

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLU ULAŞIMDA ANA BESLEME HAT MODELLEMESİ:
İSTANBUL MAHMUTBEY AKTARMA MERKEZİ ÖRNEĞİ

Hümevra ŞAŞMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

Danışman

Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN

Mayıs, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPLU ULAŞIMDA ANA BESLEME HAT MODELLEMESİ:
İSTANBUL MAHMUTBEY AKTARMA MERKEZİ ÖRNEĞİ**

Hümeyra ŞAŞMAZ tarafından hazırlanan tez çalışması 13.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Abit BALIN, Üye

İstanbul Üniversitesi

Danışmanım Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Toplu Ulaşımında Ana- Besleme Hat Modellemesi- İstanbul Mahmutbey Aktarma Merkezi Örneği başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Hümeysra ŞAŞMAZ

İmza

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen Tez Danışmanım Sayın Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN'e ve mesai arkadaşım Emine Nazlı ALTINORAK'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Eşim başta olmak üzere sevgili aileme manevi hiçbir yardımı esirgemedi yanımdaydıkları için çok teşekkür ederim.

Hümeysra ŞAŞMAZ



İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	X
TABLO LİSTESİ	XIII
ÖZET	XIV
ABSTRACT	XVI
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	5
1.3 Hipotez	5
2 İstanbul Toplu Ulaşım Sistemi Ağ Yapısı	6
2.1 Lastik Tekerlekli Sistemler	7
2.1.1 Otobüs	8
2.1.2 Minibüs	15
2.1.3 Taksi	17
2.1.4 Taksi Dolmuş	18
2.1.5 Servis	20
2.2 Metrobüs Sistemi	21
2.3 Deniz Yolu Sistemleri	24
2.4 Raylı Sistemler	26
2.5 Bisiklet Sistemleri	29
3 Entegre Ulaşım Planlama	31
3.1 Entegre Toplu Ulaşım Sistemi	33

3.2	Aktarma Merkezleri.....	36
3.2.1	Yenikapı Aktarma Merkezi.....	37
3.2.2	Üsküdar Aktarma Merkezi.....	39
3.3	Park Et & Devam Et Noktaları	40
3.3.1	Özel Araç Park Et & Devam Et Noktaları	40
3.3.2	Bisiklet P&D Noktaları.....	43
3.4.	Entegre Toplu Ulaşım Planlama Strateji ve Uygulamaları.....	43
3.4.1	Norveç Ulaştırma Ekonomisi Enstitüsü	44
3.4.2	Griffith Üniversitesi.....	48
3.4.3	Florida Ulaşım Araştırma Merkezi	54
3.4.4	Entegre Planlama Stratejilerinin Değerlendirmesi	60
3.5.	Dünya Örnekleri	61
3.5.1	MADRİD – Aktarma Merkezleri.....	61
3.5.2	HONG KONG – Aktarma Merkezleri.....	64
3.5.3	LONDRA – Aktarma Merkezi	65
3.5.4	SİNGAPUR - Aktarma Merkezi	67
3.5.5	SEUL – Aktarma Merkezi.....	68
3.5.6	BOGOTA – Aktarma Merkezi	69
3.5.7	ŞANGAY - Aktarma Merkezi.....	71
3.5.8	DUBLIN - Park Et & Devam Et.....	72
3.5.9	AMSTERDAM - Park Et & Devam Et.....	73
3.5.10	PRAG - Park Et & Devam Et.....	74
3.5.11	STOCKHOLM - Park Et & Devam Et.....	75
3.5.12	SİDNEY – Entegre Planlama ve Hat Düzenleme	76
3.5.13	SİNGAPUR – Ağ Tasarımı ve Hat Tipleri	79
3.5.14	DAYTON – Hat Sınıflandırma	83

3.5.15 DENTON – Hat Sınıflandırma	84
3.5.16 SEUL – Otobüs Reformu ve Hat Düzenleme	86
3.6. Dünya Örnekleri Değerlendirmesi	94
4 Ana - Besleme Hat Modeli	95
4.1 Ulaşım Planlama Standartları	96
4.1.1 Hat / Güzergâh Entegrasyonu Standartları.....	97
4.1.2 Zaman Entegrasyonu Standartları.....	99
4.2 Raylı Sistem Projeleri ve Aktarma Merkezi Önerileri	101
4.3 Ana - Besleme Hat Modelinin Faydaları	105
5 Uygulama-Mahmutbey Aktarma Merkezi Simülasyonu.....	107
5.1 Visum Yazılımı.....	109
5.2 Mahmutbey Aktarma Merkezinin Modellenmesi.....	112
5.2.1 Mevcut Durum Ataması	116
5.2.2 Öneri Durum Ataması	121
5.3 Uygulama Sonuçları.....	128
6 Sonuç ve Öneriler	130
Kaynakça	132
Tezden Üretilmiş Yayınlar	135

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BRT	Bus Rapid Transit
CRM	Customer Relationship Management
DCTA	Denton County Transportation Authority
DfT	Department for Transport
EU	Europe
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İDO	İstanbul Deniz Otobüsleri
İETT	İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
İOAŞ	İstanbul Otobüs İşletme A.Ş.
İUAP	İstanbul Ulaşım Ana Planı
LRT	Light Rail Transit
LTA	Land Transport Authority
MRT	Mass Rapid Transit
NSW	New South Wales
O/D	Origin/Destination
ÖHO	Özel Halk Otobüsleri
P&D	Park Et Devam Et
PrT	Private Transportation
PTC	Public Transport Council
PuT	Public Transportation
RTA	The Greater Dayton Regional Transit Authority

RTD	Regional Transportation District
TCRP	Transit Cooperative Research Program
TfL	Transport for London
TUHİM	Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü
UKOME	Ulaşım Koordinasyon Merkezi
YBS	Yolcu Bilgilendirme Sistemi



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 İstanbul'da Mevcut Toplu Ulaşım Sistemi Ağı [4]	7
Şekil 2.2 İstanbul Toplu Ulaşım Sistemi.....	7
Şekil 2.3 İstanbul Otobüs Ağı Haritası [4]	10
Şekil 2.4 Yapı Yoğunluk Haritası [3]	12
Şekil 2.5 İstanbul Minibüs Ağı Haritası [7]	16
Şekil 2.6 İstanbul Taksi Dolmuş Güzergahları [8]	19
Şekil 2.7 Metrobüs Hattı [6]	21
Şekil 2.8 Metrobüs Hat Haritası [4]	22
Şekil 2.9 İstanbul Deniz Yolu Ağ Haritası [7]	24
Şekil 2.10 İstanbul'da Toplu Ulaşım İçin Kullanılan İskele Haritası [7]	25
Şekil 2.11 İstanbul Mevcut Raylı Sistem Ağı.....	27
Şekil 2.12 Raylı Sistemlerde İstasyonların Fiziksel Erişilebilirliği [7]	28
Şekil 2.13 İstanbul'daki Bisiklet Yolları [7].....	29
Şekil 2.14 İsbike Bisiklet İstasyonları [7]	30
Şekil 2.15 İstanbul'daki Bisiklet Park Alanlarından Bir Örnek [7]	30
Şekil 3.1 Toplu Ulaşım Planlama Hiyerarşisi.....	31
Şekil 3.2 Kaliteli Toplu Ulaşım Hizmetleri Özellikleri [10]	33
Şekil 3.3 Entegre Toplu Ulaşım Sistemi Kriterleri [11]	34
Şekil 3.4 Yenikapı Aktarma Alanında Bulunan Toplu Ulaşım Sistemleri.....	38
Şekil 3.5 Yenikapı Aktarma Merkezi.....	38
Şekil 3.6 Üsküdar Aktarma Merkezinde Bulunan Toplu Ulaşım Sistemleri	39
Şekil 3.7 Üsküdar Aktarma Alanından Bir Görüntü	40
Şekil 3.8 Park Et & Devam Et Otoparklarının Mekansal Dağılımı [7]	41
Şekil 3.9 Darüşşafaka Metro İstasyonu, Park Et & Devam Et Alanı	42
Şekil 3.10 Kadıköy Sahil, Park Et & Devam Et Alanı	42
Şekil 3.11 Metro Girişinde Bisiklet Park Alanı Örneği	43
Şekil 3.12 Hatların Basitleştirilmesi ve Frekansın Yükseltilmesi [12].....	44
Şekil 3.13 Yüksek Frekanslı Hatlarda Zaman Koordinasyonu [12].....	45
Şekil 3.14 Geleneksel Hat Stratejisi [12].....	46
Şekil 3.15 Entegre Hat Stratejisi [12].....	47
Şekil 3.16 Entegre Planlama ile Sefer Çizelgelerindeki Değişiklikler [12].....	48

Şekil 3.17 Doğrudan ve Dolaylı Hat Yapısı [11]	52
Şekil 3.18 Konsolide ve Konsolide Olmayan Hat Yapısı [11]	52
Şekil 3.19 Toplu Ulaşımda Hizmet Planlama Süreci	55
Şekil 3.20 Florida Ulaşım Araştırma Enstitüsü,Hizmet Tasarım Standartları [13]	56
Şekil 3.21 Madrid, Aktarma Merkezlerinde Erişilebilirlik [14]	62
Şekil 3.22 Madrid, Aktarma Merkezi Kontrol Odası [14]	63
Şekil 3.23 Madrid, Aktarma Merkezi Bekleme Alanı [14]	63
Şekil 3.24 Madrid, Otobüs Aktarma Merkezleri Planı [14]	64
Şekil 3.25 Hong Kong, Toplu Ulaşım Ağı [16]	65
Şekil 3.26 Londra, Aktarma Merkezleri [19]	66
Şekil 3.27 Londra, King's Cross St Pancras Aktarma Merkezi [19]	67
Şekil 3.28 Singapur, Sengkang Aktarma Merkezi Tasarımı [20]	68
Şekil 3.29 Seul, Reformdan Önce-Sonra Cheongnyandri Aktarma Merkezi [22]	69
Şekil 3.30 Bogota,Transmilenio Hatlar Arası Entegrasyon [23]	70
Şekil 3.31 Bogota,Transmilenio Aktarma Merkezi-Erişilebilirlik Kurgusu [23]	70
Şekil 3.32 Şangay, Hongqiao Aktarma Merkezi [24]	72
Şekil 3.33 Dublin Park Et & Devam Et Noktaları [25]	73
Şekil 3.34 Amsterdam, Park Et &Devam Et Uygulaması [26]	74
Şekil 3.35 Prag, Bir P&D Noktası [28] [29]	75
Şekil 3.36 Stockholm, P&D Haritasından Bir Kesit [27]	76
Şekil 3.37 Sidney, Radyal-Bağlantılı Ağ Aktarma Olanakları Karşılaştırması [30]	78
Şekil 3.38 Singapur, MRT ve LRT Haritası [31]	81
Şekil 3.39 Seul Otobüs Reformu [33]	87
Şekil 3.40 Seul Otobüs Reformu Öncesi ve Sonrası [33]	88
Şekil 3.41 Seul, Hat Optimizasyon [33]	89
Şekil 3.42 Seul, Otobüs ve Hat Tiplerine Göre Renk Uygulaması [33]	90
Şekil 3.43 Seul, Otobüs Araç İçi Görünümleri	91
Şekil 3.44 Seul, Otobüs Hat Kodları [33]	92
Şekil 3.45 Seul, BRT Hattı	92
Şekil 3.46 Seul, BRT Ağ Haritası [33]	93
Şekil 3.47 Seul, Ücret Toplama Sistemleri	93
Şekil 4.1 Ana - Besleme Hat Modeli [34]	96
Şekil 4.2 Hat Tipleri	97

Şekil 4.3 Hat Tipleri.....	98
Şekil 4.4 Raylı Sistem Projeleri.....	102
Şekil 4.5 Durak Puanlama Çalışması [4]	102
Şekil 4.6 Avrupa Yakası Aktarma Puanlama Haritası [4]	103
Şekil 4.7 Anadolu Yakası Aktarma Puanlama Haritası [4]	104
Şekil 4.8 Önerilen Aktarma Merkezleri	105
Şekil 5.1 Mevcut Raylı Sistem Güzergâhları	107
Şekil 5.2 Uygulama Kapsamına Alınan Raylı Sistem Güzergâhları	108
Şekil 5.3 Visum Yazılımına Ait Ekran Görüntüsü [4]	109
Şekil 5.4 Visum Yazılımından Görüntüler [4].....	110
Şekil 5.5 Mevcut Durumdaki Güzergâhlar	117
Şekil 5.6 Öneri Durumdaki Güzergâhlar	125

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Literatür Özeti.....	3
Tablo 3.1 Sidney, NSW Aktarmalarının Sınıflandırma ve Karakteri [30]	77
Tablo 3.2 Sidney, Ulaşım Ağlarının Hizmet Alanı / Kapsamı [30].....	79
Tablo 4.1 Hat Tiplerine Göre Frekans.....	100
Tablo 4.2 Belirlenen Aktarma Merkezleri.....	104
Tablo 5.1 Uygulama Kapsamına Alınan Hatlar	113
Tablo 5.2 Mahmutbey Aktarma Merkezine Dokunan Hatlar	117
Tablo 5.3 Mevcut Durum Atama Sonuçları.....	118
Tablo 5.4 Mevcut Durum Transfer Sıralaması	119
Tablo 5.5 Mevcut Durum Hatlar arası Transferler	120
Tablo 5.6 Hat Tiplerine Göre Frekanslar	122
Tablo 5.7 Hat Bazlı Revizyonlar	123
Tablo 5.8 Özet Revizyon Tablosu	125
Tablo 5.9 Öneri Durum Atama Sonuçları	126
Tablo 5.10 Öneri Durum Transfer Sıralaması.....	126
Tablo 5.11 Öneri Durum Hatlar arası Transferler	127
Tablo 5.12 Mevcut ve Öneri Durum Karşılaştırma Tablosu.....	129

Toplu Ulaşımında Ana Besleme Hat Modellemesi: İstanbul Mahmutbey Aktarma Merkezi Örneği

Hümeysra ŞAŞMAZ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Bahadır GÜLSÜN

Ulaşım günümüz dünyasında küreselleşme ve ekonomik büyümeye paralel olarak hızlı bir değişim göstermektedir. Bilim ve teknolojinin hızlı gelişimi ve nüfus artışı; yüksek kapasiteli, daha hızlı, daha güvenli, daha ekonomik ve daha konforlu ulaşım talebini öne çıkarmaktadır. Günden güne artan nüfus ve araç sayısı sebebiyle trafik sorunları şehir hayatının en büyük problemi olmuştur. İstanbul halkı son yıllarda trafik sorunuyla sadece pik saatlerde değil günün tüm saatlerinde karşılaşmaya başlamışlardır.

İstanbul bugün 15 milyonun üstünde nüfusuyla dünyanın en büyük şehirleri arasında yer almaktadır. Bu büyük şehrin nüfusu dünyada birçok ülkenin üzerinde bir nüfusa sahiptir. Bazen en uzak noktalara 2-3 vasıta ile ulaşılabilmesine rağmen özellikle sabah ve akşam iş çıkışı saatlerinde aşırı yoğunluk yaşanmaktadır. Bu da ekonomik anlamda iş gücü kaybına ve işletme maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Artan nüfus ve her gün yüzlerce yeni aracın trafiğe katılması ile artık ulaşım imkânları yetersiz hale gelmiştir. Bu problemler yeni ulaşım modellerinin uygulanmasını kaçınılmaz hale getirmiştir.

Bu çalışmada İstanbul'un en önemli sorunlarından biri olan ulaşım sorununa çözüm getirebilecek, kısa, hızlı ve konforlu bir ulaşım sistemi için temel oluşturacak ana hat-besleme hat modeli önerilmektedir. Bu modelde metro, metrobüs gibi yüksek yoğunluklu ana hatlara paralel güzergâhlarda hareket eden hatlar azaltılarak bu hatlara kısa besleme hatlarla ve sık frekanslarla ulaşım sağlanmakta ve ana-besleme hatların kesişim noktalarında da aktarma merkezleri bulunmaktadır. Yani, yolcu yoğunluğu düşük bölgelerdeki talepler, düşük kapasiteli, sık frekanslı araçlar ile yolcu yoğunluğu yüksek olan ana hatlara taşınarak karşılanmaktadır. Böylelikle farklı noktalardaki yolcular ana-besleme hat ulaşım modeli ile merkezi noktalara hızlı ve konforlu bir şekilde taşınmaktadır. Kesişim noktalarında bulunan aktarma merkezleri ise model için büyük önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında ulaşım modlarının kesişim noktaları göz önünde bulundurularak İstanbul için çeşitli noktalarda aktarma merkezleri önerilmiş ve Mahmutbey Örneğinin modellenmesi yapılmıştır.

Çalışma, toplam 6 bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde çalışma özetlenerek yapılan literatür çalışmaları ortaya konmuştur. İkinci bölümde İstanbul'daki Ulaşım sisteminin mevcut durumu modlar bazında anlatılmış, üçüncü bölümde ana-besleme hat modelinin temeli olan entegrasyona giriş yapılmış ve dünya örneklerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde ana - besleme hat modeli detaylıca anlatılarak model için temel oluşturacak, İstanbul için çeşitli kriterler bazında belirlenen aktarma merkezleri ortaya konmuştur. Beşinci bölümde ise dördüncü bölümde belirlenen aktarma merkezlerinden biri olan Mahmutbey Aktarma Merkezi'nin VISUM programında modellenmesi yapılmış ve sonuçlarından detaylıca bahsedilmiştir. Ardından sonuç ve değerlendirme bölümüyle çalışma sonlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Entegrasyon, optimizasyon, toplu ulaşım, ana - besleme hat, Simülasyon, VISUM

Main Feeder Line Modeling in Public Transportation: Example Of Istanbul Mahmutbey Transfer Center

Hümeyra ŞAŞMAZ

Department of Industrial Engineering

Master Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Bahadır GÜLSÜN

Today, transportation is changing rapidly in parallel with globalization and economic growth. Development of science and technology and population growth; put high capacity, faster, safer, more economical and more comfortable transport demand forward. Due to increasing population and number of vehicles, traffic problems have been the biggest problem of city life. In recent years, the citizens of Istanbul have started to encounter traffic problems not only in peak hours but in all hours of the day.

