrol merkezi ve taşıt sürücüleri arasında sesli iletişim ve veri aktarımı sağlanmaktadır. Kontrol merkezi tarafından gönderilmesi uygun görülen araca veya araçlara ilgili bilgi iletilmekte ve sürücüler acil durumlar için bilgilendirilmektedir. Sistemin çalışması için taşıtlara ve kontrol merkezlerine ilgili donanımların yerleştirilmesi ve ilgili yazılımların sağlanması gerekmektedir.

3.5.3.2 Otomatik taşıt konumu belirleme sistemi

Gerekli donanım ve yazılım ile donatılan taşıtların konumlarının saptanması amacıyla kullanılan taşıt konumu belirleme sistemleri ile geçki ve zaman çizelgesine olan uyum kontrol edilerek sürücülerin geçki dışına çıkması engellenmekte, zaman çizelgesi dışına çıkan sürücüler uyarılarak zaman çizelgesine geri dönmeleri sağlanmakta, dolayısıyla sistem güvenilirliği artmaktadır.

3.5.4 Yolcu bilgilendirme sistemleri

Bilgilendirme sistemleri, bilgilendirilen yolcunun konumuna göre iki gruba ayrılmaktadır. Bunlardan ilki taşıt dışı yolcu bilgilendirme sistemleridir. Taşıt dışı, yolculuk öncesi bilgi sistemleri, HOT'un geçki yapısı, taşıt zaman çizelgeleri, geçki üzerindeki sistem içi ve türler arası aktarma noktaları gibi bilgileri kapsamaktadır. Bu bilgiler ile yolcular, hangi geçkide, hangi taşıtla, hangi saatte ve hangi istasyona kadar yolculuk edeceklerini seçmektedir. Yolculuk tercihlerini yapmış yolculara ise, istasyona gelecek otobüs bilgileri ve sistem içindeki gecikmeler gibi taşıt zaman çizelgeleri elektronik bilgi panoları ile iletilmektedir. Taşıt içi yolcu bilgi sistemlerinde ise taşıt zaman çizelgesi, gelecek istasyon bilgileri, aktarma yapılabilecek diğer taşıt bilgileri ve sistem içerisindeki gecikmelerle ilgili bilgiler taşıt içine yerleştirilen elektronik bilgi panoları ile aktarılabilmektedir. Tüm bu sistemler, istasyonlarda bekleme süresini azaltmakta ve yolcu memnuniyetini, buna bağlı olarak da kullanıcı sayısını arttırmaktadır.

3.5.5 Güvenlik sistemleri

Taşıt içi sessiz alarm ile taşıt içi sesli ve görüntülü gözlemlene sistemleri en yaygın kullanılan güvenlik sistemlerindendir. Taşıt içi sessiz alarm, sürücünün yanında bulunan bir düğme ile çalışmakta, yolcuların haberi olmaksızın kontrol merkezine acil durum sinyali iletilmektedir. Sesli ve görüntülü gözlemlemede ise kontrol merkezine iletilen alarm sonrası, taşıta yerleştirilen mikrofon ve kamera etkinleştirilerek taşıt içindeki durum gözlenmektedir. Bu sistemler sürücü ve yolcu güvenliğini artırmakta, herhangi bir olay çıkması durumunda olayın olduğu taşıtın belirlenmesi ve yardım edilmesini kolaylaştırmaktadır.

3.6 Markalaşma

HOT sisteminin, diğer toplu taşıma türlerine göre farklı olan özellikleri ve niteliksel konumu ortaya konmaktadır.

Markalaştırma araçları, şşletmeci firmalar tarafından, sistemin ayırt edilmesini sağlamak ve sisteme özgü bir marka değeri oluşturmak için kullanılan ögelerdir. Bu ögelerden, genellikle, kelime ya da deyim şeklinde hazırlanan marka ismi, sisteme özgü belirlenen renk kullanımı ve tasarlanan logolar kullanılmaktadır (şekil 3.26).



şekil 3.26: Sistem için belirlenen ve duraklar ile yol şaretlerine eklenen logo rneği, AC Transit, ABD.

HOT'un diğer toplu taşıma sistemlerinden farklılaştığı ve özellikle yapılan çalışmalar sonucu saptanan kullanıcı kitlesinin önem verdiği hususlar (hız, zaman, konfor, güvenlik vs.) markalaşma sürecinde ön plana çıkarılmalı ve markalaşma ögeleri bir bütün olarak kullanılmalıdır.

4. SİSTEM FAYDALARI

Bir toplu taşıma türünün yolcu çekmesi için sağlaması gereken en önemli fayda, yolculuk süresi kazanımıdır. Yolculuk süresi kazanımları, mevcut kullanıcıların daha fazla yolculuk yapmasını, yeni yolcular ile diğer toplu taşıma türlerini kullananların, bu türü kullanmasını ve özellikle taşıt içi sürenin azaltılmasına bağlı olarak toplu taşıma türleri haricinde türler ile yolculuk yapanların da bu toplu taşıma türünü tercih etmesini teşvik etmektedir. Fakat tek başına yolculuk süresi kazanımı sistemin tercih edilmesini sağlamakta yetersiz kalmaktadır.

Yeni bir toplu taşıma sisteminin, hizmet aralığı diğer toplu taşıma türlerine göre daha seyrek, ücretinin ve yolculuk süresinin daha fazla olması durumunda, kullanıcılar diğer toplu taşıma türlerine ya da otomobillerine yönelmektedir. Ayrıca tıkanıklık olmaksızın yüksek hızda sürüş yapılabilen yol alt yapısı ve ücretsiz ya da düşük ücretli park etme olanağının bulunduğu yerleşimlerde toplu taşımanın sağladığı faydalar önemsiz kalmakta ve bu tip yerleşimlerde özel otomobil kullanımı yoğun olmaktadır. Bu durum toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesiyle ulaşılmak istenen, kentlerde otomobil kullanımının azaltılması hedefi ile uyumamaktadır. Bu sebeple, toplu taşımanın geliştirilmesini hedef alan uygulamaların, arazi kullanım kararları ve kentsel politikalar ile de desteklenmesi gerekmektedir.

Sistemin başarıya ulaşması, merkezi ya da yerel yönetimlerce bu yatırımların sürdürülmesi için HOT'un hem özel otomobillerle hem de diğer toplu taşıma türleriyle baş edebilir bir yapıya sahip olması, dolayısıyla kullanıcılar açısından tercih edilebilir ve hizmet sağlayıcı açısından uygulanabilir nitelikte olması gerekmektedir. Bu sebeple sistemin bileşenleri ve sağlayacağı faydalar bir bütün olarak ele alınmalı, bunlar sistemin uygulanmasıyla ulaşılmak istenen hedefler kapsamında değerlendirilmeli ve her yerleşimin kendine özgün bir fiziksel, sosyal, kültürel ve ekonomik özellikleri bulunduğu gözetilerek, çözümler yerleşimlerin özgün yapısına uygun olacak şekilde üretilmelidir.

HOT sistem bileşenleri toplu taşıma kullanıcılarına, parçası olduğu toplu taşıma sistemine ve hizmet sunduğu yerleşimlere önemli faydalar sağlamaktadır. Bu

bölümde hem toplu taşıma sistemleri açısından hem de toplum açısından HOT tarafından sağlanan faydalar irdelenmiştir.

4.1 Yüksek Yolcu Sayısı

Herhangi bir hızlı toplu taşıma yatırımının amacı kullanıcı çekmek ve yüksek kullanıcı sayısına ulaşmaktır. Kullanıcı üzerindeki etkileri açısından HOT, üç farklı yolculuk tipini karşılamaktadır. Bunlar:

- Diğer toplu taşıma türlerinden çekilen yolculuklar.
- Daha önce yapılmayan, bu sistemle ortaya çıkan yeni yolculuklar.
- Daha önce toplu taşıma türleri dışındaki taşıma türleri ile yapılan (otomobil, bisiklet vs.) yolculuklar.

HOT uygulaması ile gerçekleşen kullanıcı sayısı artışının belirlenmesinde birçok istatistik veri kullanılmaktadır. HOT'un toplam kullanıcı sayısına ve kullanıcıların tercihlerine olan etkisinin belirlenmesinde genel olarak kullanılan üç ölçüt bulunmaktadır. Bunlar:

- Bir geçki üzerinde işletilen taşıma türlerinin toplam kullanıcı sayılarının, HOT'un işletmeye açılması önce ve sonrasındaki değerlerinin karşılaştırılması,
- HOT'un çekiciliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan niteliksel araştırmalar (anket çalışmaları) ile daha önce diğer ulaşım türlerini (otomobil, diğer toplu taşıma türlerini kullanan ya da yaya olarak yolculuk edenlerin) kullanarak yolculuk eden veya daha önce diğer ulaşım türleri ile yolculuk etmeyen, ancak HOT'un işletmeye açılmasıyla, bu sistemi tercih edenlerin oranının belirlenmesidir.

Yolculuk süresi kazanımları kullanıcıları bir toplu taşıma türüne yolcu çekmek için olması gereken en önemli unsurdur. Yolculuk süresi kazanımları mevcut kullanıcıların daha fazla yolculuk yapmasına, yeni yolcular ile diğer toplu taşıma türlerini kullananların bu türü kullanmasına ve özellikle taşıt içi sürenin azaltılmasına bağlı olarak toplu taşıma türleri dışındaki türler ile yolculuk yapanların da HOT'u tercih etmesine neden olmaktadır.

Güvenilirlik de kullanıcı sayısı üzerinde en az yolculuk süresi kazanımları kadar önemli bir rol oynamaktadır. Beklenmedik gecikmelerin ya da hizmet kesintilerinin olabildiğince engellenmesiyle artan güvenilirlik, yolculuk süresinde değişiklik

olmamasına bağılı olduğu için HOT'un tercih edilmesinde önemli bir etkisi bulunmaktadır.

HOT'un önemli özelliklerinin geliştirilecek kimlik dahilinde topluma yansıtılması ve sistemin diğler toplu taşıma türlerinden farklı olduğunun vurgulanması, sisteme olan ilginin artmasına neden olmaktadır.

Bazı toplu taşıma kullanıcıları için emniyet ve güvenlik, yolculuk süresi kazanımlarından daha önemli olmaktadır. Emniyet sağlayan sistemler bu kullanıcıların kendilerini daha güvende hissedecekleri için HOT'u tercih etmelerine neden olmaktadır.

Kapasite, sistemi kullanabilecek en yüksek kişi sayısını belirlediğı için kullanıcı sayısı üzerinde doğrudan etkisi olan bir başarıım ögesidir. Hizmet sağlayıcı, sistemin ölçeğini öngörülen kullanıcı sayısı artışını karşılayabilecek şekilde belirlemelidir.

Hizmet sunulan nüfus ve nüfusun demografik yapısı da kullanıcı sayısını etkilemektedir. Yüksek yoğunlukta yolculuk çeken merkezi iş alanları ile kentin temel gereksinim merkezlerinde (eğitim, sağlık vs.) ve yüksek yoğunlukta yolculuk üreten konut alanları gibi kentsel alanlarda toplu taşımaya daha kolay yolcu çekilmektedir.

Diğler ulaşım türlerinin çekiciliğı, HOT'un kullanıcı sayısını olumsuz yönde etkilemektedir. Tıkanıklık olmaksızın yüksek hızda sürüş yapılabilen yolların ve ucuz park etme olanağının bulunduğu yerleşimlerde, toplu taşımanın sağladığı faydalar önemsiz kalmaktadır. HOT'un sıklığının diğler toplu taşıma türlerine göre daha az, bilet ücretinin ve yolculuk süresinin daha fazla olması durumunda ise kullanıcılar diğler toplu taşıma türlerine yönelmektedir. Ayrıca sistemin kent içi, kentler arası raylı sistemler, otobüs, bisiklet ve yaya ulaşımı gibi diğler ulaşım türleri ile ilişkilendirilmesi ve aktarma olanağının sunulması, sistemin tercih edilmesini kolaylaştırmaktadır.

4.2 Yatırım Maliyeti Etkinliğı

Yeni bir HOT yatırımında, karar verilmesi gereken en önemli konu, sistemin hizmet etmesi öngörülen kullanıcıların gereksinimlerini karşılayacak ve toplam yatırım maliyeti kabul edilebilir seviyede olacak nitelikte hangi tasarım ve işletme

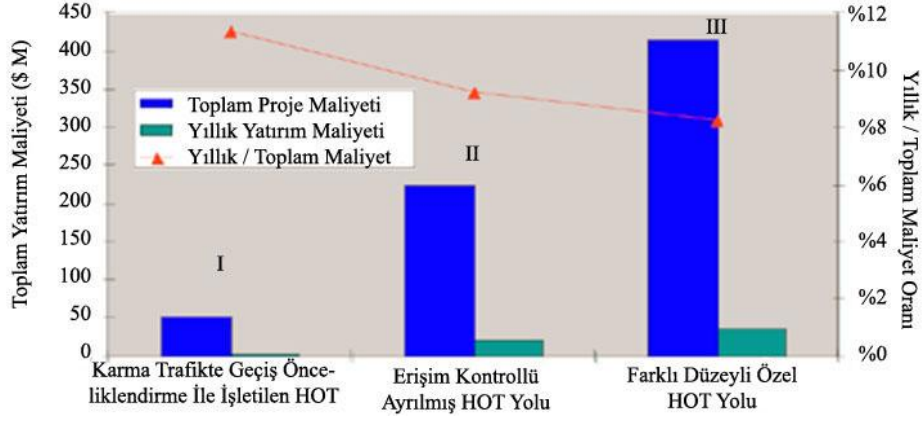
bileşenlerinin seçileceğinin belirlenmesidir. Bir başka deyişle, sistem yatırımında karar verilmesi gereken en önemli konu sistemin ölçeğidir.

Hangi sistem ögeleri birleşiminin birim maliyet başına en yüksek faydayı sağladığının ortaya konması için kullanılan yatırım maliyeti etkinliği ile kullanıcı, hizmet sunulan birim uzaklık ya da yolculuk süresi kazanımı başına düşen maliyeti ölçülmektedir. Bir sistemin yatırım maliyeti etkinliğinin yüksek olması için birim yatırım maliyetine düşen faydasının da yüksek olması gerekmektedir. Bu noktada amaç, yatırım maliyeti en düşük olan sistemin belirlenerek uygulanması değil, birim yatırım maliyeti başına en yüksek faydayı sağlayacak sistemin belirlenerek uygulanmasıdır.

Yatırım maliyeti etkinliği hesaplaması; yolculuk sayısı, yolcu-km ve toplam yolculuk süresi kazanımı gibi yolcu faydaları, ortalama yolculuk kazanımı, güvenilirlik, emniyet ve güvenlik iyileştirmeleri gibi başarımda sağlanan gelişmeler, taşıt-km ve taşıt-saat gibi ortaya konulan hizmet, geçki uzunluğu ve taşıt filosu gibi tesis boyutlarına göre yapılmaktadır.

Yatırım maliyeti etkinliği maliyet değerinin fayda değerine oranıdır. Her iki değer eşit koşullarda karşılaştırılabilmesi için, bu değerlerin yıllık karşılıklarının birbirlerine oranları hesaplanmaktadır. Maliyetlerin yıllık olarak hesaplanması, toplam yatırım maliyetinin sistemin beklenen kullanım ömrü boyunca dağıtılmasını sağlamaktadır.

Şekil 4.1’de farklı kullanım ömrü öngörüsü ile inşa edilen farklı HOT sistemlerinin toplam ve yıllık yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması yer almaktadır. I. sütunda 32 yıl kullanım ömrü olan karma trafikte geçiş önceliklendirme sistemleri ile işletilen, II. sütunda 48 yıl kullanım ömrü olan erişim kontrollü ayrılmış otobüs şeritlerinde ve III. sütunda ise 52 yıl kullanım ömrü olan özel HOT yollarında işletilen üç farklı tipte HOT sistemlerine ait toplam ve yıllık yatırım maliyetlerinin grafik olarak gösterimi yer almaktadır. Toplam proje maliyeti yüksek olsa da, kullanım ömrü uzun olduğu için, özel HOT yollarında işletilen sistemin yıllık maliyetinin toplam maliyetine oranı en düşük olmaktadır. Bu sebeple yapılacak tercihlerde en yüksek faydayı sağlayacak seçeneğin belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.1: Farklı HOT sistemlerinde toplam ve yıllık yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması [4].

4.3 İşletme Maliyeti Etkinliği

Mevcut toplu taşıma sistemine uyum sağlama ve göreceli düşük yatırım maliyeti ile yüksek işletme maliyeti etkinliğine ulaşabilme yeteneği HOT'un en önemli ayırt edici özelliklerini oluşturmaktadır. Farklı projelerin yatırım maliyet etkinliği ile birlikte işletme maliyeti etkinliğinin de hesaplanarak irdelenmesi, en yüksek maliyet etkinliği düzeyine sahip sistem tasarımının saptanarak, uygulanmasını sağlamaktadır.

İşletme maliyeti etkinliği, bir birim girdiden bir birim hizmet üretilebilmesidir. Bir HOT sisteminin işletme maliyeti etkinliğini, yatırım ve işletme planı seçenekleri, hizmet ücretlendirmesi ve kullanıcı sayıları etkilemektedir. Yatırım ve işletme planı ile hizmet ücretlendirmesi, hizmet sağlayıcı tarafından belirlenmektedir. Kullanıcı sayısı ise sunulan hizmetin tasarımı ve ücretlendirme politikalarına göre kullanıcıların verdiği karara dayanmaktadır. İşletme maliyeti etkinliğinin saptanması için yolcu-km başına devlet desteği, yolcu başına devlet desteği, yolcu başına işletme maliyeti, taşıt-km başına işletme maliyeti, taşıt-saat başına işletme maliyeti, taşıt-saat başına yolcu, taşıt-km başına yolcu ve taşıt-saat başına düşen tam zamanlı çalışan kişi sayısı gibi ölçütler kullanılmaktadır. Kullanılan bu ölçütler diğer toplu taşıma sistemleri için de kullanılması sebebiyle, sistemin diğer HOT ya da toplu taşıma türleriyle karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır.

Çizelge 4.1'de Los Angeles'da uygulanan HOT (Metro Rapid) sisteminin 720. hat adı ile işletilen Wilshire-Whittier geçkisine ilişkin işletme maliyeti etkinliği verileri yer almaktadır. Bu verilerle, HOT sistemi hem geçki üzerinde işletilen diğer toplu taşıma türleri ile karşılaştırılabilmekte hem de sistemin geçki üzerindeki toplu taşıma

sistemini nasıl etkilediği ortaya konabilmektedir. Kentin en yüksek talepli toplu taşıma koridoru olan Wilshire -Whittier geçkisinde, HOT öncesi yedi otobüs hattı ile hizmet veriliyorken, HOT'un hizmete girmesiyle üç otobüs hattı kaldırılmıştır

Çizelge 4.1: Wilshire–Whittier geçkisi Metro Rapid 720 işletme maliyeti etkinliği [Url-3].

WILSHIRE – WHITTIER	Yolcu-Mil Başına Düşen Devlet Desteği (\$)		Yolcu Başına Düşen Devlet Desteği (\$)	
	HOT Öncesi	HOT Sonrası	HOT Öncesi	HOT Sonrası
18, 318* (Otobüs)	0,17	0,18	0,51	0,46
20, 21, 22, 320*, 322* (Otobüs)	0,21	0,15	1,08	0,58
Metro Rapid 720 (HOT)	-	0,14	-	0,82
Toplam	0,20	0,15	0,79	0,65

*Metro Rapid 720 Sistemi Hizmete Girdikten Sonra Kaldırılan Hizmetler

Metro Rapid 720'nin uygulanması ile birlikte geçki toplamında yolcu-mil ve yolcu başına düşen devlet desteğinin azaldığı, bir başka deyişle geçki üzerindeki toplu taşıma sistemlerinin etkinliğinin arttığı görülmektedir.

4.4 Toplu Taşıma Destekli Kentsel Gelişim

Toplu taşıma destekli gelişim, yerleşimlerde düzenli kullanıcı akışının sağlanacağı bir toplu taşıma ağı gerektirmektedir. Özel otomobil kullanımının baskın olmadığı, toplu taşıma ile gelişen kentler, hem nüfus hem de yapılaşma açısından daha yoğun olmakta ve arazi kullanımları da çeşitli kentsel fonksiyonları içermektedir.

HOT'un, toplu taşıma destekli kentsel gelişimi nasıl desteklediği; sistemin, çevresinde gelişen yerleşimlerin sayısı, niteliği ve kentsel politikaları ne kadar

değiştirdiği ile saptanabilmektedir. Sistemin yol ya da istasyon bileşenlerinin çeperinde, belirli bir uzaklık içerisinde kalan yerleşimlerin sayısındaki artış, konut birimlerindeki, ekonomik etkinliklerdeki ya da nüfus artışı ile gösterilmektedir. Sistem bileşenlerine olan uzaklık sınırı ise genellikle yarım ya da çeyrek mil (0,8 km ya da 0,4 km) olarak belirlenmektedir.

Kentsel gelişim politikalarının tanımlanmasındaki güçlük sebebiyle, genellikle yerel yönetimlerce, HOT uygulaması sonucuna ya da olası sonucuna dayanarak geliştirilen kentsel gelişim politikalarına bakılmaktadır.

Fiziksel altyapı yatırımının parçası olan sistem bileşenlerinden her birinin, toplu taşıma odaklı kentsel gelişim üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Yol bileşeni inşası, istasyonun bulunduğu noktadan, kentin diğer bölgelerine erişebilme olanağı sunmakta ve bu olanak ile de yol çeperindeki araziler değer kazanmaktadır. Dolayısıyla yol çeperinde yer alan arazilerin talebi yükselmekte ve bu alanlarda daha yoğun bir kentsel gelişim sağlanmaktadır.

İstasyon yatırımı ise etki alanındaki ekonomik canlılığı etkilemekte ve yolculuk seçeneklerini artırarak yaşanabilir çevreler oluşturmaktadır. Aynı zamanda sağlanacak besleyici hizmet geçkilerinin HOT istasyonları ile ilişkilendirilmesiyle, özellikle kent merkezlerinde otopark kullanımı için ayrılması gereken alan gereksinimini azaltmakta ve bu alanların farklı kentsel özellikler için kullanımını mümkün kılmaktadır.

Esnek hazırlanabilen hizmet işletme planları ise, arazi kullanımdaki değişikliklere göre sistemin işletme sıklığının artırılması ya da sınırlandırılması gibi eylemlerle değiştirilebilmektedir.

Estetik tasarımlı ve gelişmiş tahrik sistemli taşıtlar da hem sistemin kimliğini geliştirmekte hem de taşıt kaynaklı çevre kirliliğini azaltmaktadır. Sonuç olarak hem kullanıcıları sisteme çekmekte hem de merkezi ya da yerel yönetimlerce bu yatırımların devam ettirilmesini sağlamaktadır.

4.5 Çevresel Kalite

Küresel, yerel ve doğal çevre ile toplum sağlığına yansıyan her unsur çevresel kalite kapsamında irdelenmektedir. Çevresel kalitedeki değişimlerin saptanması için kullanılan ölçütler yerel hava kirliliği, sera gazı salınımı ve yakıt ekonomisidir.

Yerel hava kirliliği yerel çevreye ve toplum sağlığına doğrudan etki etmektedir. Yerel hava kirliliğinin saptanması için ozon tabakasının en alt düzeyinde bulunan azot oksit (NO_x), uçucu organik bileşenler, parçacıklı maddeler ve karbon monoksit (CO) gaz miktarları ölçülmektedir.

Sera gazları ise küresel ölçekte tehlikeye neden olmaktadır. Taşıt kaynaklı salınan sera gazları arasında karbon dioksit (CO_2), metan ve azot oksit bulunmaktadır. Toplam salınan gazların 2/3'ünü karbon dioksit (CO_2) oluşturmakta, fakat metan gazı daha az salınmasına karşın oluşturduğu tehlike karbon dioksit gazına göre daha fazla olmaktadır.

Yakıt ekonomisi tüketilen toplam yakıt ile ilişkilidir. Tüketilen yakıt miktarını ise birçok unsur etkilemektedir. Bu unsurlar taşıt tasarımı ve teknik durumu, yol ve iklim şartları ile sürücü deneyimlerini kapsamaktadır. Geliştirilen yakıt ekonomisi, gaz salınımlarının azaltılmasında doğrudan etkilidir. Fakat bu noktada tüketilen yakıt tipi önem kazanmaktadır. Her yakıt tipi, yakıt ekonomisi geliştirilse de gaz salınımlarının azaltılmasına katkı sağlamamaktadır.

HOT çevresel kaliteyi, taşıt teknolojileri, kullanıcı çekimi ve kullanılan akıllı ulaşım sistemleri ile emisyon ve yakıt tüketimini etkileyerek geliştirmektedir. HOT'un hangi araçlarla, hangi kirlilik kaynaklarına etki ederek çevresel iyileştirmeye katkıda bulunduğu Çizelge 4.2'de özetlenmiştir.

Taşıt teknolojileri ve AUS, kullanılmaya başlandıkları anda etkili olmaktadır. Toplu taşıma kullanıcısı olmayanların ve toplu taşıma kullanıcısı olup da HOT'u kullanmayanların sistemi tanınması ve sistemi kullanması zaman gerektirdiğinden, kullanıcı sayısının etkinliğinin görülebilmesi de zaman gerektirmektedir. Kullanıcı etkisi ve AUS kullanımı trafikten kaynaklanan çevre kirliliğini azaltmaktayken, tercih edilen taşıt teknolojileri yalnızca HOT kaynaklı çevre kirliliğini azaltmaktadır. Ayrıca kullanıcı etkisi trafikte seyreden özel taşıt kullanımını, AUS kullanımı ise trafik tıkanıklığını azaltarak ortaya daha kalıcı sonuçlar koymakta, dolayısıyla da çevresel iyileştirmede yüksek etkinlikli bir rol oynamaktadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2: Emisyon ve yakıt ekonomisi geliştirme mekanizması [4].

Çevresel İyileştirme Araçları	Kirlilik Kaynağı	Amaç	Etkinin Gelişimi
Taşıt Teknolojilerinin Etkisi	HOT Taşıt Emisyonları	Daha geniş ve daha az sayıda, temiz yakıt tiplerinin kullanıldığı taşıt filoları ile emisyonun azaltılması	Hızlı ve Doğrudan
Kullanıcı Etkisi	Özel, düşük doluluk oranlı taşıt emisyonları	Yolculuk süresi kazanımları, güvenilirlik, marka kimliği, güvenlik, emniyet ve kullanım kolaylığı ile özel taşıt kullanıcıların HOT'a çekilmesi	Yüksek ve Dolaylı
Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Etkisi	Trafik tıkanıklığından kaynaklanan yerel taşıt emisyonları	Genel trafikte seyreden taşıtlar ile HOT taşıtlarını ayrıştırılması, trafik tıkanıklığının azaltılması ve taşıt hızlarının artırılması ile tüm taşıtların sebep olduğu emisyonun azaltılması	Yüksek, Hızlı ve Dolaylı

Yerel hava kirliliği ve yakıt ekonomisi haricinde, sistemin ses ve görüntü etkileri de HOT'un çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde ölçüt olarak kullanılabilir. HOT taşıtlarının tahrik ve fren sistemleri ile yol kaplama malzemesinden kaynaklanan ses şiddeti, özellikle sistem geçişi yakınında yer alan yerleşim alanları için önemli olmaktadır. Sistemin görsel etkileri ise fiziksel öğelerinden oluşmaktadır.

Sistemin gürültü etkisi geçki üstünde belirlenen noktalarda yapılan ölçümlerle tespit edilmekte, görüntü etkisi ise niteliksel olarak değerlendirilmektedir. Ses etkisinin azaltılması için düşük sesle çalışan taşıt tahrik sistemleri, gürültü azaltan yol kaplama malzemesi ve gürültü duvarlarının kullanılması gerekmektedir. Görüntü etkisinin olumlu yönde gelişmesi için de istasyon mimarisi, yol ve taşıt tercihlerinin çevre yapılaşması ile uyuşacak şekilde yapılması gerekmektedir.

5. HOT'UN İSTANBUL UYGULAMASI

5.1 Sistem Tanımı

İstanbul Birinci Çevre Yolu'ndaki yoğunluğu azaltmak, hızlı ve konforlu ulaşım sağlamak amacıyla D-100 ve O-1 karayolları üzerinde uygulanmak üzere Ocak 2007'de HOT hattının inşaatına başlanmıştır. Sistem ülkemizde “metrobus” olarak adlandırılmakta ve üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar:

- İlk aşama olan Avcılar–Topkapı hattı 17 Eylül 2007'de,
- İkinci aşama olan Topkapı-Zincirlikuyu hattı 09 Eylül 2008'de,
- Üçüncü aşama olan Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme hattı ise 03 Mart 2009'da işletmeye açılmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: İstanbul HOT aşamaları.

Sistem, Yenibosna–Kuleli–Şirinevler–İncirli'de Aksaray-Havaalanı Hafif Metroyu, Zeytinburnu'nda Aksaray-Havaalanı Hafif Metroyu, Zeytinburnu-Güngören-Bağcılar ve Zeytinburnu-Kabataş Tramvayları, Cevizlibağ'da Zeytinburnu-Kabataş Tramvayı, Edirnekapı'da Sultançiftliği-Edirnekapı Tramvayı, Mecidiyeköy'de 4. Levent-

Taksim Metrosu ve Söğütlüçeşme'de Haydarpaşa-Gebze Banliyösü ile bütünleşmektedir.

Her yönde birer şerit olmak üzere toplam iki şeritten oluşan HOT yolu, D-100 ve O-1 karayollarının ortasında yer almaktadır. Hemzemin otobüs yolu olarak düzenlenen HOT yoluna, çelik tel bariyer ile yolun karma akım şeritlerinden ayrıştırılması ve sistem taşıtlarının dönüş hareketleri için katlı kavşakların düzenlenmesi ile farklı düzeyli özel otobüs yolu niteliği kazandırılmıştır. Sistemde HOT taşıtları yalnızca Boğaziçi Köprüsü'nde diğer taşıt trafiği ile birleşmektedir. HOT yolunda yönler arasında ayraç olarak çizgiler kullanılmaktadır. Bu uygulama, sistem taşıtlarının yol üzerinde arızalanan başka bir taşıt olması durumunda, karşı yön şeridini kısmı olarak kullanarak söz konusu taşıtı geçmesini sağlamaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: İstanbul HOT yolu.

Taşıtlar D-100 karayolunun kuzey tarafında oluşturulan Avcılar istasyonundan HOT yoluna (D-100 karayolunun orta şeridine) her yönde birer şeridi bulunan katlı kavşak, O-1 karayolunun sağ şeritlerinde yer alan Zincirlikuyu istasyonundan HOT yoluna, Barbaros Bulvarı üzerinde HOT taşıtlarına özel olarak yapılan düzenleme ile ulaşmaktadır. Topkapı'da seferlerini tamamlayan otobüsler dönüş tamburunu kullanarak Avcılar yönüne, Söğütlüçeşme istasyonunda ise HOT yolunda yapılan yatay dönemeç ile Edirnekapı yönüne dönmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: İstanbul HOT yolu, Topkapı dönüş tamburu.

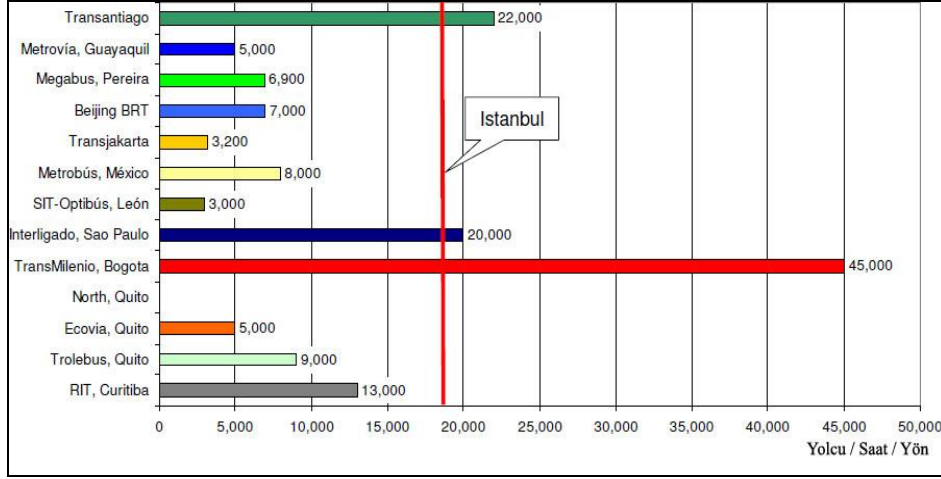
HOT yolu üzerinde birbirleriyle örtüşen Avcılar-Zincirlikuyu Metrobüsü (34), Avcılar-Topkapı Metrobüsü (34T) ve Söğütlüçeşme-Edirnekapı Metrobüsü (34A) olmak üzere üç hat işletilmektedir.