Today, Istanbul is one of the largest cities in the world with over 15 million population. The population of this large city has a population above many countries in the world. Sometimes the most distant points can be reached with 2-3 vehicles, but especially in the morning and evening work hours are extremely dense. This causes loss of labor force and increase in operating costs in the economic sense. With the increasing population and the fact that hundreds of new vehicles are added to traffic each day, transportation facilities have become inadequate. These problems made the implementation of new transport models inevitable.

In this study, the main- feeder line model, which will provide the solution to the transportation problem, which is one of the most important problems of Istanbul, will be used as the basis for the shortest, fastest and most comfortable transportation system. In this model, the lines moving on the routes parallel to the high density main lines such as metro and metrobus are reduced and these lines are provided with short feeder lines and frequent frequencies and there are transfer centers at the intersection points of the main-feeder lines. That is, the demands in the regions with low passenger density are met by moving to the main lines with low capacity, frequent frequency vehicles and high passenger density. Thus, passengers at different points are transported to the central points quickly and comfortably by means of the main-feeder line transportation model. Transfer centers at the intersection points are of great importance for the model. Within the scope of the study, considering the intersection of transportation modes, transfer centers were proposed at various points for Istanbul and the Mahmutbey Transfer Center was modeled.

The study consists of 6 chapters. In the introduction section, the literature studies have been summarized. In the second chapter, the current situation of the transportation system in Istanbul is explained in terms of modes. In the third chapter, integration has been made as the basis of the main line feeder line model and the examples of the world are mentioned. In the fourth chapter, the main line feeder line model is explained in detail and transfer centers determined on the basis of various criteria for Istanbul will be formed. In the fifth chapter, the modeling of the Mahmutbey Transfer Center, which is one of the transfer centers determined in the fourth section, has been modeled in the VISUM program and the results are mentioned in detail. Then the study was ended with the result and evaluation section.

Key Words: Integration, optimization, public transport, main - feeder line, Simulation, VISUM

Kentleşme, beraberinde çeşitli organizasyonlar gerektirmektedir. Bu organizasyonlardan biri de ulaşımdır. Ulaşımın kent içinde çözümlenmesi, kentler arasında işlevsel bağlantılar oluşturması gereklidir. Ulaşım, belirli bir amaç için insanların ve eşyanın mekânda yer değiştirmesidir. Kentsel ulaşım ise kent sınırları içinde gerçekleşen yük, yolcu, araç ve yaya hareketlerini kapsamaktadır. Kent içi ulaşım unsurları, her türlü iktisadi ve toplumsal faaliyetin yerine getirilmesinde büyük rol oynamaktadır [1].

Ekonomik, sosyal, siyasal, kültürel ve belki de bunlardan daha da önemli olarak teknolojik gelişmelerin sonucunda bugün tüm dünyanın paralelinde ülkemizde de sürdürülebilir kent içi ulaşım oldukça karmaşık bir hale gelmiştir. Sürdürülebilir bir kent içi ulaştırma planlamasında, öncelikler ve tercihler tespit edilirken; ekonomik ve kültürel önceliklerin yanı sıra, diğer bir takım özelliklerin de mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Diğer taraftan kent içi ulaştırma sistemleri oluşturulurken gürültü, hava kirliliği, güvenlik, enerji tüketimi ve arazi kullanımının da dikkate alınması gerekmektedir. Yoğun göçlerle nüfusu çok hızlı bir şekilde artan İstanbul'un önemli düzeyde bir ulaşım sorunuyla karşı karşıya bulunduğu bilinmektedir. Ne kadar önlem alınırsa alınsın, kısa bir zaman içinde tekrar sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Mevcut görünümü ile İstanbul ulaşımı ile ilgili sayısız sorun ve neden sayabilmek mümkündür [2].

Bu çalışmada İstanbul'un ulaşım sorununa çözüm getirebilecek, ulaşım konfor ve verimliliği artıracak hat optimizasyonunu sağlayacak entegre bir model olan ana- besleme hat modeli önerilmektedir.

Ana-besleme hat modeli ulaşım konusunda başarılı olan birçok ülkede uygulanmakta olan bir modeldir. Tez kapsamında birçok şehir incelenmiş ve İstanbul için önerilen modelde de örnek şehirlerdeki uygulamalar dikkate alınmıştır. Literatür bölümünde incelenen ülkeler, inceleme konusu ve incelenen dökümanla ilgili bir tablo verilmiştir.

Tabloda yer alan şehirlerin çoğunda ulaşımın ana - besleme hat kurgusu ile gerçekleştirildiği görülmektedir. Detayları ilerleyen bölümlerde verilecek olan Ana

- Besleme Hat modeli özetle; Raylı sistemler gibi ana hatlarla çakışan uzun hatların azaltılması ve bu ana hatların kısa ve sık frekanslı besleme hatlarla entegre olduğu, katarlanmayı azaltan, benzer güzergâhları azaltan, zaman, maliyet, mesafe gibi birçok konuda tasarruf sağlayan bir ulaşım modelidir.

Bu modelin uygulanması sonucunda; özel araç yerine toplu ulaşımın tercih edildiği, erişilebilir ve ulaşılabilir, tüm modları kapsayacak ve sürdürülebilir, şehir merkezinde ve merkezi bölgelerdeki trafik sıkışıklığını azaltacak, zamanında ve entegre, yolculara planlanabilir ve güvenilir bir yolculuk fırsatı sunan, yolcu beklentilerini ve yolculuk taleplerini karşılayacak, yolcuların varmak istedikleri yere en kısa sürede ve yüksek konforda ulaşımını sağlayacak ve işletmenin sahip olduğu kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak bir toplu ulaşım sistemi meydana gelecektir.

Çalışmada İstanbul'un mevcut toplu ulaşım sistemi ortaya konmuş ve ardından entegre planlama konusu ele alınarak literatür bölümünde bahsedilen dünya örnekleri incelenmiştir. Sonrasında Ana - Besleme Hat modelinin uygulanması için büyük önem arz eden Aktarma Merkezleriyle ilgili çalışmalar ortaya konmuş ve çeşitli kriterler neticesinde İstanbul için önerilen 28 Aktarma Merkezinden bahsedilmiştir. Ardından Ana - Besleme Hat Modelinden bahsedilerek önerilen Aktarma Merkezlerinden biri olan "Mahmutbey" örneği ele alınmış ve VISUM yazılımında simülasyonu yapılmıştır. Simülasyonun amacı aktarma merkezi olarak belirlenen Mahmutbey'in gerçekten yolcular tarafından aktarma noktası olarak tercih edilip edilmeyeceğini gözlemlemektir. Simülasyon yapılırken önce mevcut durum analizi yapılmış ardından hatlar ana - besleme hat modeline göre revize edilecek şekilde önerilen durum analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda simülasyon sonuçları değerlendirilerek sayısal veriler detaylı incelenmiştir.

1.1 Literatür Özeti

Çalışma kapsamında Entegre Ulaşım Planlama, Aktarma Merkezleri, Ana - besleme hat modeli, planlama stratejileri gibi konularda literatür taraması yapılmıştır. Ulaşım konusunda başarılı birçok şehir detaylıca araştırılmış ve araştırma sonuçlarının çalışmaya altlık oluşturması hedeflenmiştir. Aşağıdaki tabloda belirtilen Literatür ismi, incelenen dökümanı; ülke ve şehir, araştırmanın hangi ülke

ve hangi şehir ile ilgili olduğunu; tarih, çalışmanın yapıldığı tarihi ve araştırma konusu da dökümanın hangi konu hakkında olduğunu göstermektedir.

Tablo 1.1 Literatür Özeti

Literatür İsmi	Ülke	Şehir	Tarih	Araştırma Konusu
Sharing Innovation in Transport between EU	İspanya	Madrid	2015	Aktarma Merkezleri
Efficient Multi-modal Integration is Key in Realizing Next Generation Public Transport System: Tha case of Hong Kong Special Administrative region of China	Çin	Hong Kong	2013	Aktarma Merkezleri
Hong Kong Planning Standards and Guideliness, Chapter 8: Internal Transport Facilities	Çin	Hong Kong	2016	Aktarma Merkezleri
The evolution of bus contracts in London	İngiltere	Londra	2014	Aktarma Merkezleri
Connecting European regions using innovative transport	İngiltere	Londra	2015	Aktarma Merkezleri
Multimodal Integration to Develop a City Wide Public Transport Network, LTA Academy	Singapur	Singapur	2016	Aktarma Merkezleri
Integrated Land Use - Transport Planning & Transport Energy Use –Singapore’s experience, LTA Academy	Singapur	Singapur	2013	Aktarma Merkezleri
Seoul Public Transportation	Güney Kore	Seul	2014	Aktarma Merkezleri

Public Transport Planning in Cities Around the World	Kolombiya	Bogota	2019	Aktarma Merkezleri
Improving Interchanges, Republic of China	Çin	Şangay	2015	Aktarma Merkezleri
Assessment for the Role of Park and Ride in the Greater Dublin Area Transport Strategy	İrlanda	Dublin	2015	Park Et & Devam Et
Where to park in Amsterdam	Hollanda	Amsterdam	2019	Park Et & Devam Et
Park and Ride Facilities in Prague	Çek Cumhuriyeti	Prag	2019	Park Et & Devam Et
Where to park in Amsterdam	İsveç	Stockholm	2019	Park Et & Devam Et
Public Transport Network Planning: Towards Criteria For Network Design. Institute of Transport Economics	Norveç	-	2009	Hat Planlama Stratejileri
Research Center Best Practices in Transit Service Planning - Project #BD549-38 - FINAL REPORT.	ABD	Florida	2009	Hat tipleri, hat tasarım ilkeleri, hat planlama stratejileri
Guidelines For Preparation of Integrated Transport Plans	Avustralya	-	2012	Hat Tasarım İlkeleri
Integrated Public Transport Service Planning Guidelines Sydney Metropolitan Area	Avustralya	Sydney	2013	Entegre Planlama ve Hat Düzenleme

Issues In Transportation Planning – The Singapore Experience. Department of Civil Engineering, National University of Singapore	Singapur	Singapur	2008	Ağ Tasarımı ve Hat Tipleri
Service Standards Manual	ABD	Dayton	2013	Hat Sınıflandırma
Service Performance and Design Standards	ABD	Denton	2012	Hat Sınıflandırma
Bus reform in Seoul, Republic of Korea	Güney Kore	Seul	2013	Otobüs Reformu ve Hat Düzenleme

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amacı düşük kapasiteli araçlardan oluşan besleme hatları yüksek kapasiteli araçlardan oluşan ana hatlara aktarma merkezleriyle entegre ederek en kısa sürede, en hızlı, en konforlu ve en ekonomik ulaşım hizmetini sağlamaktır. Bu sistemi sağlayacak olan model Ana - besleme hat modelidir. Çalışma kapsamında İstanbul toplu ulaşım sistemi detaylıca ele alınarak modelle ilgili dünya örnekleri incelenmiş ve Mahmutbey Aktarma Merkezinin simülasyonu yapılmıştır.

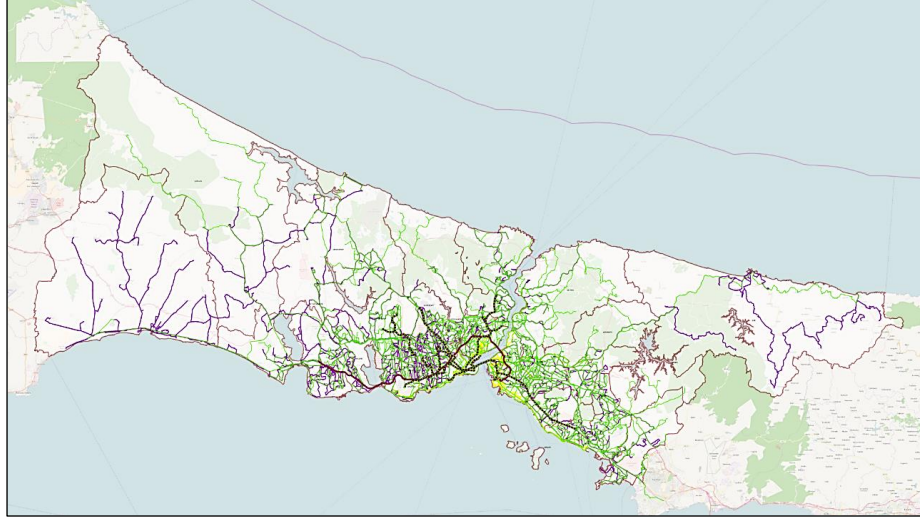
1.3 Hipotez

Çalışmada belirtilen modelin İstanbul'da uygulanması ile tüm modları kapsayacak, sürdürülebilir bir toplu ulaşım planlama sistemi, şehir merkezinde ve merkezi bölgelerdeki trafik sıkışıklığının azalması, zamanında ve entegre bir toplu ulaşım sistemi, yolcu beklentilerini ve yolculuk taleplerini karşılayacak bir sistem, işletmenin kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması, daha az otobüs ile daha kısa sürede, daha konforlu, daha hızlı ve daha kaliteli ulaşım hizmeti, araç içi yolcu yoğunluğunun azalması, yapım aşamasındaki raylı sistem projeleri ve minibüs hatlarıyla entegre planlanan hatlarla maliyetin düşürülmesi, aynı güzergâhı paylaşan hatlarda sadeleşme ve trafik yoğunluğunda toplu ulaşım etkisinin azaltılması ve tüm bunlara bağlı olarak özel araç yerine toplu ulaşımın tercih edildiği bir sistem sağlanması beklenmektedir.

İstanbul Toplu Ulaşım Sistemi Ağ Yapısı

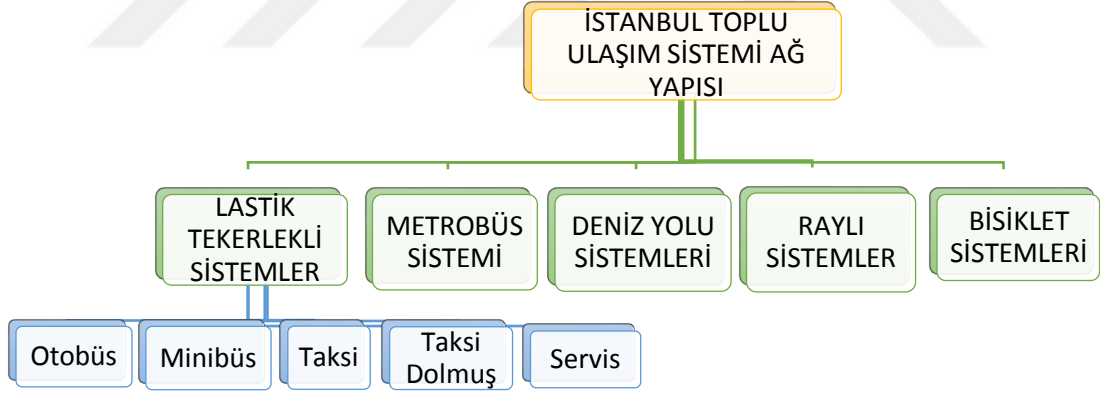
Mevcut durumda İstanbul toplu ulaşımına yön veren en önemli etken, üst ölçekteki ulaşım strateji ve politikaların yer aldığı Ulaşım Ana Planı'dır. Ulaşım Ana planı, toplu ulaşımın seyrini değiştirebilecek ve taktiksel düzeyde yeniden yapılanmayı gerekli kılacak nitelikte altyapı yatırımlarının belirlendiği belgedir. Bu belgede, kent içi ulaşım ile ilgili bileşenler tüm boyutlarıyla incelenmekte, entegre bir ulaşım sistemi için gerekli amaç ve hedefler ortaya konmaktadır. Bu kapsamda Ulaşım Ana Planı (Mayıs 2011) çerçevesinde oluşturulan genel hedef [3];

'Gelecekte motorlu araç trafiğinin azaltılması, toplu taşıma altyapısının iyileştirilmesi ve trafik talebinin özel araçlardan toplu taşıma araçlarına teşvik edilmesiyle kent içinde hareketlilik ve erişilebilirliğin artırılması sonucunda daha yaşanabilir bir kentsel çevrenin oluşturulması.' şeklinde belirtilmiştir. Ulaşım Ana Planı kapsamında ortaya konan genel hedef, yaşanabilir kentsel çevrenin oluşturulmasında en büyük etkenin 'özel araç yerine toplu ulaşım araçlarının kullanılması' olduğu vurgulanmıştır [3].



Şekil 2.1 İstanbul'da Mevcut Toplu Ulaşım Sistemi Ağı [4]

Bu bölümde, İstanbul'daki mevcut toplu ulaşım sistemi içinde yer alan ulaşım modları ve bu modlardaki planlama faaliyetleri ele alınmıştır. İstanbul Toplu Ulaşım Sisteminde yer alan sistemler Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 İstanbul Toplu Ulaşım Sistemi

2.1 Lastik Tekerlekli Sistemler

Lastik tekerlekli sistemler kapsamında gerçekleştirilen hizmetler; esnek hat yapıları, altyapı yatırımının diğer modlara göre daha az olması, özellikle yolculuk

taleplerine hızla cevap verebilecek nitelikte olması nedeniyle, İstanbul toplu ulaşım sistemi içinde büyük bir paya sahiptir.

Lastik tekerlekli sistemler kapsamında yer alan otobüs, minibüs, taksi dolmuş ve taksi ulaşım türleri ele alındığında, bu hizmetlerin gerçekleştirilmesi sırasında durak, peron, depolama alanları vb. fiziki alanların kullanıldığı bilinmektedir. Bu mod kapsamında yer alan servis hizmetlerinde ise belirli bir fiziki alan kullanımı söz konusu değildir.

Lastik tekerlekli sistemler modunda yer alan fiziki alanlar, donanımsal ve işlevsel olarak diğer modlara kıyasla daha basit yapıdadır. Bu sistemler, kapsamında bulundurduğu farklı ulaşım modları ve çok sayıdaki değişkeniyle, İstanbul toplu ulaşımındaki en dinamik moddur. Bu mod içinde yer alan otobüs, minibüs, taksi, taksi dolmuş ve servisler; araç ve buna bağlı olarak bireysel işletmeci sayısının çokluğu nedeniyle yönetilmesi en güç moddur.

Bu mod kapsamındaki otobüs, minibüs ve taksi dolmuşlar için bir güzergâh ve hat tanımlaması söz konusudur. Bu ulaşım biçimlerinde araçlar, belirlenen hat ve güzergâhlarda faaliyetlerini yürütmek durumundadır. Hat ve güzergâh belirlenmeden önce, oluşturulan vizyonlar çerçevesinde talep büyüklüğü ortaya konmakta ve sonrasında kurulum zamanı, yatırım maliyeti, ekonomik ömrü, taşıma kapasitesi gibi çeşitli dinamiklerin ağırlığı da dikkate alınarak, en uygun ulaşım türüne karar verilmelidir.

2.1.1 Otobüs

İstanbul'da toplu ulaşım alanında hizmet veren **5.154** otobüsün faaliyetlerini sürdürdüğü **760** adet hat bulunmaktadır. Mevcutta bir hatta tanımlı tek bir güzergâh ve güzergâha göre hatta tanımlı duraklar bulunmaktadır. Otobüsle ulaşım hizmetleri kapsamında yer alan durak sayısı **12.389**'dur [5].

Mevcut durumda, otobüsle ilgili planlama süreçlerinin tamamı İETT bünyesinde gerçekleştirilmektedir. İETT, mevcutta var olan hatları çalışma prensiplerine göre sınıflandırmıştır. Hatların sınıflandırılmasındaki amaç, kategorize edilmiş şekilde ayrılmış hatlarla ilgili oluşturacağı politikaların kolayca uygulamaya

alınabilmesidir. Mevcut yapı içinde yer alan hatlarla ilgili yapılan sınıflandırma ve hat özellikleri aşağıdaki gibi ele alınmıştır [5].

Ana/Omurga Hat: Güzergâhında başka hat olmayan, düşük frekanslı, yüksek kapasiteli araçlarla çalışılan, besleme hatlarla entegre, genellikle diğer hatlara göre daha uzun olan hatlardır. Bu hatlar; talebin çok yoğun olduğu, işletme hızı yüksek ana arterlerde çalıştırılmaktadır. Güzergâhın çok küçük parçalarında çakışan hatların varlığı söz konusu olabilmektedir. Çakışan hatlarda, aynı yöndeki talebin paralel olarak karşılanmamasına dikkat edilmektedir [5].

Besleme Hat: Genellikle konut alanlarından ana/omurga hat, metro, metrobüs, vb. yüksek kapasiteli sistemlere yolcuları taşıyan hatlardır. 15 dakikanın altında frekans ile kısa bir güzergâhta çalıştırılması uygun görülmektedir [5].

Bölgesel Hat: Şehrin dış çeperlerindeki yerleşimin dağınık olduğu noktalardan şehir merkezine veya en yakın entegrasyon noktasına yolcu taşıyan hatlardır. Düşük yolculuk talebi sebebiyle düşük kapasiteli araçlarla sık servis yaptırılması uygun görülmektedir [5].

Turistik Hat: Tarihi bölgelerde turistlerin alışveriş, eğlence vb. amaçlar için tercih ettiği bölgelerde çalıştırılan çift katlı, üstü açık, gezilen bölgenin tarihi özelliklerinin birçok dilde kulaklıkla anlatıldığı hatlardır. Bu hatlarda günlük biletlerle yolculuk yapılmakta olup turistler için çekim merkezlerinde duraklar bulunmaktadır. Duraklarda inen yolcular bölgeyi gezdikten sonra bir sonraki otobüsle devam etmektedirler [5].

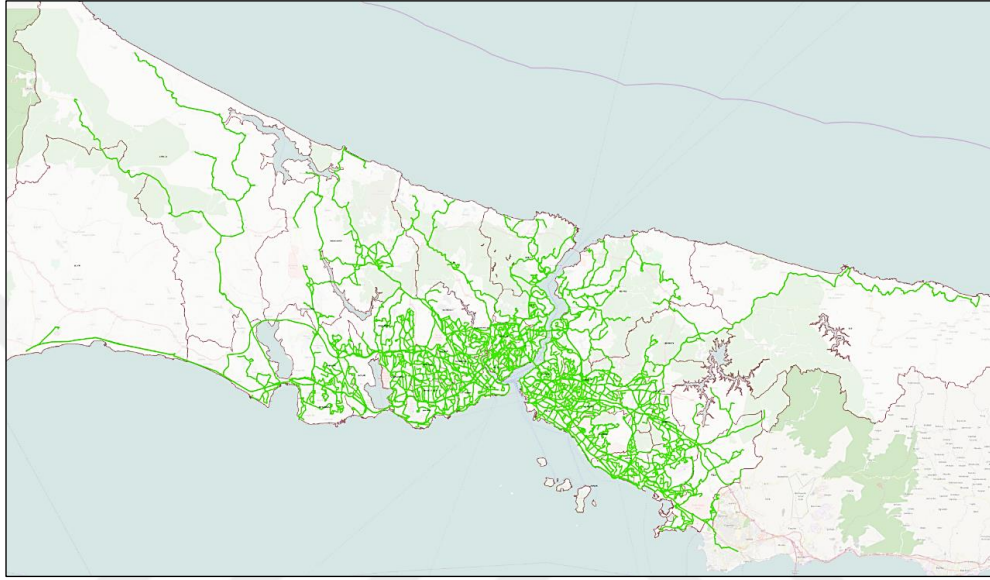
Gece Hattı: 00.00 – 05:00 arası çalışan, genellikle metronun çalışmadığı durumlarda metro güzergahında hizmet veren hatlardır [5].

Havaalanı Hattı: Lüks tipi bagajlı araçlarla çalışılan, havaalanlarından önemli merkezlere çalışan hatlardır. Genelde başlangıç ve bitiş durağıyla beraber 2 veya 3 duraktan oluşmaktadır [5].

Normal Hat: Yukarıdaki hatlardan birinin kapsamına girmeyen hatlardır. İlçe içerisindeki yolculuk talebini karşılamak ya da O/D gereği mahalleden merkeze çok

sayıda kişinin seyahat ettiği (indi - bindi' nin az olup hat başında dolup hat sonunda boşalan) hatlardır. Bu hat kapsamında yer alan hatlar oldukça fazladır [5].

Yapılan hat sınıflandırmaları ile planlama ve uygulamada standart bir yapının ortaya konması amaçlanmıştır. Mevcuttaki otobüs ağını gösteren hat haritası aşağıdaki gibidir (şekil 2.3).



şekil 2.3 İstanbul Otobüs Ağı Haritası [4]

şekilde görüldüğü gibi, otobüs ağ yapısı İstanbul'da merkez olarak nitelendirilen bölgelerde yoğunlaşmıştır. Bu da trafik sıkışıklığı, hava ve gürültü kirliliğı gibi çok sayıda problemi beraberinde getirmektedir. Otobüs güzergâhlarının, raylı sistem ve metrobüs sistemi gibi ana modların güzergâhları ile paralel gitmesi, bu sistemlerde kapasite ile ilgili sorunları ortaya çıkarmaktadır.

2.1.1.1 Hat ve Güzergâh Planlama

Mevcut durumda, otobüslerle ilgili hat ve güzergâh planlamalarının çıkış noktası Ulaşım Ana Planı ve ulaşım ihtiyacıdır. Otobüslerin sahip olduğı esnek yapı sayesinde, Ulaşım Ana Planı'nda belirlenen üst ölçekteki mod planlarına ve oluşturulan vizyona uygun olarak hat planlamaları yapılmaktadır [3].

Otobüslerle ilgili hat ve güzergâh planlama süreçleri İETT Ulaşım Planlama Daire Başkanlığı tarafından gerçekleştirilmektedir. Hat planlama ve düzenleme çalışmalarının başında güzergâh belirleme süreci yer almaktadır. Bu süreçte; CRM’den gelen yolcu talepleri, otobüs firmalarının talepleri, İETT’nin saha ekibi tarafından yapılan ihtiyaç analizleri, tamamlanan ve planlanan projeler ile yolculuk analizleri gerçekleştirilerek gözleme dayalı bir güzergâh varsayımı oluşturulmaktadır. Güzergâhın belirlenmesi sırasında yapılan değerlendirmede ele alınan kriterler aşağıdaki gibidir [4].

Topoloji: Alan topolojisi; yollar, durak için müsait alanlar ve aktarma noktaları ve ayrıca son durak olarak hizmet eden peron alanlarının belirlenmesidir [4].

Kalkış – Varış (OD) Matrisi: Bir dizi sıralı durağa sahip sistem için belirli bir zaman periyodunda yolcuların biniş ve iniş noktalarının bir matris ile gösterilmesidir. OD Matrisinde satırlar, yolcuların biniş noktalarına; sütunlar ise varış noktalarına karşılık gelmektedir. Her bir yolcuya ait elektronik kart ID numaralarının kayıtlarına göre bölgedeki yolculuğun hangi noktalardan hangi noktalara doğru olduğu veri setinden çıkarılmaktadır [4].

Rota ve Yolculuk Güzergâhı: Varılmak istenen noktaya mümkün olduğu kadar doğrudan ulaşımın sağlanması ve güzergâhın, yolcuların en yakın durağa yürüyerek ulaşılabilirliği açısından değerlendirilmesidir [4].

Talebi Karşılama: Güzergâhın, bölgede ortaya çıkan ulaşım talebini karşılaması adına değerlendirilmesidir. Oluşturulacak güzergâhın, bölgedeki tüm talep noktalarına ulaştırılması önem arz etmektedir [4].

Alternatif Hatlar: Güzergâha paralel olarak yer alan ya da bölgedeki talebi karşılayacak şekilde var olan alternatif hatların tespit edilmesi ve ilgili verilerin analiz edilmesidir [4].

Üst Ölçekte Planlanan Projeler: Toplu ulaşım vizyonuna uygun olarak gerçekleştirilen ya da planlanan projelerin, otobüsle ulaşımına olan etkilerinin değerlendirilmesidir [4].

Gelir – Gider Dengesi: Güzergâhın, yolculuk geliri ve toplam giderlerinin hesaplanarak analiz edilmesidir [4].

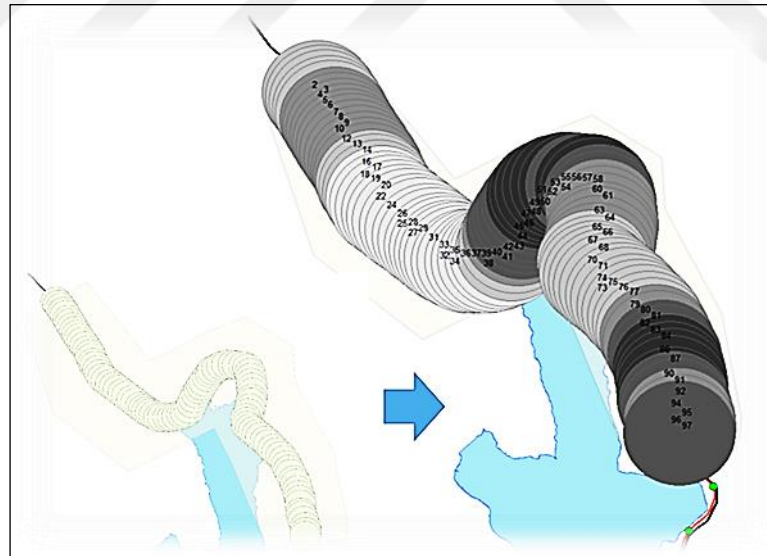
Durak Yeri Planlama

Hat ve güzergâh planlamaları kapsamında, bütünleyici bir unsur olarak durak yeri planlama süreçleri de yer almaktadır.

Durak yeri seçiminde güvenlik açısından; akan trafikten yolcuların korunması, engelli insanların erişimi, her türlü hava koşullarında otobüse erişim gibi durumlar dikkate alınırken işletim açısından ise; trafik sinyal işaretlerinin tipleri, durakta otobüs sayısına uygun kaldırım mesafesi gibi unsurlar dikkate alınmaktadır.

Durak yeri belirlenirken yapı yoğunlukları ve nüfus artış oranları dikkate alınmaktadır. Durak yerleri belirlenecek olan güzergâh üzerinde belirlenen hat üzerinde 100 metre aralıklarla geçici noktalar yerleştirilmektedir.

Her aday nokta için 1500 metrelik buffer alanlar tanımlanmakta ve yapı haritası kullanılarak etki alanları tespit edilmektedir (Şekil 2.4) [4].



Şekil 2.4 Yapı Yoğunluk Haritası [3]

Yapı yoğunluğu haritası aracılığıyla ortaya konan her bir bölgeye düşen bina ve hane sayısı dikkate alınmakta ve yapılan analizler sonucunda uygun medyan duraklar

belirlenmektedir. Durak yerlerinin ortaya konmasından sonra, bölgedeki yolculuk talepleri ve yolculuk analizleri doğrultusunda durak kapasiteleri hesaplanmaktadır. Yerleri belirlenen durakların talebi karşılayacak şekilde hangi tipte (kapalı durak, bayrak durak vb.) olmasıyla ilgili gerekli tespitleri yapılmaktadır. Hat ve güzergâh planlama süreci, durak yerleri ve durak tiplerinin tespit edilmesi ile sonlanmaktadır [5].

2.1.1.2 Zaman ve Sefer Planlama

Güzergâh planlamasının ve hattın sisteme tanımlanmasından sonra zaman planlama süreci başlamaktadır. Zaman planlama sürecinin asıl amacı, bölgedeki yolculuk taleplerini karşılayacak şekilde sefer çizelgelerinin hazırlanmasıdır [4].

Taleplerin incelenmesi ve uygun görülmesi sonucunda, hatta verilecek araç ve servislerin tipi belirlenmektedir. Bölgedeki yolculuk talebinin, belirlenen araç tipi ile karşılanabilmesi için gerekli frekansları ortaya konmaktadır [4].

İETT tarafından, frekansların ve sonrasında araç sayısının belirlenmesi sırasında kullanılan formülasyonlar aşağıdaki gibidir;

Sefer Sayısı = Toplam Günlük Yolculuk / Araç Kapasitesi

Sefer Aralığı = Toplam Günlük Çalışma Saati / Sefer Sayısı

Araç Sayısı = Sefer Süresi / Sefer Aralığı

Frekanslar doğrultusunda belirlenen sefer sürelerinden yola çıkılarak, atanan araç tipine göre araç sayısının hesaplanmasıyla zaman planlama süreci tamamlanmaktadır [5].

2.1.1.3 Fiziki Yapı

Mevcutta, otobüsler için diğer modlarla ilişkili fiziki yapılar arasında; durak ve peronlar yer almaktadır. Son yıllarda, oluşturulan vizyona uygun olarak ortaya çıkan Akıllı Ulaşım konsepti kapsamında Akıllı Durak Projeleri yürütülmektedir. Bu kapsamda çalışmalar artırılmış, belli bölgelerde yer alan duraklarda 'Akıllı Durak' uygulamasına geçilmiştir. Yolcu Bilgilendirme Sistemi ile duraklarda yer alan ekranlardan, o durağa gelecek araçlarla ilgili gerçek zamanlı bilgilerin aktarılması sağlanmaktadır.

Kendi enerjisini kendi üreten ve yolcuların kişisel ihtiyaçlarına cevap verecek donanımına sahip durak projelerinin geliştirilmesi ve yaygınlaşması ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Otobüslerin sefer başlangıç ve bitiş noktaları veya yoğun olan bölgelerde birden fazla aracın aynı anda duraklama yapmasına yarayacak şekilde tasarlanan alanlar, peron olarak adlandırılmaktadır. Otobüsler için konumlandırılmış peron ve duraklar, ağ yapısı olarak entegrasyon noktasında yer almalarına rağmen bir çoğu diğer modlarla fiziki olarak entegre durumda değildir. Otobüs durakları, özellikle diğer lastik tekerlekli ulaşım türleri tarafından da kullanılabilir [5].

2.1.1.4 Ücretlendirme

Mevcutta otobüslerde farklı ücretlendirme sistemleri uygulanmaktadır. Merkezde yer alan hatlarda çalışan otobüsler, İstanbul Kart kullanımına uygun olacak şekilde validatör sistemi donanımına sahiptir. Merkezi alanlarda yer alan hatlarda kullanım bazlı ücret uygulanmakta ve diğer modları da kapsayacak biçimde aktarma prosedürüne uyulmaktadır.