Sisteminin orta aksta yer alması nedeni ile karayolunun her iki yönünden gelen yolcuların istasyonlara erişimleri, yaya üst ve alt geçitleri ile sağlanmaktadır. İstasyonlardaki taşıt duruş sürelerini azaltmak için genellikle platform öncesi bilet ödeme sistemleri kullanılmaktadır. Talebi az olan istasyonlarda ise taşıt içi şoför denetimli bilet ödeme sistemleri kullanılmakta ve bu istasyonlarda, taşıtlara yalnızca ön kapılardan binilmektedir. Bilet ücretlendirmede İETT ve özel halk otobüsleri ile aynı sabit tarife kullanılmakta, ancak sistemde aktarma indirimi geçerli olmamaktadır.

Sistemde gün boyu ve her durakta durularak hizmet verilmektedir. Her yön için tek bir şeridin bulunması ve istasyonlara geçiş şeritlerinin eklenememesi nedeniyle esnek işletme planları hazırlanamamaktadır.

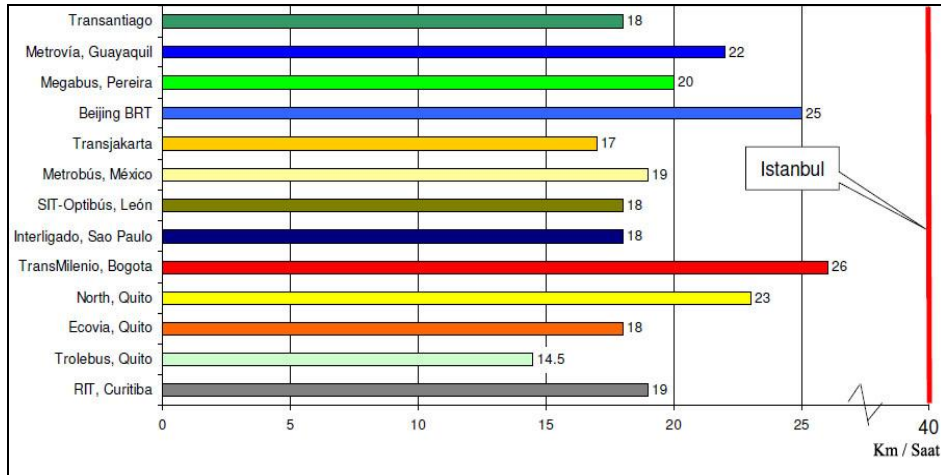
Üç aşamanın tamamlanıp işletmeye açılmasıyla birlikte sistemin hat uzunluğu 41 km'ye ulaşmıştır. Sistemde 300 taşıt, 32 saniye (ortalama) sefer aralığı ile 33 istasyonda hizmet vermekte ve gidiş-dönüş yolculuk süresi 126 dakika olmaktadır [Url-2]. Bir yönde zirve saatte taşınan yolcu sayısı 17.280 kişiye ulaşan İstanbul HOT'un, dünyada çapında uygulanan sistemlerin birçoğunu geride bıraktığı görülmektedir [8]. Ancak HOT uygulamasında büyük bir başarı örneği olarak kabul

edilen ve her yönde iki şeritli yollara sahip olan TransMilenio'nun (Bogota, Kolombiya) zirve saatte bir yönde taşıdığı yolcunun %65'i İstanbul HOT'ta taşınmaktadır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Çeşitli HOT sistemlerinde zirve saatte taşınan yolcu sayısı [8].

Ticari hız açısından değerlendirildiğinde ise 40 km/sa ile oldukça yüksek bir hıza sahip olduğu görülmektedir. İstanbul HOT'u, 26 km/sa hız ile TransMilenio (Bogota–Kolombiya) ve 25 km/sa hız ile Beijing BRT (Pekin–Çin) izlemektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5: Çeşitli HOT sistemlerinde ticari hız [8].

Sistemle ilgili olarak iki farklı memnuniyet anketi yapılmıştır. Bu anketlerden, sistemin birinci aşaması hizmette olduğu 2008 yılında İETT tarafından 6098 denekle yüz yüze yapılan görüşmelerle hazırlanan, ancak yayımlanmayan HOT memnuniyet anket çalışmasında [9];

- Katılımcıların %71,8'inin özel otomobilinin olmadığı, özel otomobil sahiplerinin %7,9'unun yapılan yolculukları kendi aracıyla yapma olanağının bulunmadığı, başka bir deyişle özel otomobili ile yolculuk yapma olanağı olduğu halde aracını kullanmayıp HOT'u tercih eden katılımcı oranının %20,3 olduğu

- HOT yolcularının ağırlıklı olarak Avcılar (%17,3), Küçükçekmece (%17,0), Bahçelievler (%11,5) ve Büyükçekmece (%9,1) ilçelerinde oturduğu,

- HOT kullanıcılarının, %52,3'ünün sistemi ev-iş, %21,2'sinin ev-okul yolculuklarında kullandığı,

- HOT kullanıcılarının %56,8'inin istasyona yürüyerek, %26,1'inin otobüs, %7'sinin tramvay ve %1,3'ünün metro kullanarak geldiği,

- Katılımcıların HOT'u tercih etmelerinin en önemli sebebinin %63'lük oran ile hızlı olması, %10,4'lük oran ile trafik olmaması ve %9,1'lik oran ile zamandan tasarruf sağlaması olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Sistemin birinci ve ikinci aşamalarının hizmette olduğu 2009 yılında 38 ilçe kapsamında 15 yaş ve üstü toplam 4728 kişi ile rastlantısal örnekleme yöntemi çerçevesinde yüz yüze görüşülerek İETT [10] tarafından gerçekleştirilen ve yayımlanan çalışmanın sonuçlarına bakıldığında ise;

- İstanbul'da otomobil sahipliğinin %24 olduğu ve otomobil sahiplerinden %11'inin ulaşım ihtiyaçlarını karşılamada yalnızca otomobillerini kullandığı, dolayısıyla geri kalan otomobil sahiplerinin otomobilleriyle birlikte toplu taşımayı da tercih ettikleri,

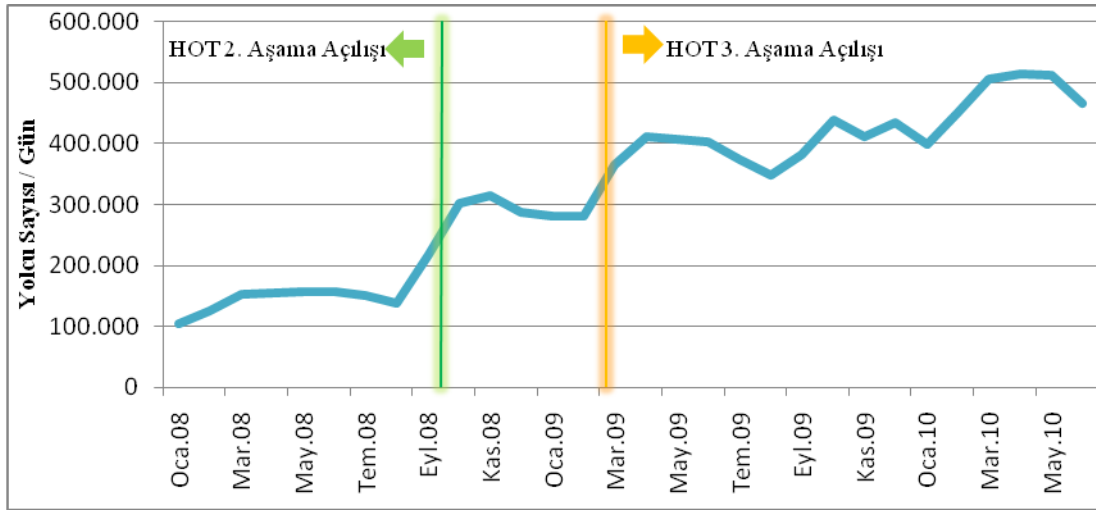
- Otomobil sahiplerinin toplu taşımayı tercih ettiklerinde, İETT otobüslerinin %60, özel halk otobüslerinin %32, minibüslerin %31 ve HOT'un %22 oranında kullanıldığı,

- HOT'u kullananların sistemle ilgili en çok dile getirdikleri olumlu yönün %64 ile hızlı olduğunun, çok dile getirilen olumsuz yönünün ise %25 ile kalabalık olduğu görülmektedir.

İETT, Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Bilgi Yönetim Şube Müdürlüğü Eylül 2010'da alınan 2008–2010 (ilk altı aylık dönem) yılları arası istasyon bazında aylık toplam yolcu sayısı verilerine göre ortalama günlük yolcu sayısı 2008 yılı 188.799, 2009 yılı için 378.281 ve 2010 yılı ilk altı aylık dönem için 474.703 olarak gerçekleştiği görülmektedir. 2009 yılı ortalama günlük yolcu sayısı 2008 yılına göre

%100,3 oranında, 2010 yılı ortalama günlük yolcu sayısı 2009 yılına göre %25 oranında artmıştır.

Şekil 5.6’da görüldüğü gibi, aylık ortalama yolcu sayısının Eylül 2008’den sonra HOT’un ikinci aşamasının işletmeye açılması ile yüksek oranda arttığı, Kasım 2008’de ise mevsimsel düşüş olduğu görülmektedir. Sistemin ikinci aşamasının açılmasıyla gözlemlenen aylık ortalama yolcu sayısındaki yüksek oranlı artış eğiliminin, üçüncü aşamanın açılmasıyla Mart 2009’dan sonra da gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6: HOT İle taşınan aylık ortalama günlük yolcu sayısı.

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında, HOT’un, İstanbul Birinci Çevre Yolu’ndaki trafik yoğunluğunu azaltmada katkısının olup olmadığının ortaya konması için D-100 ve O-1 karayolu HOT geçkisi boyunca trafik durumu ve Aksaray-Havalimanı hafif raylı sistem ile Zeytinburnu-Kabataş tramvay hatlarının HOT ile ilişkisi incelenmiştir.

5.2 HOT Geçkisinde Trafik Durumu

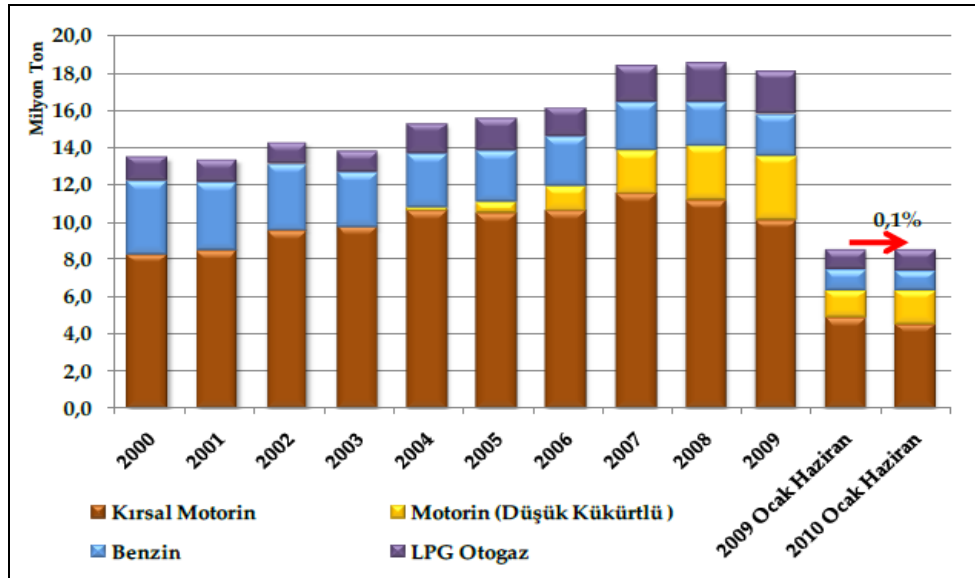
HOT’un yer aldığı geçki boyunca trafik yoğunluğunu azaltmaya katkıda bulunup bulunmadığı, dolayısıyla özel otomobil kullanıcılarını çekip çekmediğinin ortaya konması için, sistemin açıldığı tarihten günümüze kadar olan süreçte trafik durumu değişimleri ve değişime sebep olabilecek etkenler incelenmiştir.

Öncelikle, trafik durumu incelenen 2007-2010 arası dönemde motorlu taşıt kullanımına doğrudan etki eden ülkemizdeki otomotiv sektörü ve akaryakıt tüketim durumu irdelenmiştir.

Şekil 5.7’de tüketilen toplam otomotiv yakıtlarının 2000-2010 dönemine ait gelişimi gösterilmiştir. 2007 yılının toplam otomotiv yakıtları (benzin, motorinler ve LPG otogaz) tüketiminin 2006 yılı ile karşılaştırıldığında % 8,5 oranında arttığı, 2007 yılında otogaz kullanımının artması ve dizel motorlu binek araç kullanımının yaygınlaşması nedeniyle benzin tüketiminde azalma olduğu gözlenmiştir.

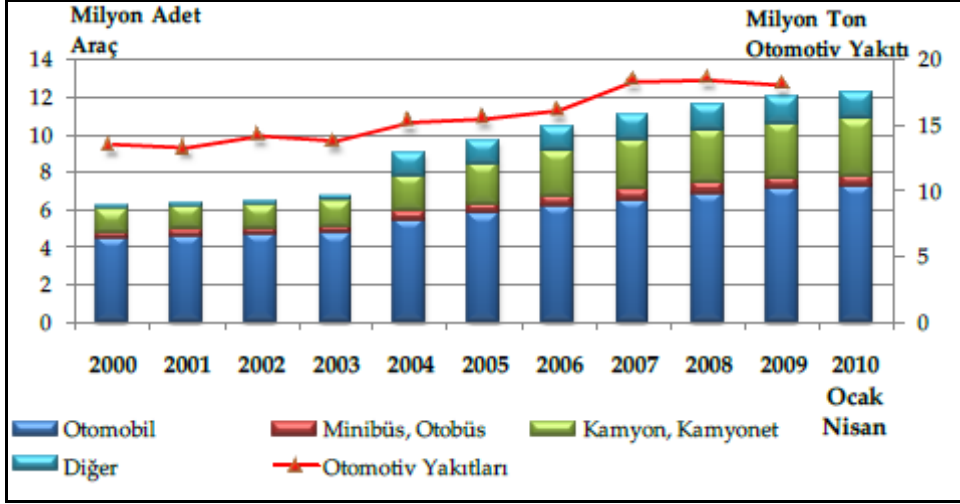
Otomotiv yakıtları tüketiminin, 2007 yılı ile karşılaştırıldığında 2008 yılında toplam % 0,3 oranında azaldığı, 2009 yılında ise 2008 yılı ile karşılaştırıldığında % 2,3 oranında azalarak yaklaşık 18 milyon ton olarak gerçekleştiği görülmektedir. Son on yıllık dönem dikkate alındığında 2003’ten sonra ilk kez 2009’da 2008 sonu başlayan ve 2009’da devam eden dünya ekonomik krizinin etisiyle otomotiv yakıtları tüketiminde belirgin bir gerileme görülmüştür.

2009’da ekonomik krizin etkisi ile biraz gerileyen toplam otomotiv yakıtları tüketiminin, 2010 yılında durağan kaldığı görülmektedir. 2010 yılı Ocak-Haziran döneminde toplam otomotiv yakıtları tüketimi 2009 yılının aynı dönemine göre % 0,1 oranında artarak yaklaşık 8,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7: Otomotiv yakıtları tüketiminin yıllara göre değişimi [11].

2004–2010 yılları arasında trafikteki araç sayısının, özellikle de otomobil sayısının düzenli olarak artmasına karşın son üç yıldır otomotiv yakıtları tüketimi azalmıştır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8: Trafikteki taşıt sayısı (motosiklet hariç) ve otomotiv yakıtları tüketimi değişimi [11].

Otomotiv yakıtları tüketiminde durgunluk yaşanması ve hatta azalmaların görülmesi bireysel tüketimin azalmakta olduğunu göstermektedir. Petrol sektöründeki bu önemli yavaşlama eğiliminin belirli bir bölümü yüksek petrol fiyatlarının neden olduğu pahalı akaryakıt ve geçmiş yıllara göre dünya ekonomik krizinin ülkemize yansımaları sonucu yavaşlayan ülke ekonomisi ile açıklanmaktadır.