İstanbul sınırları içinde yer alan bölgesel hatlarda ise mesafe bazlı ücretlendirme sistemi uygulanmaktadır. Merkez dışında kalan bölgeler ile merkez arasında yapılan yolculuklarda farklı uğrak noktaları için farklı yolculuk ücreti tanımlanmıştır. Bölgesel hatlarda çalışan araçlarda, İstanbulkart kullanımına uygun validatör sistemleri bulunmaktadır. Validatör sisteminin mesafe bazlı ücret sisteminde kullanımının zor olması nedeniyle, bu hatlarda elden para toplama uygulaması devam etmektedir [4].

2.1.1.5 Bilgilendirme

Otobüsle yolculuk sırasında, yolculuk öncesi ve sonrasında çeşitli kanallardan yolcu bilgilendirme faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Yolculuk öncesinde, yolcuların tahmin edilebilir bir seyahat planlaması yapabilmeleri adına Mobiett uygulaması kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

‘Mobiett’ uygulaması, yolcu tarafından belirlenen hedef noktaya ulaşılması adına alternatif toplu ulaşım senaryolarının oluşturulmasını sağlamaktadır. Uygulama kapsamında; canlı otobüs verileri, favori hatlar için anlık bildirim, hat adı ve hat

kodu ile arama yapma gibi çok sayıda özellikle bulunmaktadır. Tüm bunların yanında iki nokta arasında ulaşımı sağlamak için en uygun güzergâh alternatifleri, bu güzergâhlar üzerinde kullanılacak toplu ulaşım araçları ve yolculuk boyunca gerekli bilet sayılarına dair bilgiler anlık olarak kullanıcı ile paylaşmaktadır [6].

İstanbul'da belli bölgelere yerleştirilmiş akıllı duraklarda Yolcu Bilgilendirme Sistemi (YBS) aracılığıyla anlık gelen araç bilgilendirmesi yapılmakta, duraktan geçen hatlar buralarda yer alan ekranlarda gösterilmektedir.

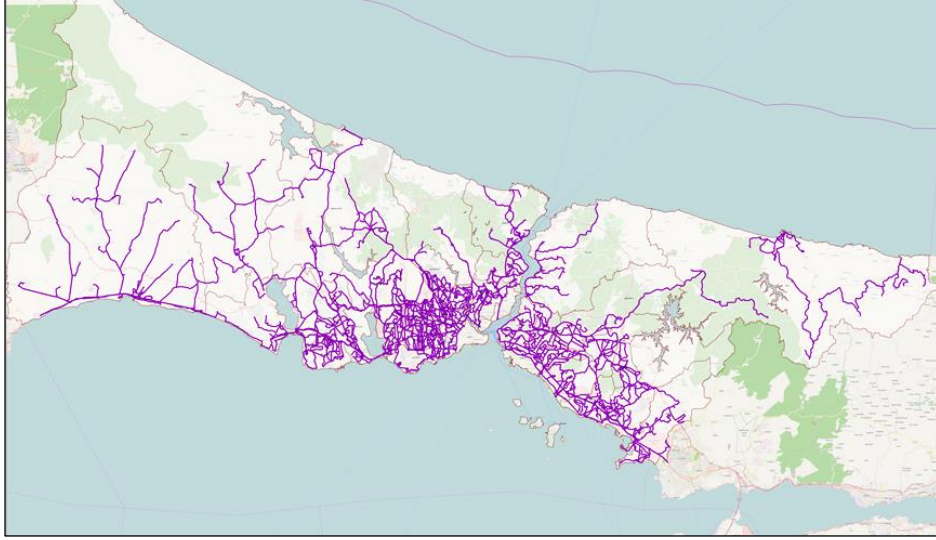
Yolculuk sırasında yolcuların bilgilendirilmesi adına otobüs içlerinde bilgilendirme ekranları ve anons sistemleri yer almaktadır. Yolcu, ekran aracılığı ile güzergâhtaki tüm durakların sırasını, gelecek durak bilgisini görebilmekte; anons sistemi ile de uyarılmaktadır.

Yolculuk sonrasında ise kayıp eşya ile ilgili olarak gerekli bilgilendirme ve yönlendirmeler web sitesi üzerinden sağlanmaktadır [6] .

2.1.2 Minibüs

İstanbul toplu ulaşım sistemi içinde 6.412 adet minibüs hizmet vermekte; bu minibüslerin faaliyetleri kapsamında oluşmuş 162 adet hat ve 30 adet Minibüs Esnaf Odası bulunmaktadır [7].

Minibüslerde hat tanımlaması diğerler ulaşım biçimlerine göre daha farklı şekillenmiştir. Minibüs işletmeciliğinin başladığı ilk zamanlarda, hatlar tek bir güzergâh üzerine kurulmuş daha sonra başlangıç ve bitiş noktası belli olan alternatif güzergâhlar da oluşmaya başlamıştır. Fakat ilerleyen zamanlarda değişen nüfusun dinamikliği, farklı bölge gruplarının oluşmasına neden olmuş ve bu grupların adı 'hat' olarak kalmıştır. Mevcut durumda minibüs hattı olarak nitelendirilen yapılar, farklı başlangıç ve bitiş noktalarına sahip güzergâhlardan oluşmaktadır [7].



Şekil 2.5 İstanbul Minibüs Ağı Haritası [7]

Güzergahları Şekil 2.5'te gösterilen minibüs hatları, İstanbul'da geniş bir ağ yapısına sahiptir ve diğer ulaşım biçimleriyle olan etkileşim noktası ve paralel güzergâh uzunluğu oldukça fazladır.

2.1.2.1 Hat ve Güzergâh Planlama

İstanbul toplu ulaşım sistemi içinde hizmet veren minibüslerin faaliyet gösterdiği hat ve güzergâh planlamaları İBB'nin Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü birimi tarafından gerçekleştirilmektedir.

Bu kapsamda yapılan planlamaların çıkış noktası yolcu talep ve ihtiyaç tespitleridir. Çeşitli yollarla hat düzenlemesi ihtiyacının belirlenmesi ile başlayan süreç, düzenleme kararının alınması ve uygulanması ile sonlanmaktadır.

2.1.2.2 Zaman ve Sefer Planlama

Minibüsler için sefer başlama ve bitiş saatleri, bağlı oldukları odalar tarafından belirlenmektedir. Sefer çizelgeleri ise minibüslerin kendi aralarında oluşturdukları bir sistem ile standartlaştırılmamış bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Zaman ve sefer planlamalarının belirli ve sistematik olmaması, kent içi toplu ulaşımında entegrasyon ve koordinasyonla ilgili problemleri ortaya çıkarmakta;

yolculuk planlaması konusunda vatandaşların bilgi alamamalarına neden olabilmektedir.

2.1.2.3 Fiziki Yapı

Mevcutta minibüslerle ilgili olarak fiziki bir yapının varlığı söz konusu değildir. Minibüsler, çalışma şekilleri gereği indirme – bindirme faaliyetlerini bir duraktan bağımsız olarak da gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca, sefere başlama noktaları ve bitiş noktaları ile ilgili olarak fiziki bir alanın zorunluluğu veya standardı bulunmamaktadır.

Yapılan hat düzenleme planlamalarında her ne kadar, sefer başlangıç ve bitiş noktalarının, şoförlerin ihtiyaçlarını karşılayabileceği potansiyeldeki alanlar dikkate alınsa da, mevcut yapı içinde bu uygulamayı gerçekleştirmekte zorluklar yaşanmaktadır.

2.1.2.4 Ücretlendirme

Minibüslerde mesafe bazlı ücretlendirme sistemi kullanılmaktadır. UKOME kararı ile belirlenen ücret tarifesi, çok sayıda etkene bağlı olarak oluşturulmaktadır. Minibüslerde ücret elden toplanmaktadır ve hattın uzunluğuna göre ücret değişkenlik göstermektedir. Minibüslerde, diğer ulaşım türleriyle ücret entegrasyonu kapsamında bir ilişki söz konusu değildir.

2.1.2.5 Bilgilendirme

Minibüslerle ilgili sefer saatleri veya hat - güzergâh bilgilerinin yer aldığı resmi bir bilgilendirme platformu bulunmamaktadır. Yolcular, bir çizelgeye bağlı olmadan çalışan minibüslerle ilgili yolculuk planlamalarında mağdur duruma düşmekte; belirli bir güzergâh veya durak haritaları olmadığı için güvenlik ve planlamalarla ilgili sorunlar yaşamaktadır.

2.1.3 Taksi

İstanbul toplu ulaşım sistemi içinde **17.395** adet taksi hizmet vermektedir. Taksiler, verdikleri noktadan noktaya hizmet kapsamında sahip oldukları çalışma şekilleri gereği herhangi bir hat ve güzergah planlamasına tabi değildir. Taksiler, talep bazlı çalışmaktadır ve yolcunun isteği çerçevesinde her türlü güzergâhı kullanabilme

esnekliğine sahiptir. Bu sebeple mevcutta, taksiler için hat ve güzergâh planlaması kapsamında herhangi bir faaliyet yer almamaktadır [8].

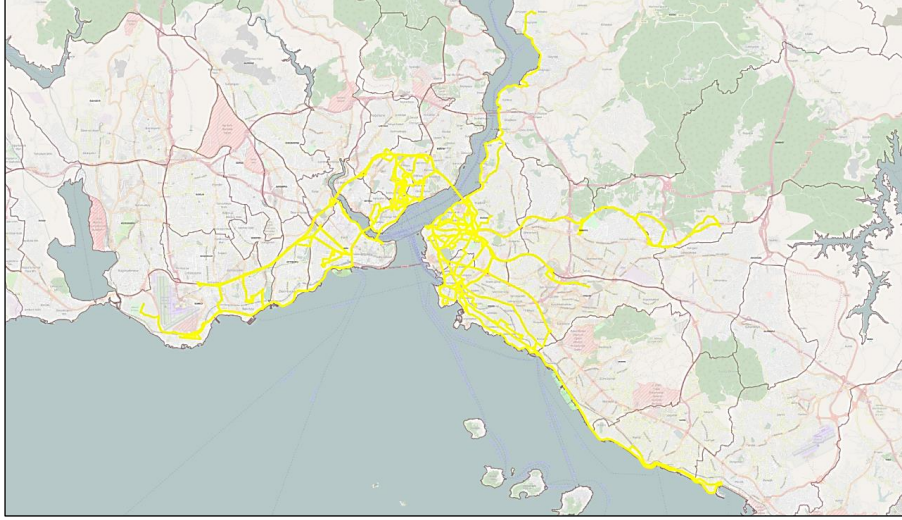
Taksiler, talep bazlı çalıştıkları için zaman veya sefer planlama gibi bir durum söz konusu değildir. Yalnızca, taksi durakları baz alındığında araçlar gelen talebe göre belli bir sıraya göre müşteri almaktadır.

Taksilerde, durak iletişimlari dışında bilgilendirme veya iletişimle ilgili ortak bir platform bulunmamaktadır. Hat veya sefer durumu söz konusu olmadığı için, yolcu taksi hizmetlerine kendi imkânlarıyla ulaşmak durumundadır.

Taksilerde ücretlendirme sistemi mesafe bazlıdır. UKOME kararı ile belirlenen ücret tarifeleri uygulanmakta ve yolcudan nakit para alınmaktadır. Taksilerde, diğer ulaşım biçimleriyle bir ücret entegrasyonu durumu söz konusu değildir [7].

2.1.4 Taksi Dolmuş

İstanbul toplu ulaşım sistemi içinde 572 adet taksi dolmuş faaliyet göstermektedir. Taksi dolmuşlar, belirli bir hatta ve güzergâhlara sahiptir. Taksi dolmuşların faaliyet gösterdiği hatlar, bölgesel olarak bir araya toplanarak gruplandırılmışlardır. Minibüslerin aksine taksi dolmuşlar için tanımlanmış hat ve güzergâhlar, diğer ulaşım biçimlerinde kullanılan tanımlamalara uygun olarak şekillenmiştir. Taksi dolmuşlar için başlangıç ve bitiş noktası belirlenmiş bir hat ve bu hat için belirlenmiş alternatif güzergâhlar bulunmaktadır [8].



Şekil 2.6 İstanbul Taksi Dolmuş Güzergahları [8]

Şekil 2.6’da gösterilen taksi dolmuşların güzergâh haritası incelendiğinde, diğer ulaşım biçimleri ile paralel güzergâhların bulunduğu görülmektedir.

Taksi dolmuşlarla ilgili hat ve güzergâh planlama süreci; hat ihtiyacının tespiti ve hangi ulaşım biçiminin kullanılacağı kararı için yapılan değerlendirme sonrasında hat ihtiyacının taksi dolmuş aracı ile karşılanması gerektiği kararı ile başlamaktadır. Taksi dolmuş hattı düzenleme süreci de minibüsler için ele alınan süreçlerin aynısıdır [8].

Taksi dolmuşlar faaliyetlerini, belirli bir zaman veya sefer çizelgesine bağlı olmaksızın gerçekleştirmektedir. Sefer başlangıçları, grupların kendi içinde kurduğu sistematığe göre gerçekleştirilmekte, bu sebeple sefer saatleri değişkenlik göstermektedir [8].

Taksi dolmuşlar, çalışma şekilleri sebebiyle belli bir durak alanına ihtiyaç duymamaktadır. Ana arter üzerinde yer alan taksi dolmuş indirme - bindirme ve umuma açık durak alanları İBB tarafından belirlenen standartlara göre oluşturulmuştur ve bu alanların boyutu trafik akış ve güvenliği açısından önem arz etmektedir. Taksi dolmuşlar için birden fazla aracı bulunduracak kapasitede sefer başlama ve bitirme alanları mevcuttur [8].

Taksi dolmuşlarda mesafe bazlı ücretlendirme sistemi kullanılmaktadır. Ücret tarifesı, UKOME kararında belirtildiğı üzere 'aynı mesafedeki taksimetre tutarının 8'de 1'i' şeklinde hesaplanmaktadır. Bu sebeple hattın uzunluğuna göre ücret değışkenlik göstermektedir. Taksi dolmuşlarda ücretler elden toplanmakta ve diğerk ulaşım biçimleri ile ücret entegrasyonu konusunda bir ilişki bulunmamaktadır [8].

Taksi dolmuşlarda bir zaman çizelgesi olmadığı için zaman bilgilendirmesi; güzergâh kullanımında esnek bir yapı olduğu için de güzergâh bilgilendirmesi mevcut değildir. Bu alandaki bilgilendirme eksiklikleri yolculuk planlamaları ve güvenliği açısından sorunları ortaya çıkarmaktadır.

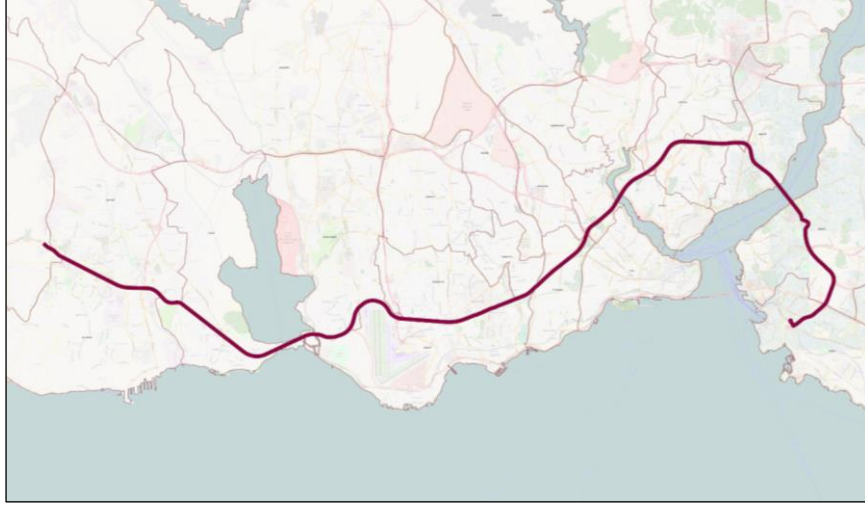
2.1.5 Servis

İstanbul toplu ulaşımı sistemi içinde 2016 yılı itibari ile yaklaşık 66 bin servisin hizmet verdiği bilinmektedir. Servislerde tüzel kişiliğın işletmecilik yapmasıyla ilgili bir engel bulunmadığı için, bu alanda faaliyet gösteren işletmeciler daha çok şirket yapısındadır. Servisler, İstanbul toplu ulaşımı içerisinde belli bir sınıflandırma ile bir arada bulunan yolculara (Örneğın; bir şirketin personelleri, bir okulun öğrencileri veya bir AVM'nin müşterileri vb.) hizmet etmesi dolayısıyla özel bir yere sahiptir [8].

Ücretsiz servis aracı ve yükseköğrenim servis aracı dışında güzergâh veya durak bilgisi tanımlı değildir. İstanbul trafik yoğunluğu açısından önemli etkilere sahip servisler için belirli bir zaman veya sefer planlaması mevcut değildir. Servisler, çalışmalarını talebe göre gerçekleştirmekte, kalkış ve varış noktalarını yine talebe göre düzenlemektedirler [8].

Ücretsiz servisler ve yükseköğrenim servisleri dışında, durakları tanımlı olan başka servis türü bulunmamaktadır. Servislerin işletmecilik yapması için gerekli herhangi bir fiziki yapı bulunmamaktadır [8].

Servisler için mesafe bazlı ücretlendirme sistemi kullanılmaktadır. Her yıl UKOME kararı ile belirlenen ücret tarifesini ilgili servis işletmecileri tarafından uygulamak durumundadır [8].



Şekil 2.8 Metrobüs Hat Haritası [4]

Metrobüs işletmeciliği kapsamında gerçekleştirilen mevcut çalışma ve süreçler aşağıdaki gibi ele alınmıştır.

Metrobüslerde hat ve güzergâh planlamaları İETT tarafından gerçekleştirilmektedir. Yolculuk analizleri ile talep tahminlerinin yapılması ve kesit yoğunluklarının hesaplanması sonucunda alternatif güzergâhlar ortaya konmaktadır.

Metrobüs sistemleri raylı sistemler gibi yüksek yolculuk talebi olan koridorlarda hizmet vermektedir. Bu sebeple, metrobüs sistemi içindeki istasyonlar yolcu yoğunluğu yüksek olan yerlerde ve sınırlı sayıda konumlandırılmaktadır. İstasyon yerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri, istasyonun diğer ulaşım türleriyle entegrasyonu sağlayacak konumda olmasıdır.

Diğer toplu ulaşım sistemleri ve ağlarıyla entegre biçimde çalışan bir istasyon, hem sistem erişilebilirliği hem de talebe bağlı kapasiteyi yönetebilmek açısından önem arz etmektedir.

Mevcut durumda metrobüs yolculukları, İstanbul'da toplam yolculuğunda büyük bir paya sahiptir. Bunun sebebi, lastik tekerlekli sistemlere göre daha hızlı ve konforlu; raylı sistemlere göre daha esnek ve ulaşılabilir olmasıdır. Metrobüsle yolculuk sayısı her geçen gün artmakta, bu da sistem dinamizmini zorunlu kılmaktadır.

Metrobüs sistemi, E5 Karayolu'nun ortasında özel olarak ayrılmış şeritte hizmet vermektedir. Metrobüs sisteminde en önemli fiziki yapılar, metrobüs istasyonları ve E5 Karayolunun ortasına ulaşmak için konumlandırılmış üst geçitlerdir.

İstasyon yerinin belirlenmesi kadar, tasarımı da yolcular açısından oldukça önemlidir. İstasyonların güvenli, korunaklı ve yüksek kapasiteli olarak tasarlanması; yolcu memnuniyeti açısından daimi kötü hava koşullarından koruma, elverişli, konforlu, güvenli ve ayrıca engelli yolcular için de ulaşılabilir olma özelliklerini taşıması önem arz etmektedir.

Bunun yanında üst geçitlerin de, bulunduğu durağın yolcu kapasitesini sağlayacak düzeyde olması önemlidir. Üst geçitler belirli standartta ve tüm yolcular tarafından ulaşılabilir olmalıdır.

İstanbul Metrobüs sisteminde mesafe bazlı ücret tarifesi uygulanmakta ve diğer modlarla entegre olan İstanbul Kart kullanılmaktadır. Mesafe bazlı ödeme için istasyonlarda iade makinaları bulunmaktadır.

Metrobüs sistemi, 7/24 çalışan ve tek koridorda hizmet veren bir hattır. Yolculuk talebi çok yüksek olan bir hat olması nedeniyle hattın frekansı oldukça yüksektir ve bu nedenle istasyonlarda bulunan bekleme peronlarında, yolcu bilgilendirme sistemine ihtiyaç duyulmamaktadır.

Metrobüs sisteminde yolculuk sırasında, araçlardaki bilgilendirme ekranları ve beraberinde gerçekleştirilen anonslar aracılığı ile bilgilendirme yapılmaktadır. Yolcular bilgilendirme ekranında; hat kodunu, hattın geçtiği tüm istasyonları, araç kapı numarasını, önceki ve sonraki durakların adını görebilmekte; buna ek olarak varış istasyonu ve sonraki istasyon bilgisi sesli olarak anons edilmektedir. Metrobüs kapı üstlerinde yer alan hat haritasında, diğer modlara geçişteki aktarma ve durak noktaları gösterilmektedir.

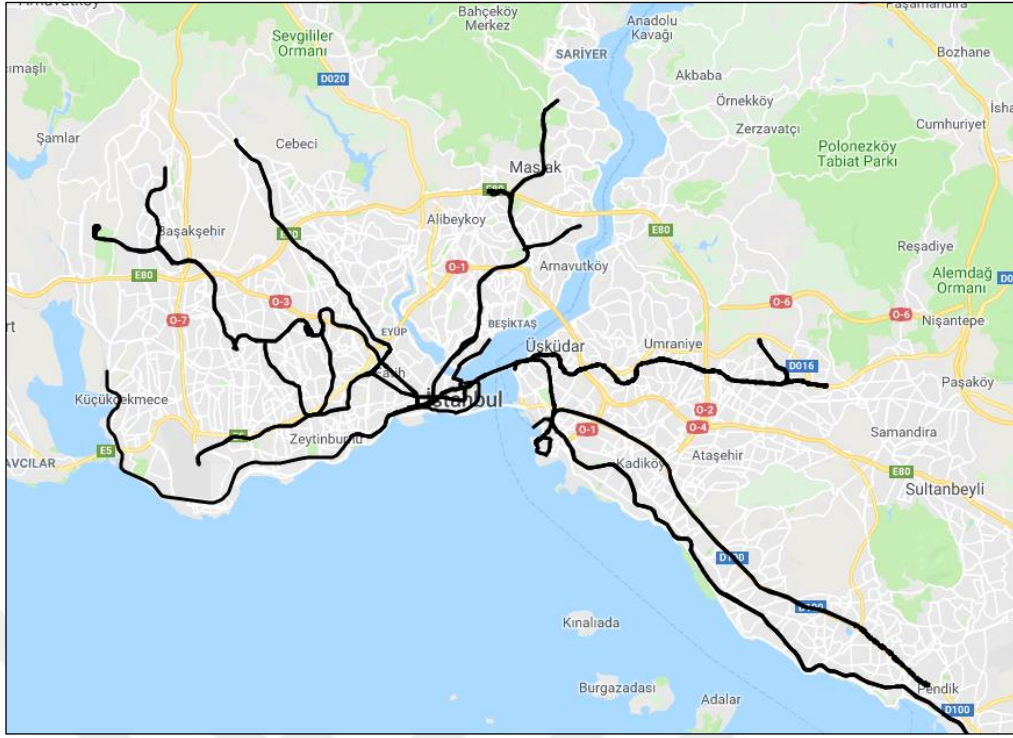
Ücret entegrasyonuna tabi olmayan işletmelerde ise elden ücret toplamaya devam edilmekte, bu alanda yapılan uygulanan ücret tarifeleri UKOME kararından bağımsız olarak düzenlenmektedir. Adalar gibi spesifik noktalara giden araçlar veya boğaz turları için kullanılan araçlar bu sınıflandırma kapsamında yer almaktadır.

Bununla birlikte, turnikeler ile geçiş yapılabilen deniz yolu sistemlerinde jeton kullanımı da söz konusu olmaktadır.

Deniz yolu toplu ulaşımında gerçekleştirilen sefer çizelgelerinin veya güzergâh bilgilerinin yer aldığı ortak bir platform bulunmamaktadır. Şehir Hatları da dâhil diğer tüm işletmeler, gerçekleştirecekleri seferlerin zaman bilgisini çeşitli yollarla kendi imkânlarıyla ilan etmektedir. Birçok iskelede sefer saatleri ile ilgili bilgilendirme, elektronik ekranlar aracılığıyla yolculara iletilmektedir [7].

2.4 Raylı Sistemler

İstanbul toplu ulaşım sistemi içinde raylı sistem yatırımları son yıllarda hız kazanmış ve mod bazlı yolculuk dağılımlarında ciddi değişiklikleri ortaya çıkarmıştır. Artan nüfusla birlikte trafik sıkışıklığı konusunda yaşanan problemlere çözüm yaratmak ve artan yolcu hareketliliğini karşılayabilmek adına raylı sistem ağı her geçen gün genişletilmektedir. Mevcut raylı sistem ağ yapısı Şekil 2.11’de gösterilmektedir.



Şekil 2.11 İstanbul Mevcut Raylı Sistem Ağı

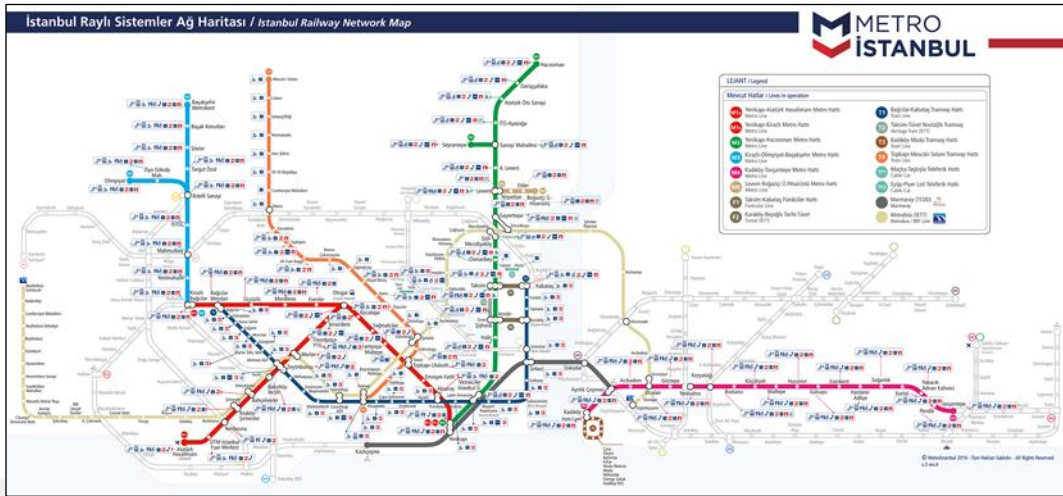
Metro İstanbul A.Ş. 4 farklı modelde metro, 2 hafif metro ve 4 farklı tramvay aracının yanında 4 funiküler, 6 nostaljik tramvay aracı, 8 adet teleferik kabini olmak üzere toplam 668 araçtan oluşan geniş filosu ve 139 istasyonu ile İstanbul’da raylı sistem işletmeciliği hizmetlerini sürdürmektedir [7].

Raylı sistemler için üst ölçekli hat ve güzergâh projeleri; İstanbul’un gelecekteki nüfus, istihdam değerleri ve yolculuk özelliklerinin değerlendirildiği Ulaşım Ana Planı’nda belirtilmektedir.

Raylı sistemlerle ilgili sefer başlangıç ve bitiş zamanı politikası İBB tarafından belirlenmektedir. Raylı sistem sefer planlamaları yolculuk taleplerine göre planlanmakta, zirve saat ve gün içi normal saatlerde yapılan sefer sıklıkları değişiklik göstermektedir.

İstanbul’da İBB tarafından hazırlanan Ulaşım Ana Planı doğrultusunda belirlenen raylı sistem yatırımlarının tamamı İBB tarafından gerçekleştirilmektedir. Raylı sistemlerde yer seçiminden; rayların döşenmesi, parklanma ve atölye alanlarının

inşası, peron alanlarının oluşturulması ve araç alımına kadarki tüm yatırımlar İBB'nin sorumluluğundadır.



Şekil 2.12 Raylı Sistemlerde İstasyonların Fiziksel Erişilebilirliği [7]

Raylı sistemler, ana omurga hattı olarak belirlendiği için, diğer ulaşım türleri ile fiziki olarak entegre olması önem arz etmektedir (Şekil 2.12). Raylı sistemlerde hat ve güzergâhlar belirlenirken, hem raylı sistemlerin kendi içinde, hem de diğer ulaşım türleri ile bağlantı noktalarıyla ilgili analizler yapılmaktadır. Hat ve güzergâhın belirlenmesinde, fiziki etkenler önemli bir kısıt olarak ele alınmaktadır.

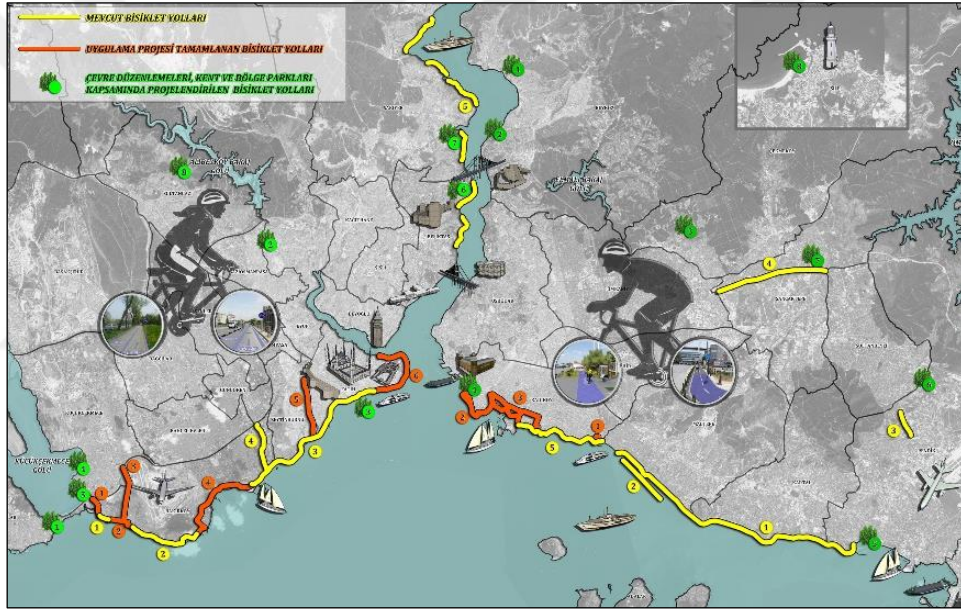
İstanbul'da bulunan raylı sistemlerde kullanım bazlı ücretlendirme sistemi uygulanmaktadır. Yolculuklar sırasında, diğer ulaşım türleriyle de entegre olan İstanbulkart ve tek geçişlik yolculuklara imkân veren jetonlar kullanılmaktadır. Tüm yolculardan, hangi mesafede inecek olursa tek biletlik / jetonluk ücret alınmaktadır. Raylı sistemler yolculuk ücretlendirilmesinde, UKOME kararı ile belirlenen ücret tarifesi uygulanmakta; kendi içinde ve diğer ulaşım türleriyle aktarma prosedürüne uyulmaktadır.

Marmaray dışında tüm raylı sistemlerde, diğer ulaşım türlerinde olduğu gibi indirimli bilet uygulaması bulunmaktadır. Marmaray'ın yönetsel olarak bakanlığa bağlı olması ücret sisteminde bazı değişiklikleri ortaya çıkarmaktadır.

İstanbul sınırları içinde yer alan raylı sistemler ile ilgili tüm bilgiler, Metro İstanbul'un resmi web sitesinde, bilgilendirme panolarında yer almaktadır. Bu bilgiler arasında; raylı sistem ağ yapısı, aktarma merkezleri, durak ve istasyonlar, sefer zamanları, erişilebilirlik bilgileri, istasyonların fiziki donanımları ve çağrı merkezi bilgileri yer almaktadır.

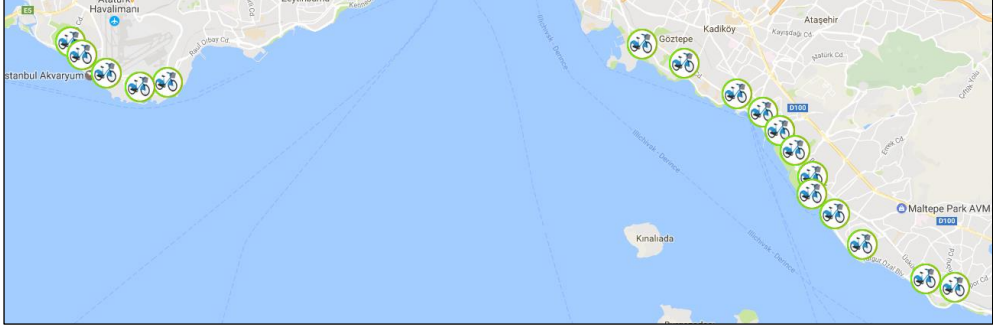
2.5 Bisiklet Sistemleri

İstanbul'da alternatif ulaşım sistemleri kapsamında yer alan ve her geçen gün kullanım oranında artış yaşanan bisiklet sistemleri ile ilgili İBB tarafından çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Mevcut ve uygulama projesi tamamlanan bisiklet yolları Şekil 2.13'de yer almaktadır.



Şekil 2.13 İstanbul'daki Bisiklet Yolları [7]

Mevcut durumda bu alanda yapılan en önemli projelerden biri İspark tarafından yürütülen 'isbike' projesidir. Bu projede kullanıcılar; çeşitli lokasyonlardaki bisikletleri farklı yöntemler aracılığıyla kiralayıp, isbike istasyonu bulunan başka bir noktaya bırakabilmektedirler. Projenin en önemli fiziki unsuru bisiklet istasyonlarıdır. İstasyonlarda bisiklet park alanları (otomatik kilitli), kiralama kioskları bulunmaktadır. Kiralama süreçleri kiosklar aracılığıyla gerçekleştirilmekte, park alanları şifre ile açılmaktadır [7].