Bu bilgiler çerçevesinde HOT ile D-100 karayolu geçkilerinin örtüştüğü hat boyunca trafik durumunda değişim olup olmadığı ve bir değişim var ise sebebinin HOT olup olmadığının saptanması için belirlenen kesitlerde trafik sayımı yapan RTMS'lerden (Remote Traffic Microwave Sensor) elde edilen saatlik trafik verileri kullanılmıştır. HOT uygulanmadan önce, yıl içerisinde trafik durumu genel eğilimlerinin gözlemlenmesi, HOT'un uygulandığı ve uygulandıktan sonraki yılda trafiğin farklı eğilimler gösterip göstermediğinin anlaşılması, söz konusu üç zaman diliminin birbirleriyle karşılaştırılması amacıyla seçilen her bir RTMS'e ait HOT öncesi, HOT'un uygulandığı ve HOT uygulandıktan sonraki yıllara ait veriler elde edilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Trafik Kontrol Merkezi'nden;

- Avcılar kesitinde 340–341 numaralı RTMS'lerin 2006–2007-2008.
- Sefaköy kesitinde 162-163 numaralı RTMS'lerin 2006–2007-2008.

- Zincirlikuyu kesitinde 301–302 numaralı RTMS’lerin 2009 yılı trafik sayımları
- Boğaziçi Köprüsü kesitinde 60–84 numaralı RTMS’lerin 2008–2009–2010 yılları trafik sayım verilerine ulaşılmıştır.

2006 yılı ve kısmen 2007 yılı verilerine mevcut olmadıkları için ulaşılamamıştır. Elde edilen veriler arasından, eksiksiz olan Çağlayan kesiti 17–85 numaralı RTMS’lerin 2007–2008–2009 yılları ve Boğaziçi Köprüsü kesiti 60–84 numaralı RTMS’lerin 2008–2009–2010 yılları trafik sayım verileri kullanılmıştır. Diğer RTMS’lere ait veriler, çalışma, yıllar arası karşılaştırmaya dayandığı ve eksik verilerin bu çalışmanın gerçekleşmesine olanak vermemesi sebebiyle kullanılmamıştır.

5.2.1 Çağlayan kesiti 17 - 85 numaralı RTMS trafik sayımları

Bu kesitte HOT, 09.09.2008 tarihinde işletmeye açılmıştır. HOT uygulamasından önce ve sonra diğer taşıt trafiğindeki değişimin belirlenmesi için D-100 karayolu Çağlayan kesitinde, doğu-batı yönünde sayım yapan 17 ve batı-doğu yönünde sayım yapan 85 numaralı algılayıcılara ait 2007–2008–2009 yılları saatlik taşıt sayım verilerinden yararlanılmıştır (Şekil 5.10). Çalışma kapsamında, iki algılayıcıya ait bu veriler toplanıp ikiye bölünerek kullanılmıştır. Ortalama saatlik trafik değeri ise, günlük trafiğin 24’e bölünmesiyle elde edilmiştir.



Şekil 5.10: 17-85 numaralı RMTS’lerin konumu.

Yıllara göre ortalama saatlik trafik değeri değişimlerinin, 2007 yılında mevsimsel olarak beklendiği gibi gerçekleşerek, Ocak–Temmuz ve Ağustos–Eylül ayları

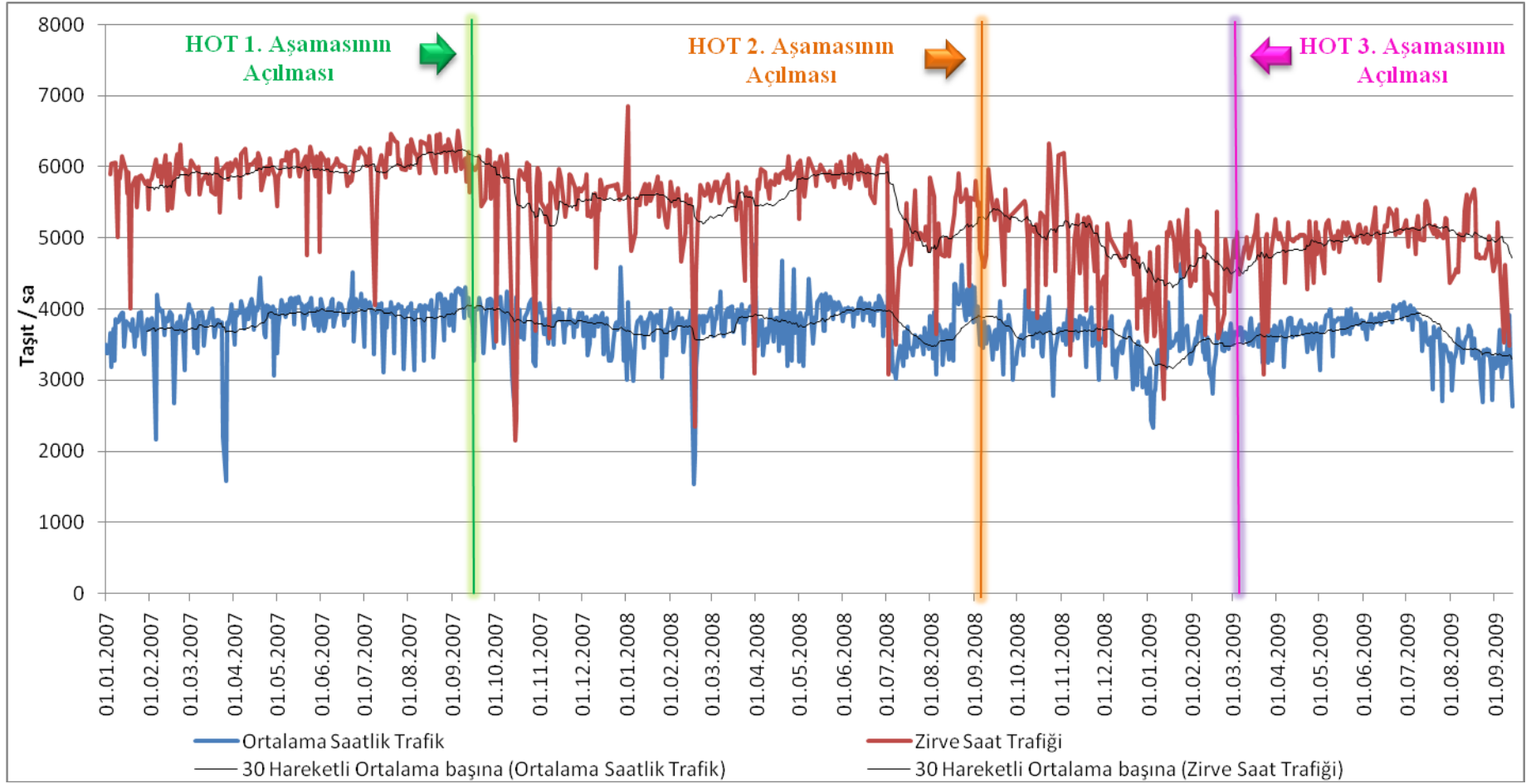
arasında arttığı, Temmuz–Ağustos ve Eylül–Ocak arasında düştüğü gözlenmiştir. Eylül–Aralık 2008 ayları arası mevsimsel olarak düşmesi beklenen ortalama saatlik trafik değerlerinin 2008 yılında da düşüş gösterdiği ancak bu düşüşün önceki yıla göre daha yüksek oranda gerçekleştiği, azalan bu değerlerin Ocak 2009’dan Temmuz 2009’a kadar artış gösterse de, 2007 yılı aynı dönem seviyesine ulaşamadığı ve Temmuz 2009’da gerçekleşmesi beklenen mevsimsel düşüşün de bir önceki yıla göre daha yüksek oranda gerçekleştiği görülmektedir. Trafik değerlerinin, HOT ikinci aşaması işletmeye açılmadan 15 gün önce düşüş eğilimine girdiği Eylül 2008–Ocak 2009 dönemi, 2008 dünya ekonomik krizinin ortaya çıktığı döneme denk gelmektedir. Ocak 2009 sonrası görülen artış eğilimi, ekonomik krizin ilk etkileri sonrası toparlanma sürecinin doğal sonucudur (Şekil 5.11).

HOT üçüncü aşaması açılışının ise, söz konusu kesitte ortalama saatlik trafikte herhangi bir azalmaya sebep olmadığı, Temmuz 2009’dan sonra gözlenen düşüşün mevsimsel olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle; özel otomobilleri ile yaptıkları yolculuklarında Çağlayan kesitinden geçerek Boğaziçi Köprüsü’nü kullananların, HOT’un da Boğaziçi Köprüsü’nü geçmesine karşın otomobillerinden vazgeçemedikleri görülmektedir (Şekil 5.11).

2009 yılı Çağlayan kesiti hafta içi gün verileri kullanılarak hafta içi sabah zirve saat 07.00–08.00 arası olarak bulunmuştur. Sabah zirve saat trafiği, iki yönün ortalaması olarak hesaplanmıştır.

Hafta içi günlerde sabah zirve saatte, belirlenen kesitten geçen taşıt sayısının üç yıllık değişimine bakıldığında, Eylül 2007’de trafik değerlerinin mevsimsel olarak beklendiği gibi düşme eğilimine girdiği, Kasım 2007’de bu eğilimin sona erdiği, Kasım 2007–Şubat 2008’de durağan bir yapı sergilediği ve şubat ayından itibaren Haziran 2008’e kadar mevsimsel olarak beklenen artışların gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 5.11).

Eylül 2007’de HOT’un birinci aşaması işletmeye açılmıştır. Hizmete açıldıktan sonra Ekim 2007’de arasında zirve saat trafiğinde belirgin bir düşüş olduğu gözlenmektedir. Ancak birinci aşama, Avcılar-Topkapı arasında olduğundan, Çağlayan kesitindeki trafik azalmasının HOT’tan değil, bu aydaki Ramazan ve Cumhuriyet Bayramları’ndan kaynaklanan bir gelişmedir.

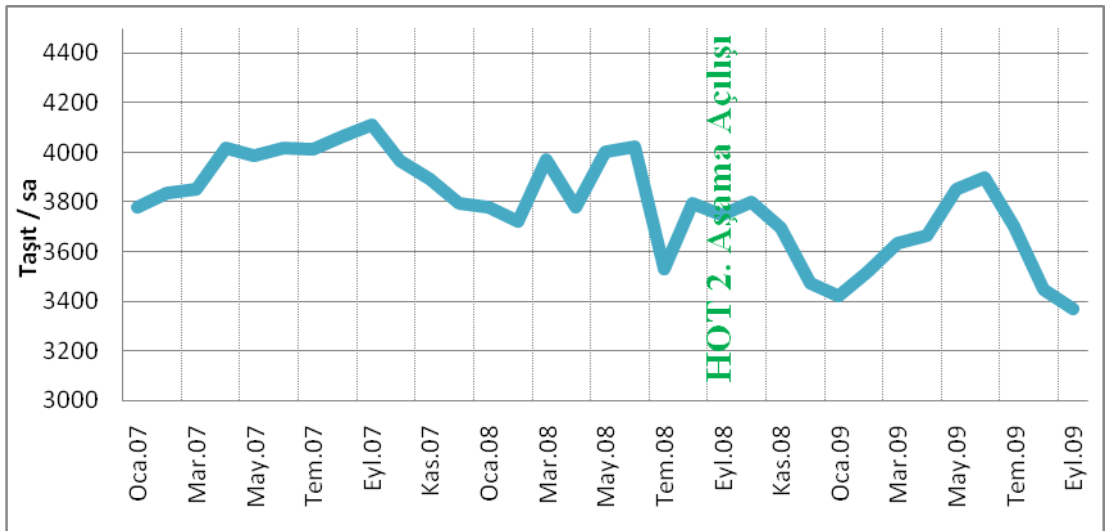


Şekil 5.11: Çağlayan kesiti ortalama saatlik trafik, sabah zirve saat trafiği ve 30 günlük hareketli ortalamaları.

HOT'un ikinci aşamasının işletmeye açılış tarihi olan Eylül 2008, Eylül–Ocak ayları arası mevsimsel düşülerin beklendiği döneme denk gelmiş ve beklenen eğilim dışında gelişen bir durum gözlenmemiştir. Eylül 2008–Ocak 2009 döneminde ortalama saatlik trafiğin mevsimsel olarak düşüş gösterdiği, ancak bu düşüşün ekonomik kriz sebebiyle hem bir önceki yıla hem de günlük ortalama saatlik trafiğin aynı dönemine göre daha yüksek oranda gerçekleştiği görülmektedir. HOT'un üçüncü aşamasının açılmasından sonra ise hem günlük ortalama saatlik trafik hem de günlük zirve saat ortalama trafikte artış gözlenmektedir. HOT üçüncü aşamasının ise zirve saat trafiği üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir (Şekil 5.11).

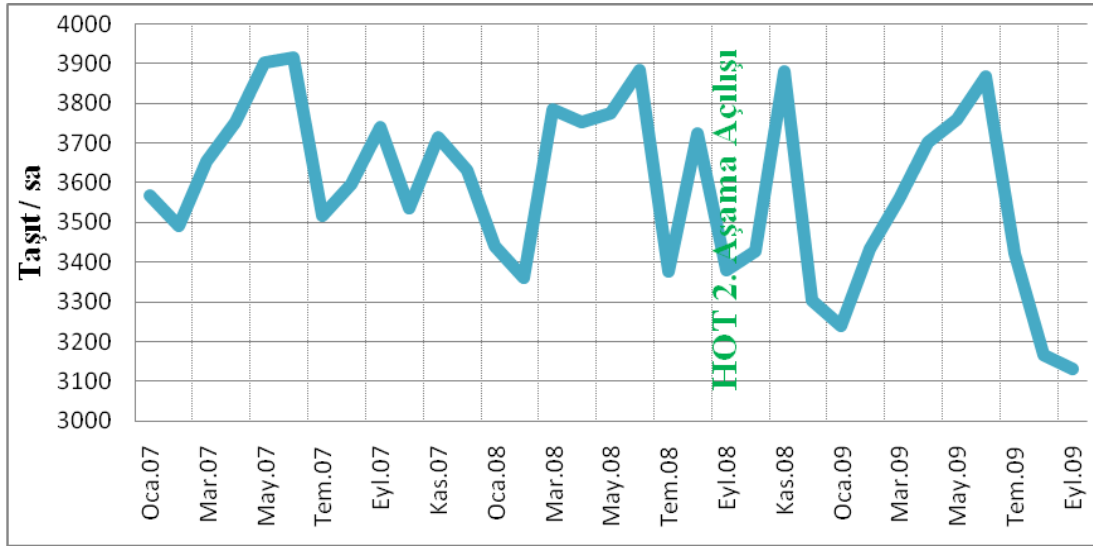
Günlük ortalama saatlik trafik değeri, 2007 yılı için 3.844 taşıt, 2008 yılı için 3.721 taşıt ve 2009 yılı için 3.588 taşıt olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu değerler karşılaştırıldığında, 2008 yılı değerinin 2007 yılı değerine göre %3 azaldığı, 2009 yılı değerinin ise 2008 yılı ilk 9 aylık değerine (3.816) göre %6 arttığı, 2007 yılı ilk 9 aylık değerine (3.964) göre %9 oranında düştüğü görülmektedir. Yıllara göre günlük ortalama saatlik trafik karşılaştırmasında da görüldüğü gibi 2009 yılında diğer yıllara göre genel bir azalmanın olduğu göze çarpmaktadır.

Hafta içi aylık ortalama saatlik trafik değerlerine bakıldığında; her üç yıldaki mevsimsel değişimlerin birbirleriyle örtüştüğü, 2009 değerlerinin hem 2007 değerlerinden hem de 2008 değerlerinden (Temmuz ayı hariç) daha düşük olduğu görülmektedir. Genel mevsimsel artış ve düşüş eğilimleri ile 2009 yılı trafik değerleri düşüşlerinde farklılaşan bir durum gözlenmemiştir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12: Çağlayan kesiti hafta içi aylık ortalama saatlik trafik.

Hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik değerlerine bakıldığında ise; Şubat–Temmuz ayları değerlerinin her üç yıl için benzer olarak arttığı, mevsimsel trafik değişimlerinin birbirleriyle örtüştüğü ve HOT’un hizmete girdiği Eylül 2008’den sonra üç yılda da görülen mevsimsel trafik artışının temmuz ayına kadar devam ettiği görülmektedir. Ağustos 2009’da artışa geçmesi beklenirken azalan trafik değerlerini ilk ve ortaöğretim okullarının 24 Eylül 2009’da açılması kararının etkilediği düşünülmekte ve yukarıda açıklanan değişimler haricinde HOT’un etkisi olabilecek bir düşüş görülmemiştir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13: Çağlayan hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik.