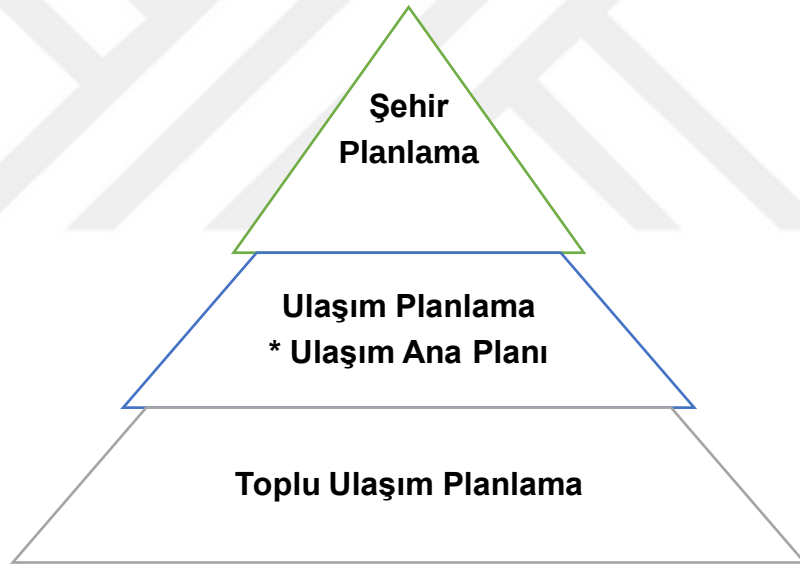
Şekil 2.14 İsbike Bisiklet İstasyonları [7]

Bisiklet sistemleri kapsamında yapılan bir diğer proje ise İBB öncülüğünde İspark tarafından yürütülen ücretsiz Bisiklet Park Alanları ve Park Et & Devam Et uygulamasıdır. Bu kapsamda özellikle halkın bisiklet kullanımına teşvik edilmesi ile hem halkı sağlıklı yaşama özendirmek hem de trafik sıkışıklığını engellemek ana amaç olarak belirlenmiştir [7].



Şekil 2.15 İstanbul'daki Bisiklet Park Alanlarından Bir Örnek [7]

Kentsel nüfusun artması ve değişen talepler ile birlikte artan yerleşim yeri ve altyapı ihtiyaçlarını karşılamak adına şehir planlama disiplini aracılığıyla kentsel gelişmeye yön veren mekânsal planlar hazırlanmaktadır. Bu planların hazırlanması sırasında dikkate alınan en önemli unsurlardan biri de ulaşım konusudur. Dolayısıyla kentsel gelişme ve ulaşım karşılıklı etkileşim içinde olan iki alandır. Kentsel mekândaki gelişme deseni ve kent formu, ulaşım taleplerini, erişilebilirliği ve hareketlilik düzeyini belirleyen başlıca etkenler olarak ulaşım sistemini ve ulaşım türü seçimini şekillendirmekte; ulaşım sisteminin mekânsal ve teknolojik özellikleri ise kentsel gelişmenin büyüklüğünde, yönünde ve formunda belirleyici olmaktadır [9].



Şekil 3.1 Toplu Ulaşım Planlama Hiyerarşisi

Şekil 3.1’de belirtildiği üzere üst ölçekte şehir planlamadan başlayarak, ulaşım planlama ve toplu ulaşım planlaması olarak ardışık işlemler şeklinde planlama süreci ilerlemektedir. Şehir planlama çalışmaları kapsamında şekillenen Ulaşım Ana Planı, kent genelinde ulaşımın her alanı için belirlenen strateji ve politikaların ortaya konduğu üst ölçekte kararların yer aldığı belgedir [3].

Ulaşım Ana Planı, bir kentte gerek araçlar ile gerekse yaya olarak bir yerden bir yere hızlı ve güvenli bir şekilde ulaşmak, mevcutta var olan sorun ve darboğazları çözüme kavuşturmak, şehrin fiziksel ve kültürel olarak gelişmesine ulaşım ve trafik şartlarını da sağlıklı ve verimli bir şekilde entegre etmek maksadı ile yapılan stratejik seviyedeki çalışmaların bütününe ortaya koymaktadır [3].

Ulaşım Ana Planı ile birlikte ulaşım ve trafik sorunlarına çözümler getirilmesi ve buna paralel olarak; toplu taşıma ve ara-toplu taşıma türlerinin entegrasyonu ile bunların durak ve terminal alanlarının düzenlenmesi, özel ulaşım dahil çeşitli ulaşım türlerinin birbirleri ile rekabet etmeyecek ve birbirini tamamlayacak şekilde işletilebilmesi için bir bütün olarak planlanması ve işletilmesi hedeflenmelidir. Ortaya çıkan hedeflerin gerçekleştirilmesi, ulaşım bileşenlerini bir bütün olarak ele alan sürdürülebilir bir Entegre Ulaşım Planının oluşturulması ile doğrudan ilişkilidir.

Entegre Ulaşım Planlama; modlar, sektörler, operatörler ve kurumlar başta olmak üzere ulaşım sisteminin bileşenlerini çevresel ve toplumsal faydaları arttırmak amacıyla bir araya getirildiği organizasyonel süreçlerin planlanmasıdır. Entegre bir ulaşım planı, ulaşım ve arazi kullanımı için yapılan bir planın ötesinde, değişen koşulların gözden geçirilmesini ve uygulanmasını kapsamaktadır [10].

Entegre Ulaşım Planının ana hedefleri;

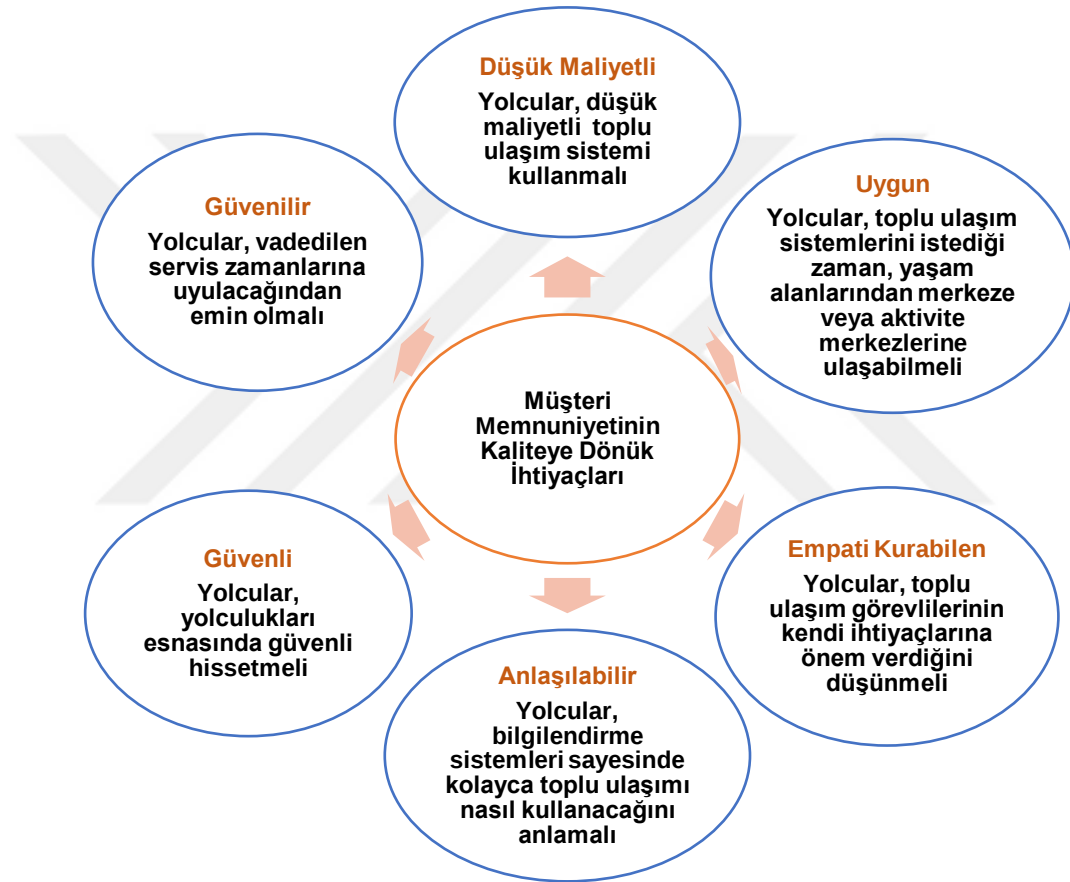
- Seyahat etme ihtiyacını, yolculuk sayısını ve seyahat uzunluğunu en aza indirmek
- Trafik sıkışıklığını azaltmak ve özel araçları yönetmek
- Trafiğin çevreye olumsuz etkisini azaltmak ve şehrin görünümünü geliştirmek
- Ulaşım güvenliğini arttırmak

olarak ifade edilmiştir [10].

Entegre bir ulaşım planı, tüm ulaşım modlarının ve bunların nasıl birbirlerine bağlanacağını incelenmesini gerektirir. Ulaştırma sisteminin diğer unsurları ve bitişik arazi kullanımları göz önüne alınmaksızın yalnızca bir yerel ulaşım konusuna odaklanmak entegre bir ulaşım planını oluşturmaz. Entegre ulaşım

planının başarıya ulaşması için toplumun ve paydaşların baştan sona kadar sürecin içerisinde yer alması gerekmektedir.

Yolcuların toplu ulaşımı özel araç kullanımına tercih etmesi konusunda, toplu ulaşım hizmetlerinin kalitesi ön plana çıkmaktadır. Kaliteli bir toplu ulaşım sistemi içinde, yolcu ihtiyaçlarını anlamak ve karşılamak adına ortaya çıkan tüm toplu ulaşım süreçlerinde ortak ilkeler gözetilmelidir. Yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda, kaliteli bir toplu ulaşım hizmeti için gerekli özellikler Şekil 3.2'deki gibi ortaya çıkmıştır.

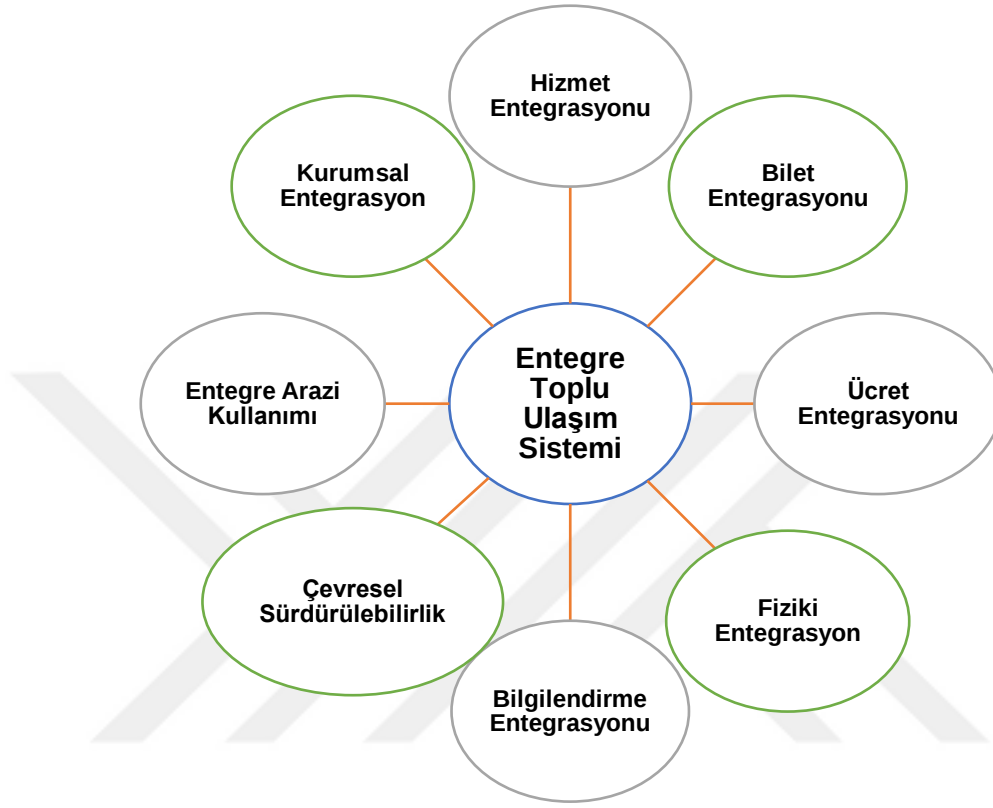


Şekil 3.2 Kaliteli Toplu Ulaşım Hizmetleri Özellikleri [10]

3.1 Entegre Toplu Ulaşım Sistemi

Entegre bir toplu ulaşım sisteminin asıl amacı yolculara, ulaşmak istedikleri noktaya en kısa sürede ve maksimum konforda varmalarını sağlayacak şekilde yolculuk planlamalarını yapabilme fırsatı sunmaktır. Sistem, her mod için var olan

potansiyelin etkin kullanımını gerektirmektedir. Toplu ulaşımı bir bütün olarak ele almak ve entegrasyonu her alanda sağlamak, sistemin devamlılığındaki en büyük etkindir. Bu kapsamda, entegre toplu ulaşım sistemini oluşturan bileşenler Şekil 3.3’de belirlenmiştir.



Şekil 3.3 Entegre Toplu Ulaşım Sistemi Kriterleri [11]

Hizmet Entegrasyonu: Hizmet Entegrasyonu, yolcuların A noktasından B noktasına, çoklu modları kullanarak kesintisiz bir şekilde, ulaşmasını sağlayan sistem olarak tanımlanmaktadır. Farklı ulaşım modları arasında, operasyonel rekabet yerine tamamlayıcı politikalar uygulanmalı; kalkış ve varış saatleri, zaman çizelgelerinin sıklığı tüm toplu ulaşım sistemi kapsamında planlanmalı; işletme yönetimi, güvenlik standardı ve kaynak yönetimi standardize olmalıdır. Ana hat olarak kabul edilen raylı sistemler, diğer modlarla beslenecek şekilde düzenlenmeli; besleme hatların hizmet aralığının sık olmasına dikkat edilmelidir [11].

Bilet Entegrasyonu: Entegre bilet sistemi; entegre bir toplu ulaşım sisteminde modlar veya hizmetler arası geçişi tek bir bilet ile geçişi mümkün kılacak

uygulamaları kapsamaktadır. Oluşturulacak bilet sistemi; raylı sistem, otobüs, minibüs, taksi ve park etme faaliyetleri de dâhil olmak üzere toplu ulaşım hizmetlerinin tamamını kapsayacak nitelikte olmalıdır. Bilet entegrasyonun sağlanması için; yolcu inme / binme sürelerini minimize edecek ve yolculuğu kolaylaştıracak şekilde toplu ulaşımın tüm modlarında kullanılan tek bir kartın kullanılması gerekmektedir [11].

Ücret Entegrasyonu: Ücret entegrasyonu, farklı modlar veya hizmetler arasındaki aktarmaları kolaylaştırmak ve cazip hale getirmek amacıyla, yapılan geçişlerin tanımlanıp yolculuk ücretlerinde azalma sağlayacak şekilde düzenlenmesidir. Bilet entegrasyonu, ücret entegrasyonunu tamamlayan bir unsur olarak ele alınmaktadır. Ücretlendirmedeki indirimler ve imtiyazlar yolcuları toplu ulaşımına özendirme konusunda büyük rol oynamaktadır. Ücret entegrasyonu ile hizmetler arasında yapılan yolculuğun toplam ücreti; aynı hizmetlerde farklı biletle ayrı ayrı yapılan yolculukların toplam ücretinden daha az olmalıdır. Toplu ulaşım ücret entegrasyonu, yolcu memnuniyetini sağlarken; işletmecilerin karlılıklarını garantiye almalı ve kamu sübvansiyonu olmadan sürdürülebilir düzeyde olmalıdır [11].

Fiziki Entegrasyon: Fiziki entegrasyon, yolcu bekleme sürelerini minimize edecek şekilde, yolcuların toplu ulaşım modlarına ulaşabilirliğini ifade etmektedir. Fiziki entegrasyon gerek aktarma noktaları; gerekse yüksek yolcu potansiyeline sahip büyük cazibe merkezlerinden toplu ulaşımına geçiş noktaları için önem arz etmektedir. Fiziksel entegrasyonun sağlanması amacıyla farklı modlardaki otobüs durağı, raylı sistem istasyonu, minibüs durağı, taksi durağı ve tramvay durağının birbirine entegre olması gerekmektedir. Aktarmaların operasyonel süreçlerinin yönetilebilmesi adına aynı veya farklı modlar arasındaki fiziki yapıların varlığı kaçınılmazdır [11].

Bilgilendirme Entegrasyonu: Yolcuların bütün alternatif toplu taşıma formları hakkında basit ve uygun şekilde bilgilendirilmesidir. İstasyonlarda, duraklarda, aktarma merkezlerinde, toplu taşıma araçlarının güzergâhı, kalkış ve varış zamanlarının interaktif bir şekilde gösterilmesi gerekmektedir. Bu noktalarda

müşteri hizmetleri hatları, broşürler, internet ve yolcu bilgi ekranı panoları yer almalı ve bu bilgiler güncel olmalıdır [11].

Çevresel Sürdürülebilirlik: Entegre ulaşım planlarının yaşam kalitesi ve gelecek nesiller düşünülerek; operasyonların olumsuz çevresel etkililerini en aza indirecek şekilde yapılmasını içermektedir. Gerçekleştirilecek uygulamaların çevre dostu, trafik sıkışıklığını en aza indirecek ve düşük enerji ihtiyacı gerektirecek şekilde olmalıdır [11].

Entegre Arazi Kullanımı: Toplu ulaşım modlarının entegrasyonun önemli bir bileşeni entegre arazi kullanımınıdır. Entegre ulaşım planlama yüksek seviyede altyapı yatırımını gerektirdiği için; yapılan yatırımların şehrin yapısına, istihdam merkezlerinin dağılımına, ana ulaşım merkezi ile yaşam alanları arasındaki ilişkiye uygun olması şehrin gelecek vizyonu için önem arz etmektedir [11].

Kurumsal Entegrasyon: Farklı modlarda hizmet veren farklı işletmecilerin kaliteli hizmet verebilmek adına fiziksel, hizmet, ücret, bilet ve bilgilendirme entegrasyonu konularında iş birliği içinde faaliyet göstereceği bir sistemin oluşturulmasıdır [11].

Şehirler; son zamanlarda artış gösteren trafik sıkışıklığı, nüfus, toplu ulaşım kullanım ihtiyacı gibi konuların ele alınması adına, üst ölçekteki ulaşım planlarından yola çıkılarak daha da özele indirgenmiş toplu ulaşım planlarına odaklanmaya başlamışlardır. Artan yolculuk ihtiyaçlarına karşılık verilebilmesi, vatandaşların özel araç kullanımından ziyade toplu ulaşımına yönelmesi, etkin ve verimli bir toplu ulaşım sisteminin ortaya konması adına yapılan toplu ulaşım planlama çalışmaları; toplu ulaşım sistemi içindeki tüm paydaşları ve hizmetleri kapsamına almaktadır. Toplu ulaşım planları, üst ölçekteki ulaşım ana planlarında yer alan strateji ve politikalara uygun olarak şekillenmekte; şehirde entegre bir toplu ulaşım sistemi oluşturulması adına kararları ve süreçleri içermektedir [11].

3.2 Aktarma Merkezleri

Aktarma merkezleri, toplu ulaşım sisteminin en önemli unsurlarından olan durak, iskele ve istasyonun moda özgü yapısından ziyade, modlar arasındaki geçişlerde önem arz etmektedir. Aktarma merkezleri, yolcuların toplu ulaşım sistemini

algılayış biçimini doğrudan etkilemesinin yanında, sistem performansını gösteren en önemli alanlardan biridir.

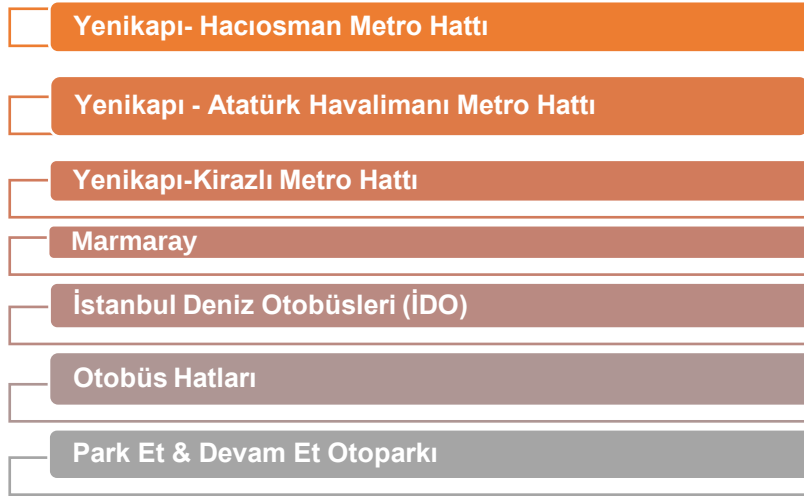
Ulaşım Ana Planı'nda aktarma merkezlerinin genel çerçevesi çizilmiş, bu kapsamda stratejiler ortaya konmuştur. Buna ek olarak, aktarma merkezleri çeşitleri ile ilgili raylı sistemler özelinde bir ayırım yapılmış, tüm sistemi kapsayacak nitelikte bir sınıflandırma ele alınmamıştır. Ulaşım Ana Planı'nda bahsi geçen Kadıköy, Bakırköy, Yenikapı ve Üsküdar dışında mevcutta aktarma merkezi olarak nitelendirilebilecek alanlarla ilgili standart bulunmamaktadır.

Ulaşım Ana Planı doğrultusunda aktarma merkezi olarak adlandırılan ve aralarında belirli standartta bir benzerlik bulunmayan mevcut aktarma merkezleri örnekleri aşağıdaki gibidir. Daha sonraki bölümlerde Ana - besleme hat modeli için belirlenen aktarma merkezlerinden bahsedilecektir.

3.2.1 Yenikapı Aktarma Merkezi

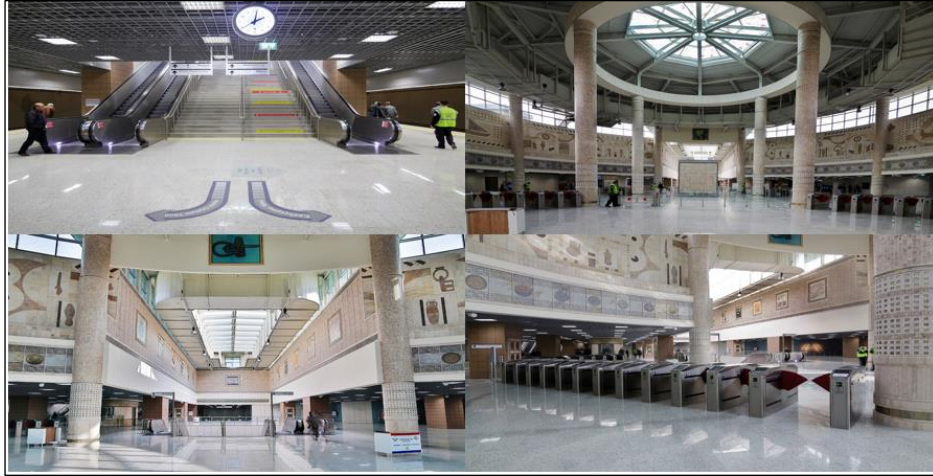
Yenikapı aktarma alanı; konumu, coğrafyası ve tarihinden gelen özellikleri nedeniyle, karayolu, demiryolu, denizyolu sistemlerinin tümünü bünyesinde barındırmaktadır. Alan, İstanbul'un en eski yerleşim yerlerinin bulunduğu Tarihi Yarımada'da yer almaktadır.

Yenikapı aktarma merkezinde, 3 farklı toplu ulaşım modundaki farklı hizmetler ile birlikte; özel araç kullanıcılarının toplu ulaşım teşviki amacıyla Park Et & Devam Et otoparkı da bulunmaktadır. Yenikapı aktarma merkezinde bulunan sistemler Şekil 3.4'te gösterilmiştir;



Şekil 3.4 Yenikapı Aktarma Alanında Bulunan Toplu Ulaşım Sistemleri

Yenikapı aktarma merkezi, yukarıda da belirtildiği üzere çok sayıda toplu ulaşım modunun bir arada bulunduğu geniş bir alanı içine almaktadır. Bu geniş alanın en önemli unsuru, raylı sistem hatları arasındaki aktarmaları; alandaki otobüs hatları, özel araç otoparkları ve deniz yolu için yönlendirmeleri sağlayacak şekilde tasarlanmış kapalı yapıdaki tesistir. Aktarma merkezi içindeki bu kapalı alanda yolcu güvenliği, konforu, erişilebilirliği gibi konular ön planda tutulmuştur.



Şekil 3.5 Yenikapı Aktarma Merkezi

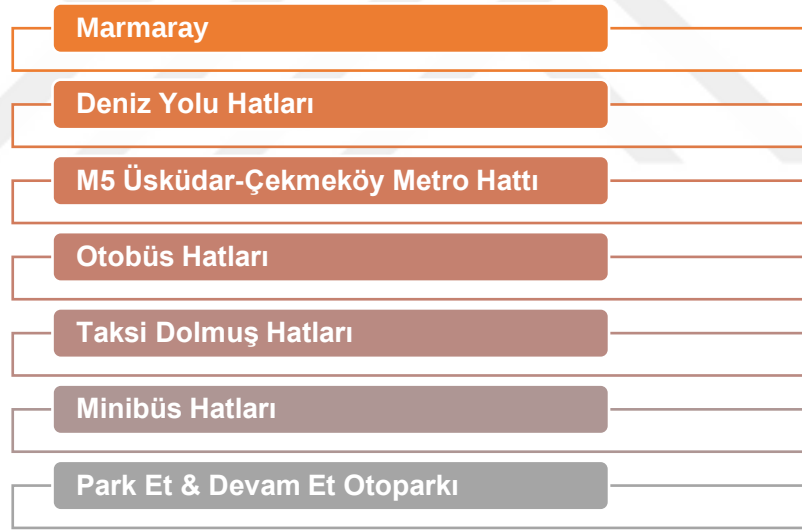
Yenikapı aktarma merkezinde bulunan kapalı alan, her bir raylı sistem hatları arasındaki aktarmaların rahat ve hızlı şekilde yapılabilmesi amacıyla tasarlanmıştır

(Şekil 3.5). Tesis kapsamında yer üstünde yer alan diğer modlara ulaşım kolaylığı sağlamak adına yürüyen merdiven ve asansör gibi donanımlar bulunmaktadır. Yer üstünde bulunan diğer modlara olan yönlendirmeler kapalı bir alan içinde değil, ayrılmış alanlar ile sağlanmaktadır.

Yenikapı’da Marmaray’ın inşası sırasında ortaya çıkan tarihi kalıntıların bir kısmı Marmaray istasyonu çıkışı aktarma noktasında sergilenmektedir. Bununla birlikte, kalıntıların sergilenmesi amacıyla Arkeopark Müze projesi de üzerinde çalışılan projelerden biridir. İstasyon alanında yolcuların görebileceği-gezebileceği şekilde sergi alanları oluşturulmaktadır.

3.2.2 Üsküdar Aktarma Merkezi

Üsküdar aktarma alanı, tarihi yapılar ile çevrilmiş geniş bir alan içerisinde çok sayıda farklı modun yer aldığı ve bu modlar arasında aktarmaların gerçekleştiği bir bölgedir. Bu geniş alan içinde yer alan toplu ulaşım sistemleri Şekil 3.6’daki gibidir.



Şekil 3.6 Üsküdar Aktarma Merkezinde Bulunan Toplu Ulaşım Sistemleri

Üsküdar aktarma alanının yolcular açısından düzensiz yapısı, modlar arası geçişte kapalı ve trafikten soyutlanmış bir alanın bulunmaması, alanda yönlendirme ve bilgilendirmelerin yetersiz kalması; kullanıcı konforu ve güvenliği açısından sorunları ortaya çıkarmakta, özellikle dezavantajlı grupların erişilebilirliğini engellemektedir.



Şekil 3.7 Üsküdar Aktarma Alanından Bir Görüntü

Tüm bu olumsuz sonuçlara ve aktarma merkezi olarak nitelendirilen alanlar için gerekli fiziki şartları taşımamasına rağmen Üsküdar aktarma alanı, sahip olduğu yolculuk sirkülasyonu ve bir arada bulunan çok sayıdaki ulaşım hizmetleri nedeniyle aktarma merkezi olarak kabul edilmektedir (Şekil 3.7).

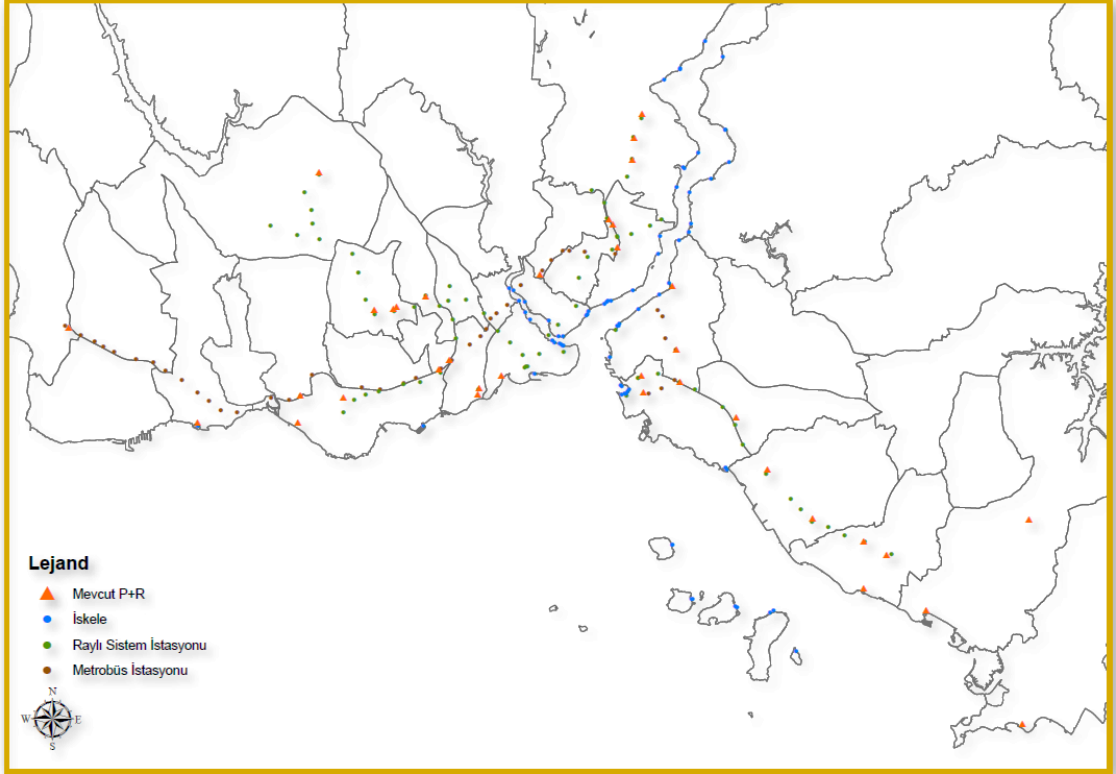
3.3 Park Et & Devam Et Noktaları

Aktarma merkezlerinden sonra, toplu ulaşım sistemi kapsamında en önemli entegrasyon noktalarından biri de Park Et & Devam Et noktalarıdır. Bu alanlar, özel araç sahiplerinin toplu ulaşım hizmetlerinden yararlanmasını mümkün kılmak amacıyla oluşturulmuştur. P&D alanları özellikle şehrin çeper bölgelerinde yer alan konut alanlarından şehir içine yapılacak yolculuklarda, özel araçların şehir içine girmesinin engellenmesi açısından trafik sıkışıklığını önemli derecede azaltmaktadır. Anı zamanda toplu ulaşım hizmetlerine bisikletle ulaşım sağlamak isteyen vatandaşlar için de bisiklet alanları bulunmaktadır. Bu kapsamda İstanbul'daki Park Et & Devam Et noktalarıyla ilgili bilgiler aşağıdaki gibidir.

3.3.1 Özel Araç Park Et & Devam Et Noktaları

Park Et & Devam Et otoparkları, özel araç kullanıcılarını toplu ulaşımaya yönlendirmek, trafiği azaltmak ve çevre kirliliğini belli oranda azaltmayı hedeflemektedir. İstanbul genelinde 40 noktada tamamı İSPARK tarafından işletilen

toplam 13.327 araç kapasiteli Park Et & Devam Et otoparkı yer almaktadır. Bu otoparklar raylı sistem istasyonları, metrobüs, havaalanı ve deniz iskeleleri ile bağlantılı noktalarda yer almakta olup, ulaşım türleri arasında aktarma imkânı sağlamaktadırlar. Mevcut durumda İstanbul'daki Park Et & Devam Et otoparklarının noktasal dağılımı Şekil 3.8'de gösterilmiştir [7].



Şekil 3.8 Park Et & Devam Et Otoparklarının Mekansal Dağılımı [7]

İstanbul'da mevcut Park Et & Devam Et Otoparkları;

- Marmaray istasyonuna yakın noktalarda Kazlıçeşme ve Kadıköy Ayrılıkçeşme' de toplam 3.100 kapasite [7]
- Metro istasyonuna yakın noktalarda Maslak, Darüşşafaka (Şekil 3.9), Fatih Ulubatlı Hasan Kavşağı, Esenler Menderes, Levent, Haciosman, Kâğıthane Eski İETT Garajı, Bağcılar Meydan Cami yanı, Hastane yanı ve Kirazlı, Maltepe Küçük Yalı ve Gülsuyu, Üsküdar, Kartal Köprüsü ile Soğanlık, Kadıköy Ayrılıkçeşme'de toplam 3.087 kapasite [7]



Şekil 3.9 Darüşşafaka Metro İstasyonu, Park Et & Devam Et Alanı

- Metrobüs İstasyonuna yakın noktalarda Zeytinburnu, Beyoğlu Cemal Kamacı, Florya, Şişli, Ataköy, Büyükçekmece Tüyp, Avcılar, Kadıköy, Acıbadem’ de toplam 1,883 kapasite [7]
- Deniz Taşıtlarına yakın noktalarda Yenikapı, Bakırköy, Kabataş, Avcılar, Maltepe, Bostancı, Kadıköy (Şekil 3.10), Pendik, Tuzla, Kartal ve Çengelköy’de toplam 3,975 kapasite [7]



Şekil 3.10 Kadıköy Sahil, Park Et & Devam Et Alanı

- Diğer toplu taşıma istasyonlarına yakın Florya ve Samatya Sahil’ de toplam 703 kapasiteyle hizmet vermektedir [7].

Toplu taşıma istasyonlarına yakın noktalarda düşük ücretli otopark uygulaması olarak nitelendirilen Park Et & Devam Et sisteminden İstanbul'da yılda yaklaşık 3.5 milyon kişi yararlanmaktadır. Özel araç kullanıcılarının özellikle zirve saatlerde toplu ulaşım hizmetlerinden faydalanması, çok sayıda olumlu çevresel etkiyle birlikte karbondioksit salınımını önemli derecede azaltmaktadır.