Saatlik trafik değerlerinde gözlenen artış ve düşüşlerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının saptanması için aylık ortalama saatlik veriler HOT öncesi ve sonrası olma üzere ikiye ayrıştırılarak ve örneklem sayısı $N < 30$ olduğu için istatistik hipotezin kontrolü, iki uçlu t testi kullanılarak yapılmıştır.

Hafta içi HOT öncesi değerlerin, HOT sonrası değerlerinin üstünde yer aldığı görülmektedir. Hafta içi aylık ortalama saatlik trafik durumuna paralel olarak, hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik değerlerinde genel düşüş olduğu, fakat bu düşüşün önceki HOT öncesi süreçle karşılaştırıldığında hafta içi aylık ortalama saatlik değerlerdeki azalmalara göre daha düşük oranda gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 5.1).

Hafta içi ve hafta sonu, HOT öncesi ve sonrası aylık ortalama saatlik trafik değerlerinin ortalama açısından aynı toplumdan geldiklerinin kabul edilip

edilemeyeceğine karar vermek için $H_0: \mu_x = \mu_y$ hipotezi $H_1: \mu_x \neq \mu_y$ hipotezine göre N_x+N_y-2 serbestlik derecesi ve $\alpha = \%10$ anlamlılık düzeyinde kontrol edilmiştir.

Hafta içi HOT öncesi ve sonrası değerler için yapılan t testi kapsamında, 22 serbestlik derecesinde t tablo değeri $\pm 1,717$ olarak okunmaktadır. Verilerden hesaplanan t değeri 3,335 olduğundan H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Böylelikle, hafta içi, 17-85 kesitinden HOT işletmeye açılmadan önce geçen aylık saatlik taşıt sayısı ile HOT işletmeye açıldıktan sonra geçen aylık saatlik taşıt sayısı arasında % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak fark olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5.1: Çağlayan kesiti hafta içi ve hafta sonu, HOT uygulaması öncesi (Eylül 2007-Ağustos 2008) ve sonrası (Eylül 2008-Ağustos 2009) aylık ortalama saatlik trafik

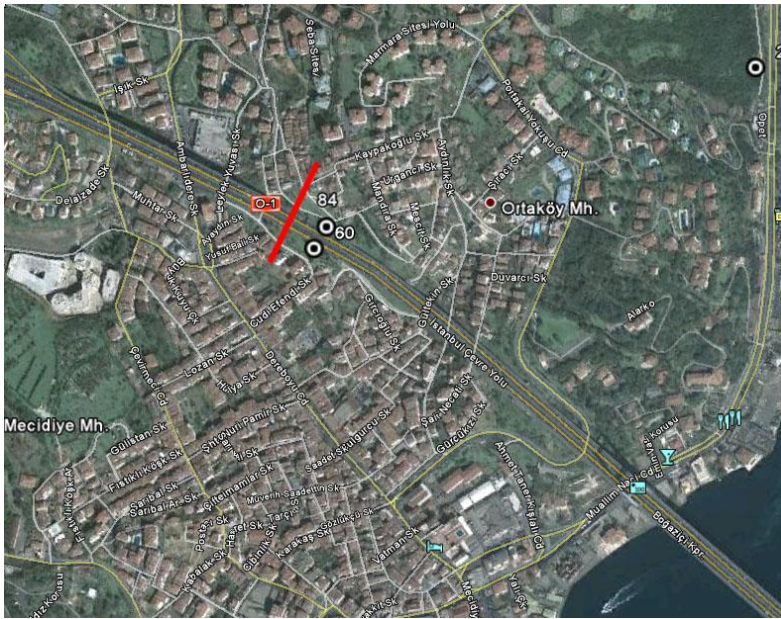
Aylar	Hafta İçi		Hafta Sonu	
	HOT Öncesi	HOT Sonrası	HOT Öncesi	HOT Sonrası
Eylül	4109	3749	3741	3380
Ekim	3968	3800	3536	3426
Kasım	3893	3694	3716	3879
Aralık	3794	3472	3631	3301
Ocak	3778	3423	3439	3238
Şubat	3721	3522	3361	3434
Mart	3971	3633	3785	3557
Nisan	3779	3664	3753	3702
Mayıs	4004	3852	3776	3759
Haziran	4021	3897	3884	3868
Temmuz	3527	3700	3378	3420
Ağustos	3794	3449	3722	3166

Hafta sonu verileri kullanıldığında ise t değeri 1,61 olarak hesaplanmış, dolayısıyla H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Hafta sonu, 17-85 kesitinden HOT işletmeye açılmadan önce geçen aylık saatlik taşıt sayısı ile HOT işletmeye açıldıktan sonra geçen aylık saatlik taşıt sayısı arasında %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak bir fark olmadığı ortaya konmuştur.

Hafta içi aylık ortalama saatlik değerlerinin, ekonomik krize denk gelen HOT sonrası dönemde istatistiksel olarak anlamlı oranda düşüş gösterdiği, hafta sonu aylık ortalama saatlik değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin gerçekleşmediği belirlenmiştir. Hafta içi aylık ortalama saatlik değerlerindeki azalmanın, günlük değişim incelendiğinde HOT'un 2. aşamasının hizmete açılmasından 15 gün önce başlaması nedeniyle ekonomik kriz kaynaklı olduğu açıktır.

5.2.2 Boğaziçi köprüsü kesiti 60-84 numaralı RTMS trafik sayımları

HOT, Boğaziçi Köprüsü'nde üçüncü aşama olarak 03.03.2009 tarihinde işletmeye açılmıştır. HOT uygulamasından önce ve sonra diğer taşıt trafiğindeki değişimin belirlenmesi için O-1 karayolu Boğaziçi kesitinde doğu – batı yönünde sayım yapan 84 ve batı – doğu yönünde sayım yapan 60 numaralı algılayıcılara ait 2008 – 2009 – 2010 yılları günlük saatlik taşıt sayım verilerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında, iki algılayıcıya ait bu veriler toplanıp ikiye bölünerek kullanılmıştır (Şekil 5.14).



Şekil 5.14: 60 – 84 numaralı RMTS'lerin konumu.

Yıllara göre ortalama saatlik trafik değerlerinin, Temmuz 2008 tarihinde düşüş eğilimine girdiği, bu eğilimin Ocak 2009'da sona erdiği ve Temmuz 2009'a kadar değerlerde genel olarak bir artış olduğu gözlenmektedir.

Eylül 2008'de açılan HOT ikinci aşamasının, Boğaziçi kesitindeki trafik değerlerinin düşme eğilimine denk geldiği ve düşüş eğilim oranını artırmadığı gözlenmektedir. Mart 2009'da açılan HOT üçüncü aşamanın ise, O-1'deki trafik değerlerinin artış eğiliminde olduğu döneme denk geldiği, HOT işletmeye açıldıktan sonra da söz konusu artış eğiliminin Temmuz 2009'a kadar sürdüğü, Temmuz-Ağustos 2009 ve Ocak-Mart 2010 tarihleri arasında mevsimsel düşüşlerin olduğu, Ağustos 2009–Ocak 2010 tarihleri arasında trafik durumunun durağan kaldığı, Mart 2010 tarihinden sonra ise günlük ortalama saatlik trafiğin artmaya başladığı görülmektedir (Şekil 5.15).

Ortalama saatlik trafik değerlerinin Temmuz 2008'den sonra girdiği düşüş eğilimi sonrasında, günümüze kadar, Haziran 2008 seviyesine gelemediği belirlenmiştir. Trafik değerlerinin, HOT ikinci aşamasının işletmeye açılmasından 2 ay, üçüncü aşamasının işletmeye açılmasından sekiz ay önce düşüş eğilimine girmesine, 2008 dünya ekonomik krizinin neden olduğu, Ocak 2009 sonrasında gelişen artış eğiliminin ise bir toparlanma süreci olduğu düşünülmektedir

Belirlenen kesitte, hafta içi sabah zirve saat trafiğinin, mevsimsel olarak normal karşılanan Temmuz-Ağustos 2008'de düşüş, Ağustos-Eylül 2009'da ise artış gösterdiği görülmektedir. Eylül 2009'dan Ocak 2009'a kadar düşen zirve saat değerlerinin, düşüş oranlarının ortalama saatlik trafikte bu dönemde görülen düşüş oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.15).

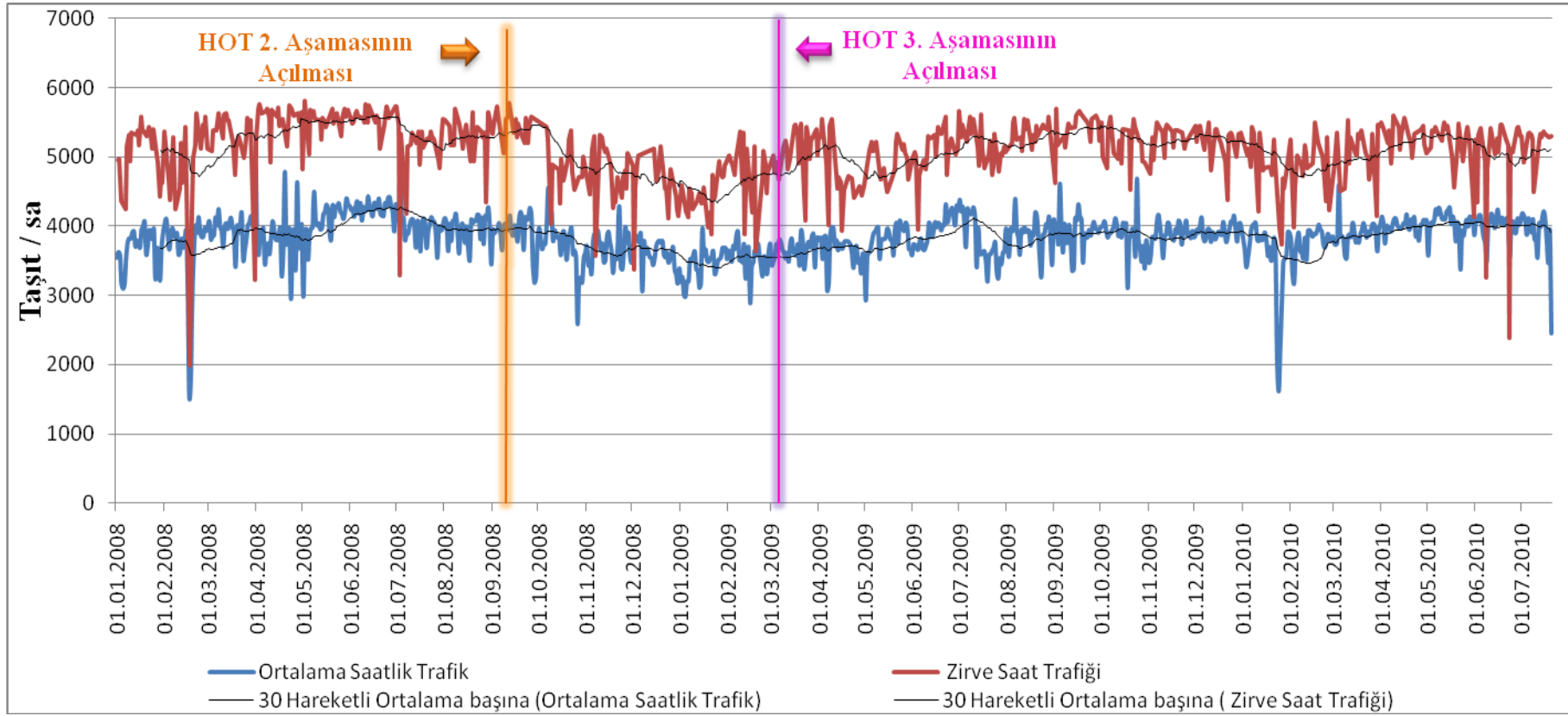
HOT ikinci aşamasının açılması O-1 trafik değerlerinin düşme eğilimine ve üçüncü aşamasının açılması O-1 trafik değerlerinin artış eğilimine girdiği dönemlere denk gelmiştir. HOT ikinci aşamasının denk geldiği, ortalama saatlik trafiğe göre daha yüksek oranda gerçekleşen sabah zirve saat trafik değerleri düşüşlerine, Ocak ayına kadar beklenen mevsimsel düşüşlere eklenen ekonomik krizin etkilerinin neden olduğu düşünülmektedir. O-1 karayolunda, hafta içi sabah zirve saat trafik değerlerinin, ortalama saatlik trafik değerlerine göre daha yüksek oranda düşmesi, özellikle, hafta içi sabah genel trafik içerisinde yapılan ev-iş ve ev-okul yolculuklarında azalma olduğunu göstermektedir.

Ocak 2009’da sona eren düşüş eğilimi ardından hem mevsimsel olarak beklendiği gibi hem de krizin ilk etkileri sonrasında gelişmesi beklenen toparlanma sürecinin sonucu olarak zirve saat trafik değerlerinin artış gösterdiği gözlemlenmekte, ancak Nisan-Mayıs 2009’da mevsimsel olarak artması beklenen trafik değerlerinin düştüğü görülmektedir. HOT üçüncü aşamasının işletmeye açıldıktan bir ay sonra bu düşüşün gerçekleşmesi, sistemin bu dönemde zirve saat trafiğini, diğer taşıt trafiğinden yolcu çekerek olumlu yönde etkilediğini düşündürmektedir. Ancak bu etki kısa süreli olmuş, Mayıs 2009 sonrasında trafik değerleri yükselmeye ve mevsimsel olarak beklenen değişimleri göstermeye başlamıştır

Boğaziçi kesitinde ortalama saatlik trafik değeri, 2008 yılı için 3.859 taşıt, 2009 yılı için 3.776 taşıt ve 2010 yılı için 3.872 taşıt olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu değerler karşılaştırıldığında; 2009 yılı değerinin, 2008 yılı değerine göre %2 azaldığı, 2010 yılı değerinin ise 2009 yılı ilk 7 aylık değerine (3.719) göre %4,8 arttığı, 2008 yılı ilk 7 aylık değerine (3.946) göre % 1,16 oranında düştüğü görülmektedir. Ortalama saatlik trafik değerlerindeki değişimlerden de görüldüğü gibi, 2009 yılında diğer yıllara göre genel bir azalmanın olduğu göze çarpmaktadır. Mart 2009’da işletmeye açılan HOT uygulaması sonucu yıl bütününde beklenen trafik azalmasının gerçekleşmediği, 2010 yılı değerinin bir önceki yıl değerinin de üstüne çıktığı görülmektedir.

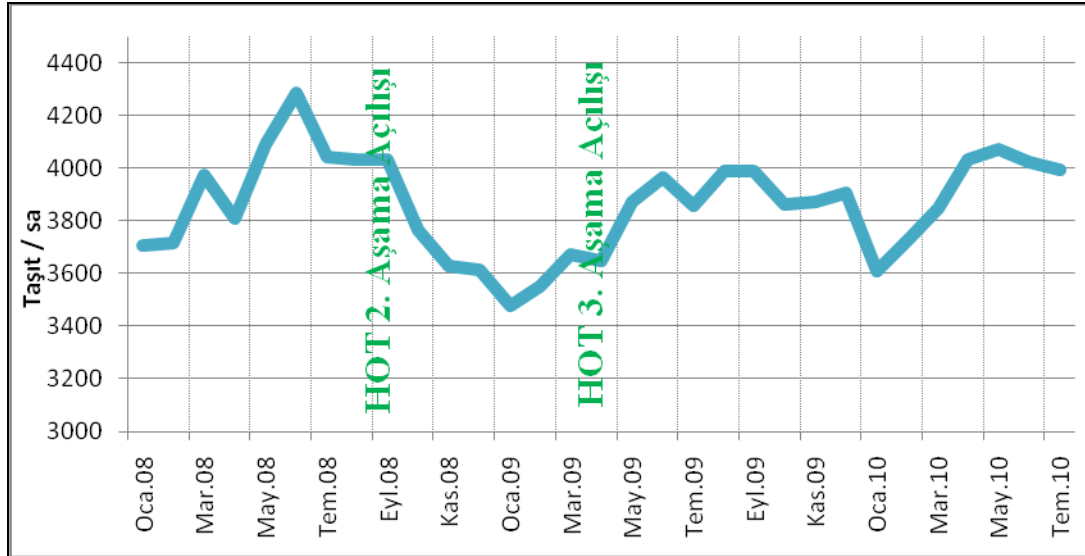
Şekil 5.16 incelendiğinde; hafta içi aylık ortalama saatlik trafik değerlerinde gerçekleşen Temmuz 2008-Ocak 2009 arası dönem düşüş eğilimi, Ocak 2009-Haziran 2009 arası dönem artış eğilimi açıkça görülmektedir. Haziran 2009’dan Ocak 2010’a kadar olan dönemde mevsimsel olarak beklenen düşüş ve artışlar gözlenmiş, Ocak–Haziran 2010 arası dönemde görülen mevsimsel artış oranının, bir önceki yıl aynı dönemde mevsimsel ve kriz sonrası toparlanma sürecinde görülen artış oranının üstünde yer aldığı görülmektedir (Şekil 5.16).

Hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik değerlerinin ise, hafta içi aylık ortalama saatlik trafik değerlerinde de olduğu gibi, Temmuz 2008’den sonra düşmeye ve Ocak 2009’dan sonra artmaya başladığı görülmektedir. Haziran 2009-Temmuz 2010 arası dönemde trafik değerlerinin benzer mevsimsel düşüş ve artışlar gösterdiği belirlenmiş ve Mart 2009’da işletmeye açılan HOT üçüncü aşamasının herhangi bir etkiye neden olduğu görülmemiştir (Şekil 5.17).

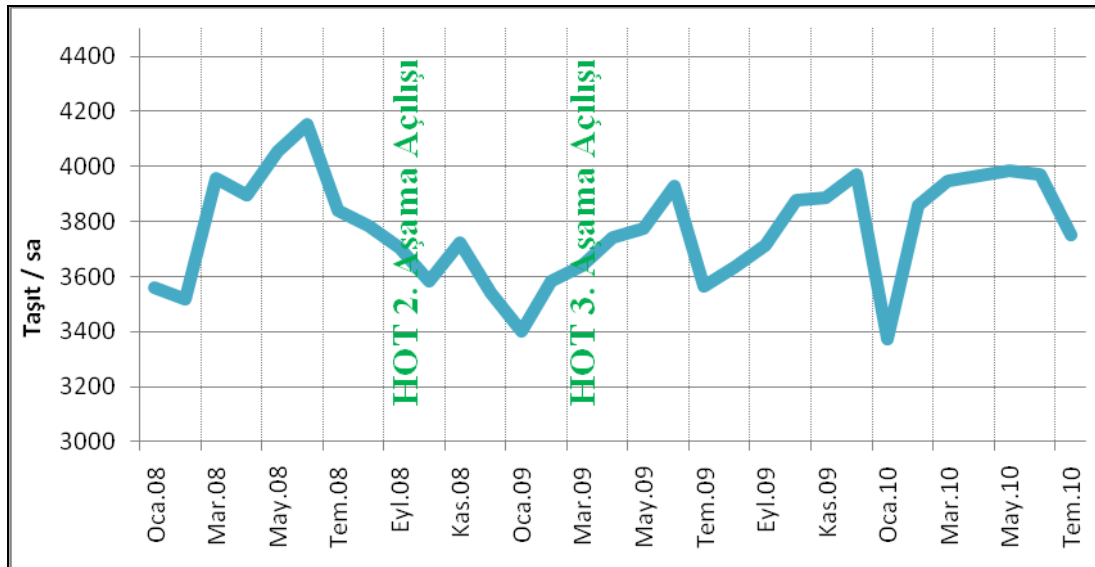


Şekil 5.15: Boğaziçi kesiti ortalama saatlik trafik, sabah zirve saat trafiği ve 30 günlük hareketli ortalamaları

Ekim 2008'e kadar HOT öncesi değerlerin, HOT sonrası değerlerinin üstünde yer aldığı, Ekim ayından sonra HOT sonrası değerlerin HOT öncesi değerlerini aştığı görülmektedir. Hafta içi aylık ortalama saatlik trafik durumuna paralel olarak, hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik durumunda da Ekim 2009'a kadar HOT öncesi değerlerin, HOT sonrası değerlerin üstünde yer aldığı, ekim ayından sonra ise, HOT sonrası değerlerin HOT öncesi değerleri aştığı görülmektedir (Çizelge 5.2).



Şekil 5.16: Boğaziçi kesiti hafta içi aylık ortalama saatlik trafik



Şekil 5.17: Boğaziçi kesiti hafta sonu aylık ortalama saatlik trafik

Saatlik trafik değerlerinde gözlenen artış ve düşüşlerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının saptanması için aylık ortalama saatlik veriler HOT öncesi ve sonrası olma üzere ikiye ayrıştırılarak t-testi ile analiz edilmiştir.

Hafta içi ve hafta sonu, HOT öncesi ve sonrası aylık ortalama saatlik trafik değerlerinin ortalama açısından aynı toplumdaki geldiklerinin kabul edilip edilemeyeceğine karar vermek için $H_0: \mu_x = \mu_y$ hipotezi $H_1: \mu_x \neq \mu_y$ hipotezine göre $N_x + N_y - 2$ serbestlik derecesi ve $\alpha = \%10$ anlamlılık düzeyinde kontrol edilmiştir.

Çizelge 5.2: Boğaziçi kesiti hafta içi ve hafta sonu, HOT uygulaması öncesi (Mart 2008-Şubat 2009) ve sonrası (Mart 2009- Şubat 2010) aylık ortalama saatlik trafik

Aylar	Hafta İçi		Hafta Sonu	
	HOT Öncesi	HOT Sonrası	HOT Öncesi	HOT Sonrası
Mart	3975	3672	3955	3641
Nisan	3809	3647	3896	3742
Mayıs	4090	3870	4055	3772
Haziran	4288	3967	4154	3927
Temmuz	4043	3857	3841	3563
Ağustos	4033	3988	3783	3632
Eylül	4034	3988	3705	3712
Ekim	3766	3860	3581	3878
Kasım	3629	3873	3721	3887
Aralık	3616	3907	3541	3969
Ocak	3477	3607	3398	3373
Şubat	3550	3727	3580	3860

Yapılan hesaplama sonucunda, hafta içi ve sonu 60-84 kesitinden HOT işletmeye açılmadan önce geçen aylık ortalama saatlik taşıt sayısı ile HOT işletmeye açıldıktan sonra geçen aylık ortalama saatlik taşıt sayısı arasında % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır

5.3 HOT'un Raylı Sistemlerle İlişkisi

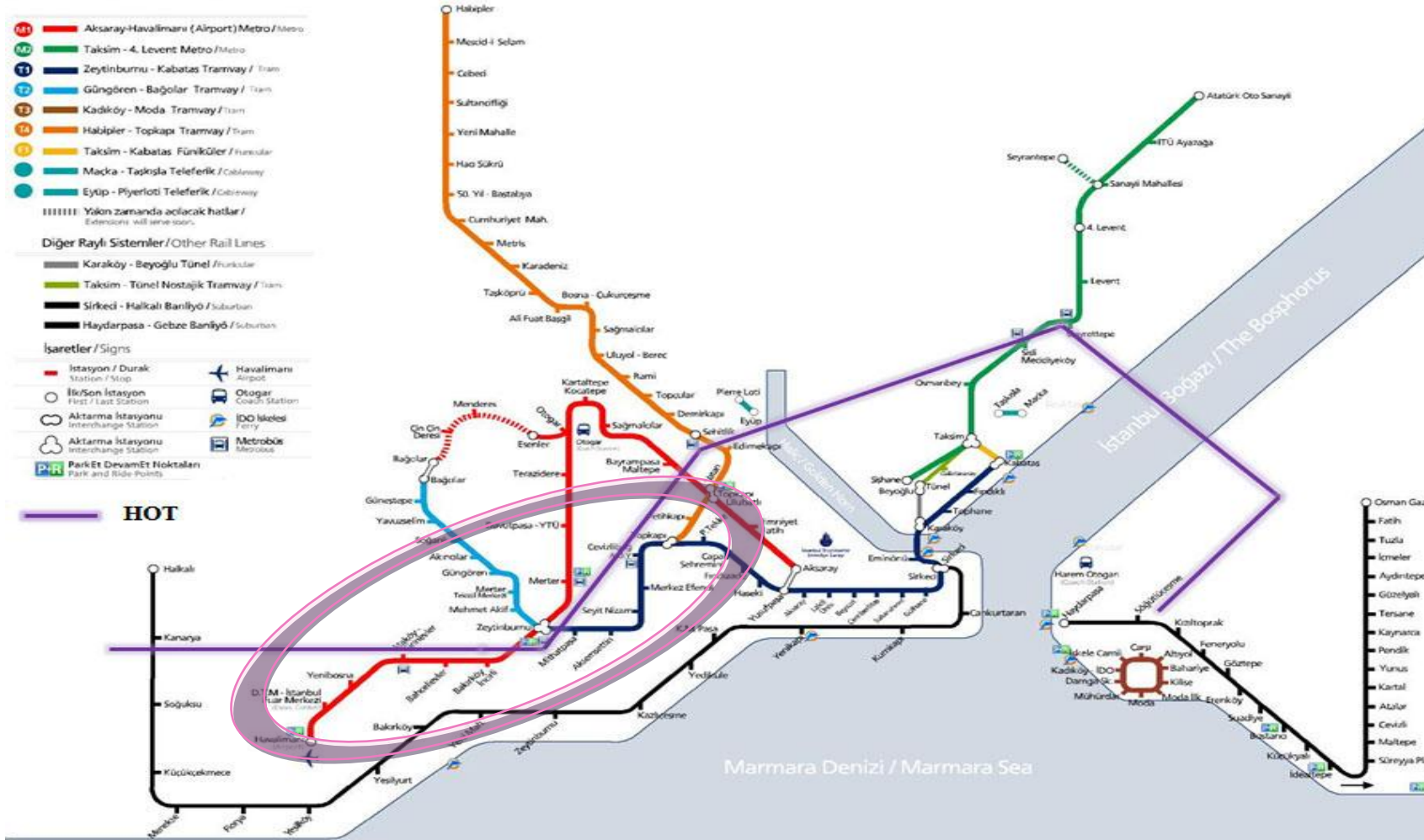
HOT geçkisinde, Aksaray-Havalimanı hafif raylı sistem ve Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattı geçkileriyle kısmen paralel olarak taşıma yapılmaktadır. Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattının, Zeytinburnu ve Atatürk Öğrenci Yurdu (AÖY)-Cevizlibağ istasyonları ile HOT'un Zeytinburnu ve Cevizlibağ istasyonları; Aksaray Havalimanı hafif raylı sistem hattı ile HOT'un Merter-Zeytinburnu-Bakırköy-Bahçelievler-Ataköy/Şirinevler ve Yenibosna istasyonları birbirleriyle bütünleşmektedir (Şekil 5.18).

Bu çalışma kapsamında öncelikle 2006 – 2009 yılları arası dönemde günlük taşınan yolcu sayılarına ilişkin İstanbul A.Ş.'den elde edilen veriler kullanılarak hafif raylı sistem ve tramvay hatlarındaki yıllara göre toplam taşınan yolcu sayılarındaki ve HOT ile bütünleşen istasyonlardaki yıllık ortalama taşınan yolcu sayılarındaki değişimler incelenmiş, sonrasında ise, söz konusu sistemler ile bütünleşen HOT istasyonlarındaki değişimler ile karşılaştırılmıştır.

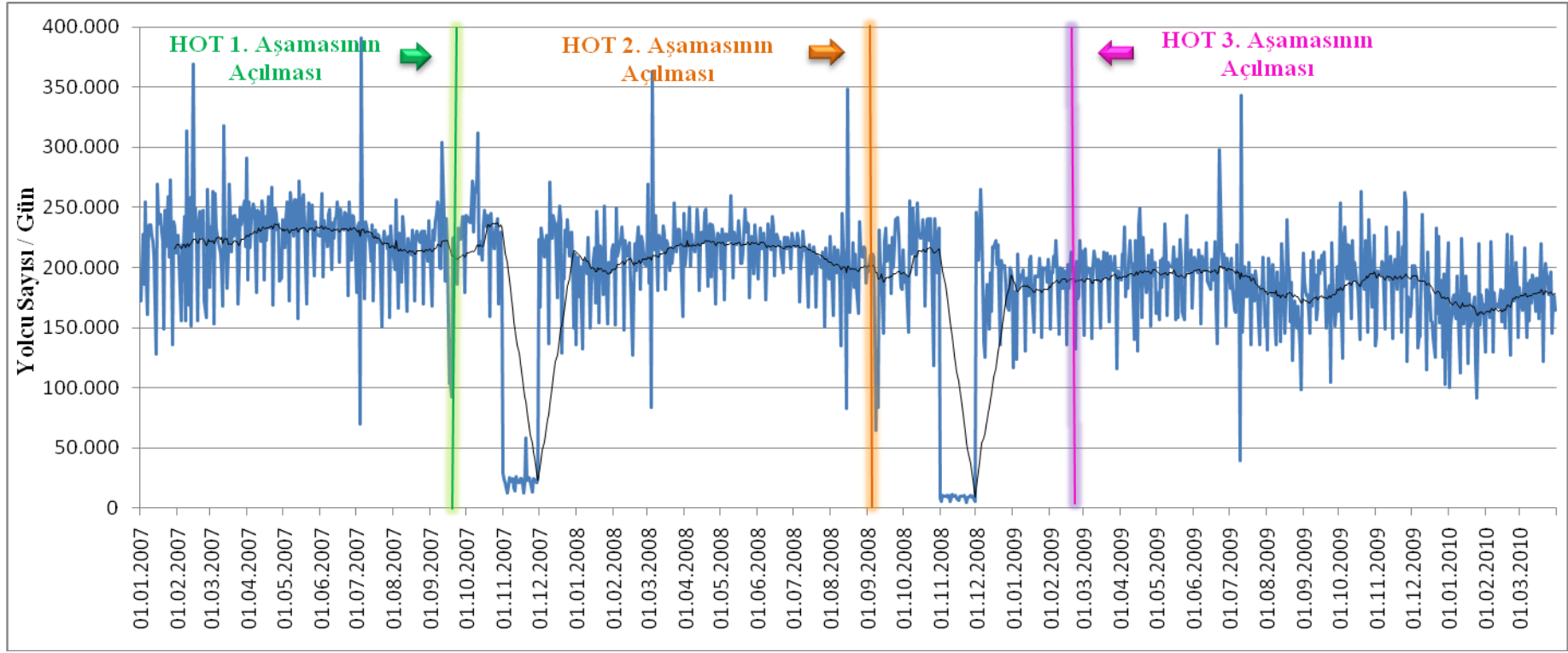
5.3.1 HOT'un Havaalanı – Aksaray hafif raylı sistem hattı ile ilişkisi

8,5 km olan Aksaray - Kartaltepe arasındaki metro hattında, ilk olarak 3 Eylül 1989 tarihinde yolcu taşınmaya başlanmıştır. Ocak 1994 tarihinde Otogar, Temmuz 1995'te Ataköy ve Yenibosna, Mart 1999'da Bahçelievler ve 20 Aralık 2002'de havaalanı istasyonları işletmeye açılan Aksaray - Havalimanı Hafif Metro hattının geçki uzunluğu 19,6 km'dir. Sistemde 18 istasyonda 80 taşıtla hizmet verilmektedir.

Şekil 5.19'da görülen ani azalmalar veri eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Sistemde taşınan yıllık ortalama günlük yolcu sayıları 2007 yılı için 222.352, 2008 yılı için 208.196 ve 2009 yılı için 187.340 olarak gerçekleşmiştir. Yıllara göre günlük taşınan toplam yolcu sayılarına bakıldığında, HOT sisteminin birinci aşamasının açılmasından yaklaşık bir ay sonra sistemdeki yolcu sayılarının azalma eğilimine girdiği gözlenmektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.18: HOT'un raylı sistemlerle ilişkisi



Şekil 5.19: Aksaray – Havaalanı hafif raylı sistem hattında 2007 – 2010 (ilk üç aylık dönem) yılları günlük taşınan toplam yolcu sayısı ve 30 günlük hareketli ortalaması

5.3.2 HOT'un Zeytinburnu – Kabataş tramvay hattı ile ilişkisi

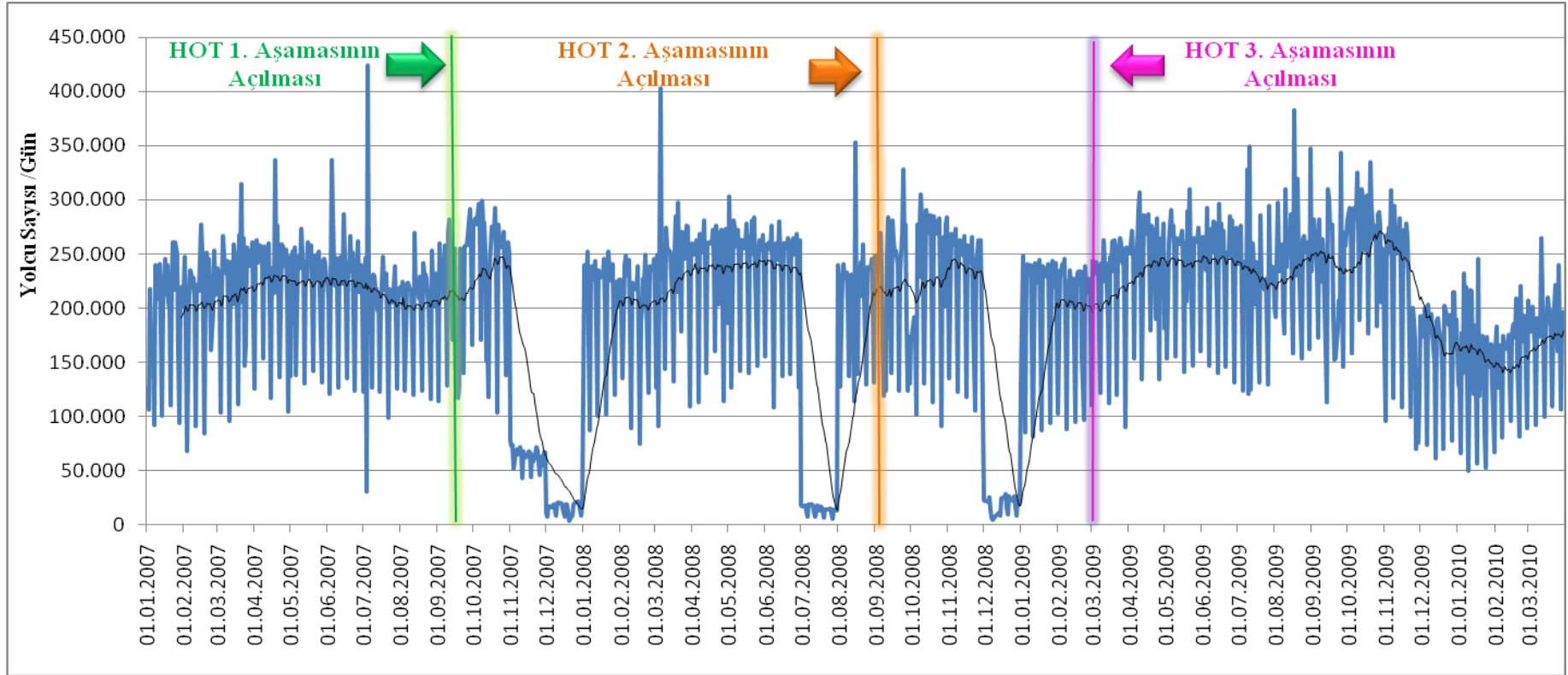
Aksaray-Topkapı kesimi 1992'de, Topkapı – Zeytinburnu kesimi Mart 1994, Sirkeci-Eminönü kesimi Nisan 1996 ve Fındıklı – Kabataş kesimi Haziran 2006'da hizmete açılan Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattının geçki uzunluğu 13,2 km'dir. Sistemde 24 istasyonda 52 taşıtla hizmet verilmektedir.

Şekil 5.20'de görülen ani azalmalar veri eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Sistemde taşınan yıllık ortalama günlük yolcu sayıları 2006 yılı için 184.312, 2007 yılı için 215.484, 2008 yılı için 221.648 ve 2009 yılı için 220.894 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 5.20).

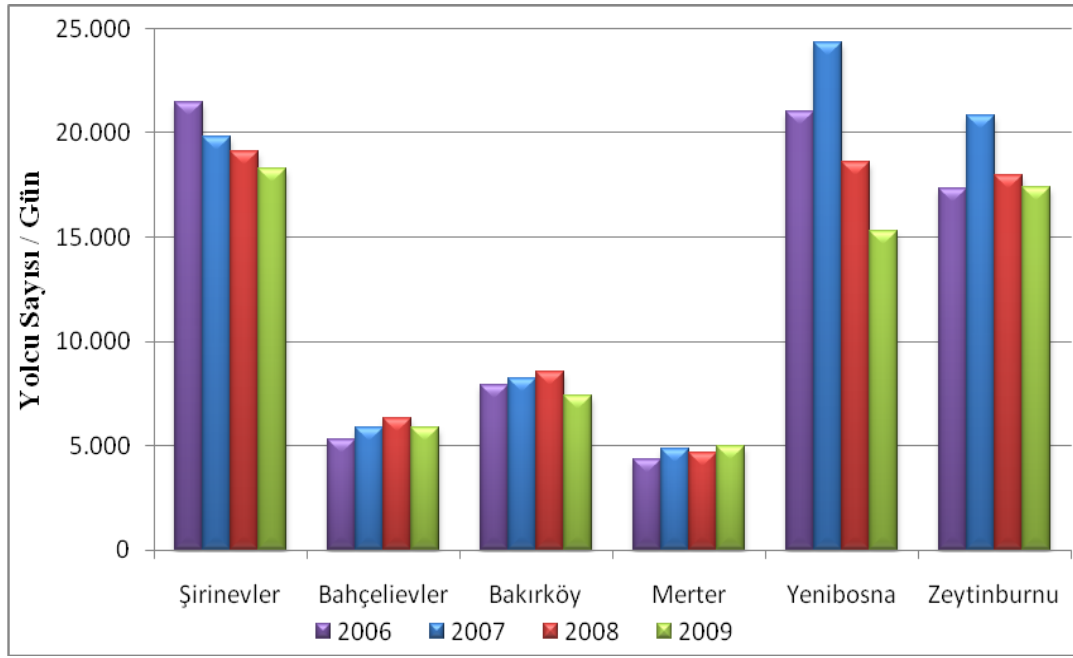
5.3.3. Hafif raylı sistem, tramvay ve HOT istasyon bazında yıllık ortalama taşınan yolcu sayılarının karşılaştırılması

Hafif raylı sistem hattına bakıldığında; yıllık ortalama taşınan yolcu sayısının Şirinevler istasyonunda 2007 yılında %7,7, 2008 yılında %3 ve 2009 yılında % 4,7 oranında sürekli olarak azaldığı görülmektedir. Bahçelievler ve Bakırköy istasyonlarında taşınan yolcu sayılarında benzer olarak 2006-2008 yılları arasında artış, 2009 yılında ise azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Merter istasyonunda 2006-2009 döneminde durağan bir yapı olduğu, Yenibosna ve Zeytinburnu istasyonların da ise taşınan yolcu sayılarının benzer bir şekilde 2007 yılında sırasıyla %15 ve %20 oranlarında artış gösterdikleri ancak 2007 sonrası dönemde sürekli azaldıkları görülmektedir (Şekil 5.21).

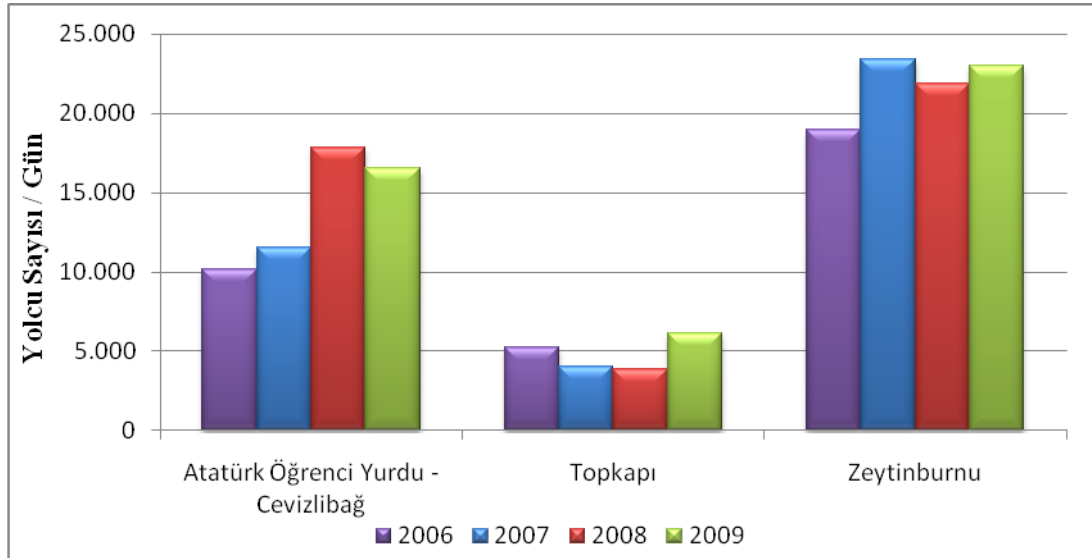
Tramvay hattında ise AÖY-Cevizlibağ istasyonunda, 2008 yılında yıllık ortalama taşınan yolcu sayısında %58 oranında bir artış gerçekleştiği, 2009 yılında ise %7,6'lık bir azalma olduğu; Topkapı istasyonunda taşınan yolcu sayılarının 2009 yılında %60 oranında arttığı görülmektedir. Zeytinburnu istasyonunda taşınan yolcu sayısının 2007 yılında 2006 yılına göre %23 arttığı, 2008 yılında ise 2007 yılına göre %6,5 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 5.22).



Şekil 5.20: Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattında 2007- 2010 (ilk üç aylık dönem) dönemi günlük taşınan toplam yolcu sayısı ve 30 günlük hareketli ortalaması



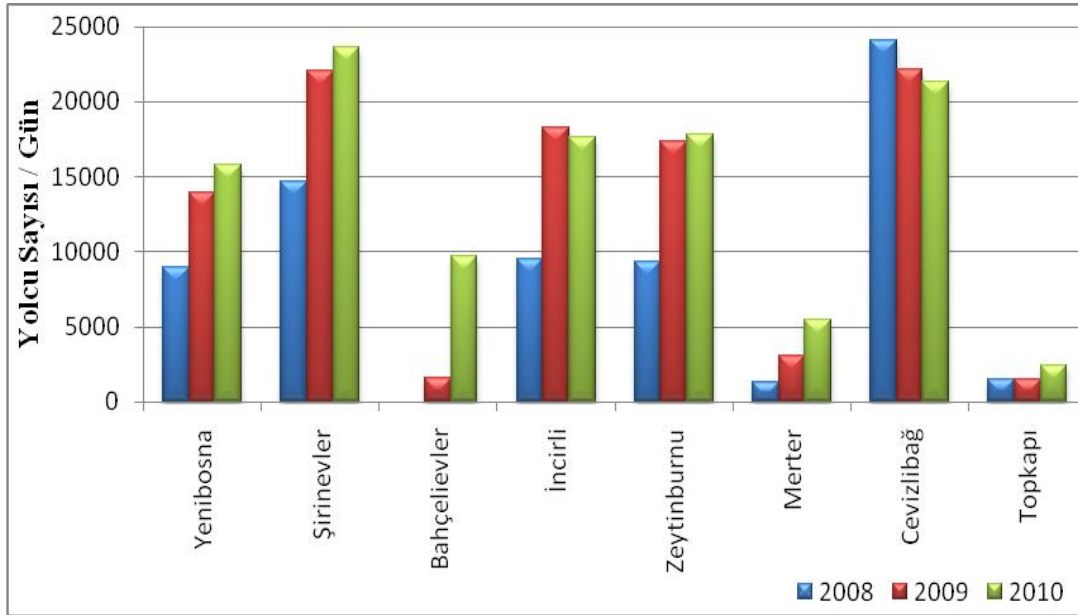
Şekil 5.21: Aksaray-Havaalanı hafif raylı sistem hattında istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısı



Şekil 5.22: Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattında istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısı

HOT sisteminde 2008 – 2010 yılları arasında istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısında genel olarak artış olduğu görülmektedir. Bu artışlar özellikle 2009 yılında yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. 2009 yılında 2008 yılına göre yıllık ortalama taşınan yolcu sayısında; Yenibosna istasyonunda %55, Şirinevler İstasyonunda %50, İncirli İstasyonunda %91, Zeytinburnu İstasyonunda %85, Merter İstasyonunda %135 ve Topkapı istasyonunda %0,2 oranında artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde yalnızca Cevizlibağ istasyonunda %7,6 oranında azalma

gerçekleşmiştir. 2010 yılı ilk altı aylık döneminde 2009 yılına göre yıllık ortalama taşınan yolcu sayısında; Yenibosna istasyonunda %12,9, Şirinevler İstasyonunda %7,12, Zeytinburnu istasyonunda %2,74, Merter istasyonunda %75 ve Topkapı istasyonunda %58 oranında artış olduğu gözlemlenmiştir. 2009 yılında hizmet vermeye başlayan Bahçelievler istasyonunda ise 2010 yılında 2009 yılına göre %508 oranında bir artış gerçekleşmiştir. Bu dönemde de Cevizlibağ istasyonunda azalma %3,9 oranı ile sürmüş, ayrıca İncirli istasyonunda da %3,3 oranında düşüş yaşanmıştır (Şekil 5.23).

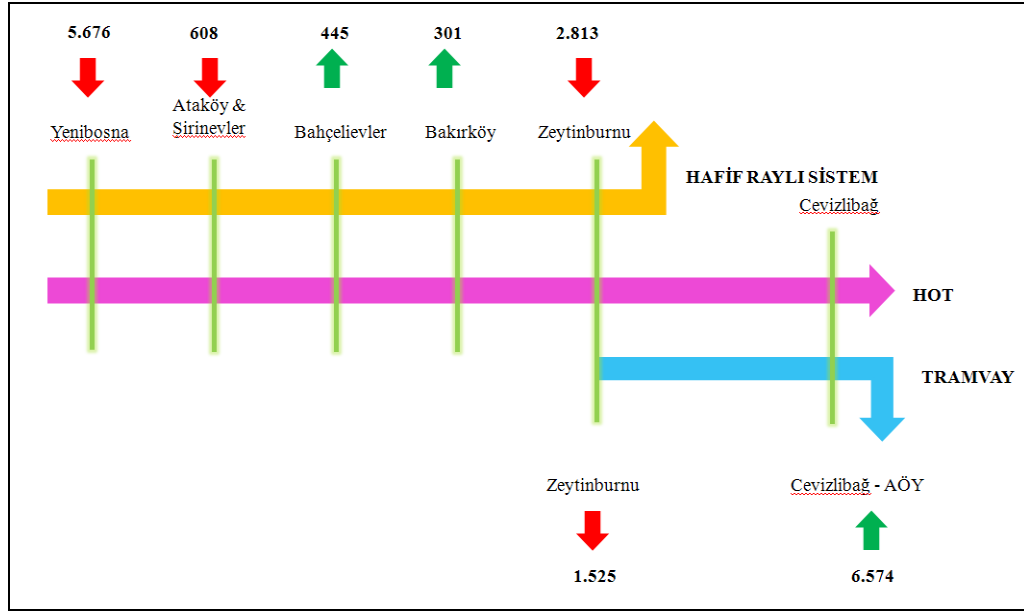


Şekil 5.23: HOT istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısı

Yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısında; hafif raylı sistemin Yenibosna, Şirinevler ve Zeytinburnu istasyonlarında belirgin azalmaların olduğu, tramvay istasyonlarından Zeytinburnu’nda 2007 yılında, Atatürk Öğrenci Yurdu (AÖY)-Cevizlibağ istasyonu’nda 2008 yılında yüksek oranlı artışların gerçekleştiği, HOT istasyonlarından Yenibosna, Şirinevler, Bahçelievler, İncirli (Bakırköy) ve Zeytinburnu’nda 2008-2010 dönemleri arasında yüksek oranlı artışların olduğu belirlenmiştir.

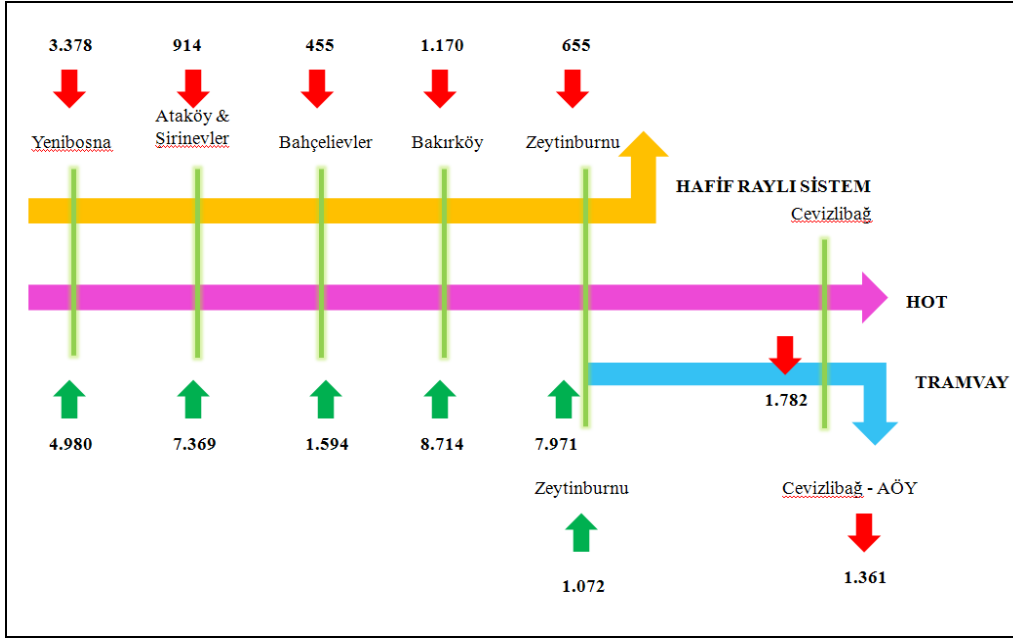
2007 yılına göre 2008 yılı istasyon bazında yıllık ortalama taşınan yolcu sayılarındaki değişimlere bakıldığında; hafif raylı sistem istasyonlarından Yenibosna’nın 5.676, Zeytinburnu’nun, 2.813 ve Ataköy’ün 608 yolcu kaybettiği görülmektedir. Tramvay hattında ise yıllık Zeytinburnu istasyonu 1.525 yolcu kaybederken, AÖY-Cevizlibağ istasyonunun 6.574 yolcu çektiği belirlenmiştir. Bu

durum AÖY-Cevizlibağ istasyonunun önemli bir aktarma istasyonuna dönüştüğünü göstermektedir. HOT'un Eylül-2008'de işletmeye açılan ikinci aşaması ile birlikte, Kabataş yönüne gidecek olan yolcular için AÖY-Cevizlibağ istasyonuna erişim kolaylaşmış ve bu sebeple 2008 yılında 2007 yılına göre çok daha fazla seçilir duruma gelmiştir. Önemli bir aktarma noktası olan Zeytinburnu istasyonunda ise, tramvaya yapılacak geçişlerde AÖY-Cevizlibağ istasyonunun ön plana çıkması sebebiyle yıllık ortalama taşınan yolcu sayısı azalmıştır (Şekil 5.24).



Şekil 5.24: 2007 yılına göre 2008 yılı istasyon bazında yıllık ortalama günlük taşınan yolcu sayısındaki değişim

2008 yılına göre 2009 yılı istasyon bazında yıllık ortalama taşınan yolcu sayılarındaki değişimlere bakıldığında; HOT ile örtüşen hafif raylı sistem istasyonlarının tümünde yıllık ortalama günlük yolcu sayısının düştüğü görülmektedir. En yüksek yolcu kayıpları 3.378 ile Yenibosna ve 1.170 ile Bakırköy istasyonlarında görülmüştür. Tramvay hattında ise yıllık ortalama taşınan yolcu sayısı Zeytinburnu istasyonunda 1.072 kişi ile artarken, AÖY-Cevizlibağ istasyonunda taşınan yolcu sayısı 1.361 kişi ile azalmıştır. HOT hattında ise hafif raylı sistemle örtüşen tüm istasyonlarda yüksek oranlarda artış olduğu gözlemlenmiştir. Bakırköy istasyonunda yıllık ortalama taşınan yolcu sayısı 8.714, Zeytinburnu istasyonunda 7.971 ve Ataköy - Şirinevler istasyonunda 7.369 kişi artmıştır. (Şekil 5.25).



Şekil 5.25: 2008 yılına göre 2009 yılı istasyon bazında yıllık ortalama taşınan yolcu sayısındaki değişim

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, hafif raylı sistemde HOT'un açılmasıyla birlikte gözlemlenen düşüşler ve özellikle HOT ile bütünleşen istasyonlarda gözlemlenen düşüşlerde HOT'un etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ancak HOT hattındaki artışlar, hafif raylı sistem hattındaki azalmalardan fazla olduğu için HOT'un farklı ulaşım türü ile yapılan yolculukları da çektiği görülmektedir.

HOT'un, tramvay hattında, özellikle erişilebilirliğini artırdığı için AÖY-Cevizlibağ istasyonunu etkilediği görülmektedir. HOT ile tramvay arasında yapılan aktarmalarda, Zeytinburnu istasyonlarında istasyonlar arası uzaklığın, Cevizlibağ istasyonları arasındaki uzaklığa göre daha fazla olması ve HOT'un işletmeye girmesiyle birlikte Cevizlibağ istasyonu erişilebilirliğinin artması, Zeytinburnu tramvay istasyonunda yıllık ortalama günlük yolcu sayısının düşmesine, AÖY-Cevizlibağ istasyonunda ise artmasına neden olmuştur.

6. SONUÇ

İstanbul’da “metrobüs” olarak adlandırılan ve üç aşamada inşa edilen HOT, trafik yoğunluğunu azaltmak, hızlı ve konforlu ulaşım sağlamak amacıyla D-100 ve O-1 karayolu üzerinde uygulanmıştır. Sistem ilk aşaması (Avcılar–Topkapı hattı) 17 Eylül 2007’de, ikinci aşaması (Topkapı–Zincirlikuyu hattı) 08 Eylül 2008’de ve üçüncü aşaması (Zincirlikuyu–Söğütlüçeşme hattı) 03 Mart 2009’da işletmeye açılmıştır. Sistemde ortalama günlük taşınan yolcu sayısı 2008 yılı için 188.799, 2009 yılı için 378.281 ve 2010 yılı ilk altı aylık dönem için 474.703 olarak gerçekleşmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, İstanbul HOT’un, otomobil kullanıcılarını toplu taşımaya çekmede etkin bir role sahip olup olmadığının ortaya konmasıdır.

HOT ile D-100 ve O-1 karayolu geçkilerinin örtüştüğü hat boyunca trafik durumunda değişim olup olmadığı ve bir değişim var ise sebebinin HOT olup olmadığının saptanması için Avcılar kesitinde 340–341, Sefaköy kesitinde 162–163, Bakırköy kesitinde 168–291, Cevizlibağ kesitinde 173–174, Edirnekapı kesitinde 299–304 numaralı, Çağlayan kesitinde 17–85 numaralı, Zincirlikuyu kesitinde 301–302 ve Boğaziçi Köprüsü kesitinde 60–84 numaralı RTMS’lere ait HOT öncesi, HOT’un işletmeye açıldığı ve HOT sonrası yıllara ait trafik sayım verileri temin edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen veriler arasından, eksiksiz olan Çağlayan kesiti 17–85 numaralı RTMS’lerin 2007–2008–2009 yılları ve Boğaziçi Köprüsü kesiti 60–84 numaralı RTMS’lerin 2008–2009–2010 yılları trafik sayım verileri kullanılmıştır.

İETT tarafından 2008 yılında, HOT kullanıcıları arasında yapılan anket sonucunda; özel otomobili ile yolculuk yapma olanağı olduğu halde aracını kullanmayıp HOT’u tercih eden katılımcı oranının %20,3 olduğu tespit edilmiştir. Ancak katılımcıların söz konusu %20,3’lük kısmına HOT işletmeye açılmadan önce özel otomobillerini kullanıp kullanmadıkları sorulmamıştır. Dolayısıyla bu noktada HOT’un özel otomobil kullanıcılarından, ancak HOT kullanıcılarının %20,3’ü kadar yolcu çekmiş olabileceği çıkarımı yapılabilmektedir.

Çağlayan kesitinde O-1 karayolu ortalama saatlik trafik değerlerinin, HOT ikinci aşamasının açıldığı Eylül 2008'den, Ocak 2009'a kadar, önceki yılın aynı dönemi göre daha yüksek oranda değiştiği ve söz konusu değerlerinin, Ocak - Temmuz 2009 döneminde gerçekleşen artış eğilimine karşın, 2007 yılı aynı dönem seviyesine ulaşamadığı görülmektedir. Ayrıca Eylül 2008 sonrası zirve saat trafiği, ortalama saatlik trafiğe göre daha yüksek oranda düşüş göstermiştir. Bu durum, özellikle özel otomobillerle yapılan sabah ev-iş yolculuklarında azalma olduğunu göstermektedir. Eylül 2008 sonrası hem ortalama saatlik trafikte hem de zirve saat trafiğinde görülen düşüş eğilimi, HOT açılmadan 15 gün önce başlamış, Ocak 2009'dan sonra sürmemiş ve artış eğilimi başlamıştır. Bir başka ifadeyle, özel otomobil kullanıcılarının, ekonomik krizin başladığı eylül sonrası dönemde otomobil kullanmayı bırakmaya başladıkları, ancak krizin ilk etkileri ardından başlayan toparlanma süreci ile Ocak 2009'dan sonra tekrar otomobillerini kullanmaya geri göndükleri görülmüştür. Bu sebeple bu düşüş eğilimine, HOT'un değil, 2008 dünya ekonomik krizinin neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. HOT üçüncü aşamasının hizmete girmesinin de Çağlayan kesitinde, D-100 trafik değerleri üstünde bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Boğaziçi kesitinde ise ortalama saatlik trafik değerlerinin, Çağlayan kesiti ile paralel olarak Temmuz 2008 tarihinde düşüş eğilimine girdiği, bu eğilimin Ocak 2009'da sona erdiği ve Temmuz 2009'a kadar değerlerde genel olarak bir artış olduğu gözlenmiştir. Eylül 2008'de açılan HOT ikinci aşamasının, D-100 Karayolu Boğaziçi kesitindeki trafik değerlerinin düşme eğilimine denk geldiği, ancak düşüş eğilim oranını artırmadığı gözlenmiştir. Mart 2009'da açılan HOT üçüncü aşamanın ise, D-100'deki trafik değerlerinin artış eğiliminde olduğu döneme denk geldiği, HOT işletmeye açıldıktan sonra da söz konusu artış eğiliminin Temmuz 2009'a kadar sürdüğü görülmüştür.

Boğaziçi kesiti zirve saat trafik değerlerinde ise, ortalama saatlik trafik değerlerine benzer olarak mevsimsel ve ekonomik krize bağlı normal olarak karşılanan değişimler görülmüş, ancak Nisan - Mayıs 2009'da mevsimsel olarak artması beklenen trafik değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. HOT üçüncü aşamasının işletmeye açıldıktan bir ay sonra bu düşüşün gerçekleşmesi, sistemin bu dönemde zirve saat trafiğini, D-100 trafiğinden yolcu çekerek olumlu yönde etkilediğini

göstermiştir. Ancak bu etki kısa süreli olmuş, Mayıs 2009 sonrasında trafik değerleri yükselmeye ve mevsimsel olarak beklenen değişimleri göstermeye başlamıştır

Boğaziçi ve Çağlayan kesiti trafik durumu karşılaştırıldığında; her iki kesitte de mevsimlere ve ekonomik krize bağlı olarak gözlemlenen artış ve düşüş eğilimlerinin benzer dönemlerde gerçekleştiği, ancak Eylül 2008-Ocak 2009 arası dönemde, özellikle zirve saat trafiğinde Çağlayan kesitinde, Boğaziçi kesitine göre daha yüksek oranlı düşüş olduğu görülmüştür. HOT üçüncü aşamasının hizmete açılmasından sonra D-100 karayolunda belirgin azalmaların görülmemesi ise, günlük yolculuklarında Boğaziçi Köprüsü'nü kullananların, özel otomobillerini kullanmayı terk etmedikleri sonucu ortaya çıkmaktadır

Yapılan analizler sonucunda; HOT'un otomobil kullanımını etkilediğine dair belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Krizin etkisinin azalmasıyla her iki kesitte de trafik değerlerinin yükselişe geçtiği görülmüştür. Bu durum, HOT'un otomobil kullanıcılarını toplu taşımaya çekmekte yetersiz kaldığını göstermektedir.

HOT ile Aksaray–Havaalanı hafif raylı sistem ve Zeytinburnu–Kabataş tramvay hatlarının karşılaştırılması sonucunda; HOT'un, tramvay hattını D-100 Karayolu'ndan gelenler için daha erişilebilir hale getirdiği ve bu açıdan özellikle AÖY-Cevizlibağ istasyonunu etkileyerek, söz konusu istasyonu, aktarma istasyonuna dönüştürdüğü görülmektedir.

Hafif raylı sistem aylık ortalama yolcu sayısının, HOT'un birinci aşamasının açılmasıyla birlikte düştüğü belirlenmiştir. Özellikle HOT ile bütünleşen istasyonlarda gözlenen düşüşler, HOT'un Aksaray–Havaalanı hafif raylı sistem hattından yolcu çektiğini göstermektedir. Ancak HOT hattındaki artışlar, hafif raylı sistem hattındaki azalmalardan fazla olduğu için HOT'un farklı ulaşım türü ile yapılan yolculukları da çektiği görülmektedir. HOT'un işletmeye açılmasıyla birlikte, D-100 karayolunda işletilen bir çok İETT ve ÖHO otobüs hattının kaldırılması, HOT için belirli bir talebin oluşmasına sebep olmuştur. Çalışma kapsamında belirlenen kesitlerde incelenen trafik durumlarında HOT kaynaklı belirgin bir azalmanın görülmemesi, HOT'un çektiği diğer yolcuların çoğunun, farklı toplu taşıma türlerinden olduğunu göstermektedir.

Bir toplu taşıma türünün, diğer toplu taşıma türünden yolcu çekmesi, toplu taşıma yatırımlarının amacı dışında kalmaktadır. HOT ile Aksaray–Havaalanı hafif raylı

sistem hatları arasında gerçekleşen bu durum ise, geleceğe yönelik bütüncül planlama anlayışı olmaksızın anlık kararlar ile bu yatırımların uygulanmasından kaynaklanmaktadır. İstanbul’da birbirleriyle değil, özel otomobil kullanımı ile rekabet edebilen toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi için, tüm toplu taşıma yatırımlarının, geleceğe yönelik kent ve mevcut toplu taşıma sistemleri ile ilişkileri göz önüne alınarak, bütüncül planlama anlayışı çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Acar İ. H.**, 2005. *Kentlerimiz için Metrobüs Çözümleri*, 6. Ulaştırma Kongresi, İstanbul, sf: 89-98, Mayıs.
- [2] **Gray G., Kelley N., Larwin T.**, 2006. *Bus Rapid Transit: A Handbook For Partners*, Haziran.
- [3] **Arias C., Castro A. et al.**, 2007. *Bus Rapid Transit, Planning Guide*, Haziran.
- [4] **Diaz R. B., Hinebaugh D. et al.**, 2009. *Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making*, Şubat.
- [5] **Vehicle Catalog**, 2006. *A Compendium of Vehicles and Powertrain Systems for Bus Rapid Transit Service*, Yaz.
- [6] **Levinson H., Zimmerman S., et al.**, 2003. *TCRP Report 90 Volume:1 Case Studies in Bus Rapid Transit*.
- [7] **Akyazıcı M., Ögüt. K. S.**, 2009. “Hızlı Otobüs Taşımacılığı”, İzmir Ulaşım Sempozyumu, Aralık
- [8] **Hidalgo D.**, 2008. *Istanbul Metrobüs: A High Performance Brt System Preliminary Evaluation*, EMBARQ, Mart .
- [9] **İETT**, 2008. *Metrobüs Yolcu Profili Ve Memnuniyet Araştırması*, Yayımlanmamış Rapor.
- [10] **İETT**, 2009. *İstanbul Kent Hareketliliği Haberdarlık Ve Yolcu Memnuniyeti Araştırması*, Mart.
- [11] **PETDER**, 2010. *2010 Ocak–Haziran Dönemi Sektör Raporu*, Petrol Sanayi Derneği.
- [Url-1] <<http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?p=1689274#1689274>> alındığı tarih> alındığı tarih 07.10.2010.
- [Url-2] <www.iETT.gov.tr> alındığı tarih 01.09.2010.
- [Url-3] <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp90v1_cs/LosAngeles.pdf> alındığı tarih 20.04.2010.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Merve AKYAZICI

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 1984

Lisans Üniversitesi: Yıldız Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

▪ Akyazıcı M., Öğüt. K. S., “Hızlı Otobüs Taşımacılığı”, İzmir Ulaşım Sempozyumu, Aralık 2009