3.3.2 Bisiklet P&D Noktaları

Kısa mesafelerde otomobil kullanmak yerine bisiklet ile toplu ulaşım aktarmayı teşvik etmek amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi öncülüğünde çalışmalar yürütülmektedir. Açık otoparklar başta olmak üzere, yaşam alanları ve özellikle metro istasyonları yakınlarında ücretsiz bisiklet park alanları projeleri İSPARK tarafından gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.11 Metro Girişinde Bisiklet Park Alanı Örneği

Bisiklet kullanımını artırmak amacıyla gerçekleştirilen projeler; 16 ilçede 148 noktada toplam 982 bisiklet kapasitesine sahip alanlardan oluşmaktadır. Özellikle, bisikletlerin park edilip toplu ulaşım geçiş alanları olan metro yakınlarındaki park yerleri oldukça etkin şekilde kullanılmaktadır (Şekil 3.11) [7].

3.4. Entegre Toplu Ulaşım Planlama Strateji ve Uygulamaları

Literatür çalışması kapsamında yapılan araştırmalar sonucunda, Entegre Toplu Ulaşım Planlamanın uygulama aşamasında çok farklı strateji ve çalışmaların yer aldığı ortaya çıkmıştır. Şehrin yerleşim yapısı, coğrafi özellikleri, arazi özellikleri,

yaşam şartları ve toplu ulaşım politikası gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak şekillenen entegre plan uygulamaları, şehirden şehre farklılık göstermektedir.

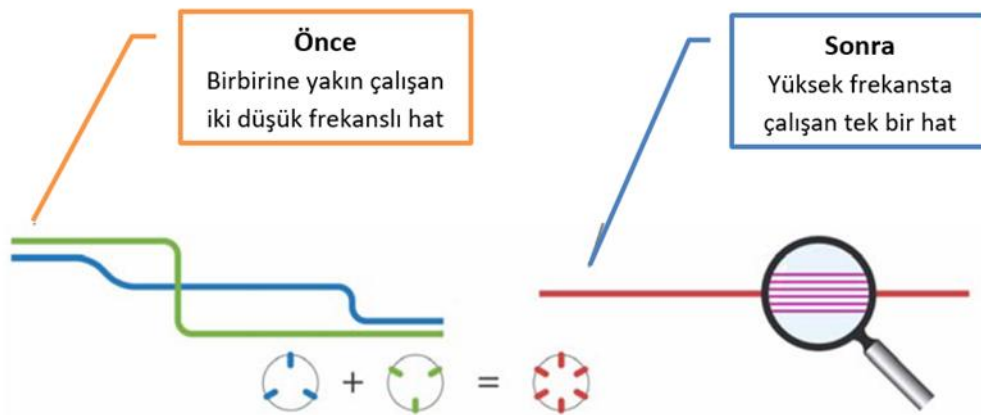
Bu kapsamda, literatürde ana - besleme hat modeli ve entegre toplu ulaşım planlama ile ilgili ele alınan strateji ve uygulamalardan bazıları incelenmiştir.

3.4.1 Norveç Ulaştırma Ekonomisi Enstitüsü

Norveç Ulaştırma Ekonomisi Enstitüsü tarafından yapılan bir çalışmaya göre;

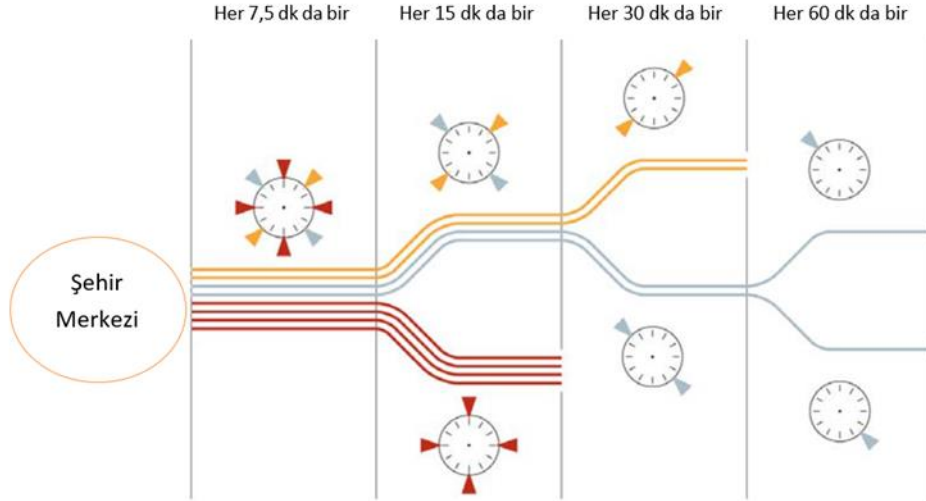
Aktarma olmadan herhangi bir ağın tasarlanması mümkün değildir. Tüm rekabetçi, yüksek kaliteli toplu ulaşım sistemleri, hatlar ve modlar arasında çok sayıda aktarma noktasına sahiptir. Bu nedenle: basit, yoğun ve kaliteli aktarmaların tasarımı ve bu noktalarda zaman çizelgesi koordinasyonu ağ tasarımında önemli bir faktördür [12].

Entegre Toplu Ulaşım Planlamanın odak noktası, yolcuların varmak istedikleri noktaya en kısa sürede ve en kolay biçimde ulaşmalarını sağlamaktır. Hizmetin sıklığı, özel araç kullanıcılarının toplu ulaşımı kullanma tercihini doğrudan etkilemektedir. Bu kabul ile birlikte, ağ tasarımının 'hatların basitleştirilmesi ve frekansın yükseltilmesi' şeklinde gerçekleştirilmesi gerektiği savunulmuştur (Şekil 3.12) [12].



Şekil 3.12 Hatların Basitleştirilmesi ve Frekansın Yükseltilmesi [12]

Yapılacak hat düzenlemeleri ile birlikte, yüksek frekanslı hatların zamansal olarak koordinasyonu da önem kazanmaktadır (Şekil 3.13).

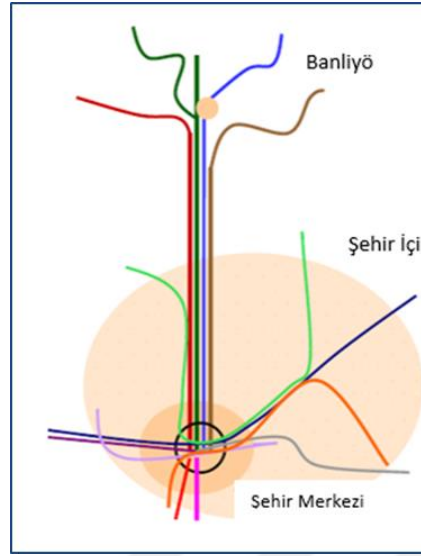


Şekil 3.13 Yüksek Frekanslı Hatlarda Zaman Koordinasyonu [12]

Toplu ulaşım hizmetlerinin en kilit noktaları; yolcuya basit, anlaşılabilir, konforlu ve kullanışlı bir hizmet sunmaktır. Yolcu, bir sistem kullanıcısı olarak kişisel faydasıyla ilgilenmektedir. Odak noktası yolcu memnuniyeti olan bir sistem için, kullanılabilirlik ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple yapılan ağ tasarımının, yolcu ihtiyaçlarına karşılık verebilecek en basit şekilde yapılması beklenmektedir.

Geleneksel hat stratejisi olarak kabul edilen doğrudan hatlar, banliyödeki yolcuların şehir merkezine doğrudan taşınmasını sağlayan bir yapıdır. Bu strateji kapsamında çok sayıda çakışan ve paralel hat bulunmakta, şehir içi trafiğinde sıkışıklıklar ve aktarma noktalarında kargaşa yaşanmaktadır [12].

Geleneksel, Doğrudan Hat Stratejisi

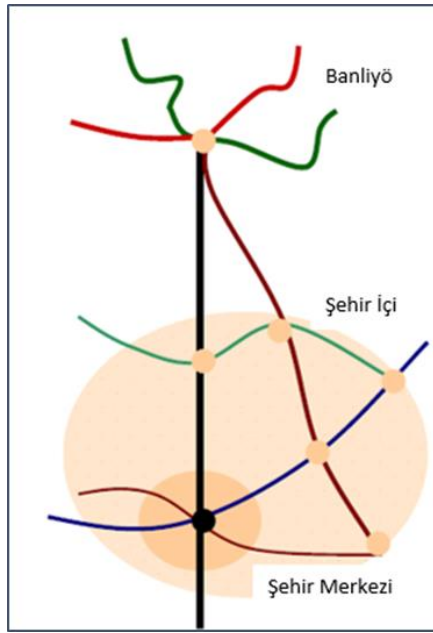


Şekil 3.14 Geleneksel Hat Stratejisi [12]

- Çok Sayıda Hat
- Banliyölerde Az Sayıda Yerel Seyahat imkânı
- Talep Koridorlarında Verimsiz Hizmet
- Talep Koridorlarında Yoğun Saatler Dışında Aşırı Yükleme
- Şehir Merkezi Üzerinden Zorunlu Seyahat
- Merkezde Otobüs Trafiği
- Merkezde Karmaşık Yapıdaki Aktarmalar
- Şehir Merkezinde Pahalı ve Geniş Yer Kaplayan Otobüs Terminalleri

Geleneksel hat stratejisinin yanında (Şekil 3.14), son zamanlarda çok sayıda şehir tarafından kullanılmaya başlayan entegre hat stratejisi, tüm ağın tek bir amaca hizmet etmesi mantığıyla oluşturulmuştur. Sınıflandırılmış hatlar ve çok sayıda aktarma noktası ile tamamlanan entegre hat stratejisinin amacı, sistemi bir bütün olarak ele almaktır. Entegre hat stratejisi ile birlikte, şehir içi trafik sıkışıklığının ve aktarma noktalarının yoğunluğunun azalması öngörülmektedir [12].

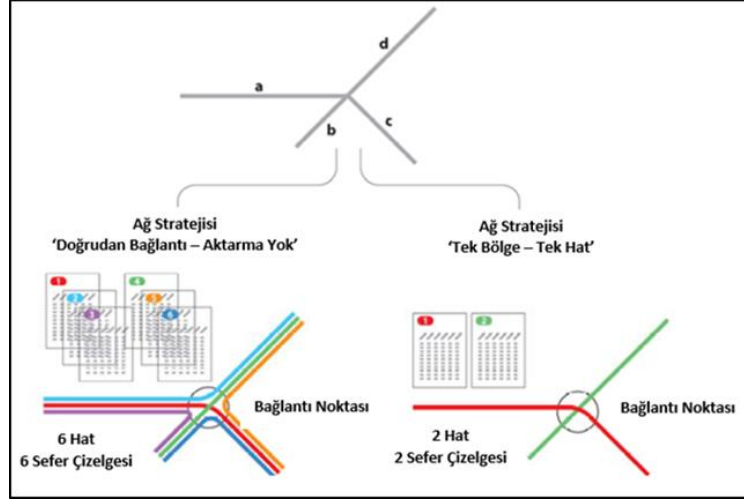
Entegre Hat Stratejisi



Şekil 3.15 Entegre Hat Stratejisi [12]

- Banliyölerde Yerel Seyahat İmkânları
- Talep Koridorlarında Kaliteli Hizmet
- Şehir Merkezinde Daha Az Tıkanıklık
- Daha Küçük ve Daha Verimli Az Sayıda Aktarma
- Şehir Merkezinde Geniş Yer Kaplamayan Otobüs Terminalleri
- Şehir İçine Daha İyi Hizmet
- BRT, LRT veya Geleneksel Raylı Sistemler de dahil Olmak Üzere, Farklı Mod ve Türdeki Otobüsler İçin Etkin Rol Dağılımını Kolaylaştıran Ağ Yapısı

Entegre hat stratejisi (Şekil 3.15) ile basitleştirilen ağ ve hat yapıları, uygulamada bazı kolaylıkları da beraberinde getirmektedir. Basit yapıdaki ağ stratejileri ‘tek bölge –tek hat’ ilkesini savunmakta, geleneksel ağ stratejisi ise ‘doğrudan bağlantı – aktarma yok’ ilkesiyle çalışmaktadır. Değişen anlayış ile birlikte, çok sayıda operasyonel süreç elimine edilmiş ve komplike yapıdaki sefer çizelgelemeleri basitleştirilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Entegre Planlama ile Sefer Çizelgelerindeki Değişiklikler [12]

Norveç Ulaştırma Ekonomisi Enstitüsü tarafından yapılan çalışma kapsamında; öncelikle dağınık halde ve birbirine paralel güzergâhlarda yol alan hatların basit bir yapıya getirilmesi gerektiği ortaya konmuştur. Daha sonrasında basitleştirilen hatlar için entegre hat stratejisi uygulanarak, aktarmalarla desteklenen bağlantılı bir hat yapısı oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır. Son olarak da yapılan entegre hat yapısı ile birlikte sefer çizelgelerinde yaşanan değişiklikler ele alınmıştır.

3.4.2 Griffith Üniversitesi

Griffith Üniversitesi (Avustralya) yapmış olduğu çalışma kapsamında toplu ulaşım ağı tasarım ilkeleri ortaya konmuştur.

Toplu Ulaşım Ağ Etkisi için Tasarım İlkeleri

Ağ etkisi, bir hizmet veya ürünün kullanıcı sayısının artmasıyla birlikte değerinin de arttığını gösteren durumdur. Toplu ulaşım da ağ etkisi, şehirde yaşayan insanların tasarlanan ağ kapsamındaki toplu ulaşım hizmetlerinden faydalanma oranını göstermektedir. Ağ etkisinde başarı faktörü; maksimum sayıdaki kullanıcıya, kullanıcı ihtiyaçlarını tam karşılayabilecek şekilde hizmet verebilmektir [11].

Ağ etkisini destekleyen iki temel ilke bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, birbirine bağlı basit ve istikrarlı toplu ulaşım hatları ve zaman çizelgelerini, yolcuların

anlaması ve öğrenmesi kolay olacak bir şekilde gün boyunca sağlayacak bir yapı oluşturmaktır [11].

İkinci ilke ise; 'yolcuların varmak istedikleri yere ulaşabilmeleri için, toplu ulaşım hizmetleri arasında aktarma yapması gerektiği' önermesini kabul etmek ve desteklemektir. İyi tasarlanmış bir ağın ve koordine bir zaman çizelgesinin bu iki ilkesi, operasyonel çalışmaların anahtar uygulaması olarak kabul edilebilir. Ağ etkisini elde etmek için toplu ulaşım operasyonlarının temelini oluşturan ana uygulamalar aşağıdaki gibidir [11].

✓ **Uygulama 1: Basit ve Doğrudan Bir Ağ Yapısı**

Toplu ulaşım ağ yapısı 'bir bölge – bir hat' ilkesi üzerinde yoğunlaşmalıdır. Ağ planlaması, bir hizmet kapsamında seyahat edilen toplu ulaşım hat güzergâhı ile şehri çevreleyen fiziksel yollardan oluşan güzergâh arasındaki kavramsal ayrımı ortaya koymalıdır. Basitlik, yolcular tarafından ağın anlaşılabilirliğini kolaylaştırır [11].

✓ **Uygulama 2: Hat Hiyerarşisi Planlama**

Toplu ulaşım ağ yapısı içinde **kapasite** ve **hız** bakımından farklılık gösteren ve birbirine bağlı hatların hiyerarşik yapısının ortaya konması gerekmektedir. Tipik bir hiyerarşide hat çeşitleri geniş olarak kategorize edilebilir: yüksek hızlı, yüksek kapasiteli, şehirlerarası bağlantılar; banliyöler arası bağlantılar ve yerel besleyici hizmetleri [11];

Yüksek Hızlı Şehirler Arası Hatlar, genellikle, yüksek hacimli yolcu potansiyeli ile hızlı olması adına ayrılmış olan yolların varlığını gerektirir. Raylı veya hafif raylı hatlar, bu hat kategorisinde kullanılan yaygın ulaşım biçimleridir. Bunun yanında yüksek frekanslı otobüs yolları gibi bazı da uygun bir şekilde konumlandırıldığında bu kategoride yer almaktadır. Düşük yoğunluktaki yolculuklar için yüksek hızlı şehirler arası bağlantılar, entegrasyon sağlanmadığı sürece istenilen fayda elde edilemeyecektir. Bu sebeple, yoğunluğun az olduğu bölgelerden besleme hat ile yüksek hızlı şehirlerarası hatlara ulaşım sağlanmalıdır [11];

Banliyöler Arası Hatlar, genellikle tipik bir bölgede çalışırlar ve alışveriş merkezi gibi noktaları yüksek hızlı hatlara bağlamak için kullanılabilirler. Bu hatların

planlanmasında; zaman çizelgelerinin tutarlılığı, seyahat hızlarının güvenilirliği ve ana hat transfer noktalarının koordinasyonu önem arz etmektedir [11];

Yerel Hatlar, banliyöleri ana hatta, banliyöler arası hatlara veya düğüm noktalarına bağlar. Metropoliten ulaşım sistemlerinde atıl artık bileşenleri olarak değerlendirilmekle birlikte; düşük frekans veya besleyici güzergâhlarda kullanılmakta ve düşük frekansa rağmen tutarlılık, güvenilirlik ve bağlanabilirliğin sağlanabilmesi adına yüksek düzeyde planlama gerektirmektedir [11];

✓ **Uygulama 3: Hız, Tutarlılık ve Güvenilirlik için Planlama**

Toplu ulaşım planlaması, özel araç ile sağlanan kapıdan kapıya seyahat süreleriyle karşılaştırılabilir veya daha hızlı bir seyahati hedeflemelidir. Bu hedef, toplu ulaşım araçlarının güvenilirliğini sağlamak için alternatif yollarla trafik veya kavşakların dışına alınmış güzergâhlar boyunca hızlı seyahat edebilmelerini gerektirir. Bu kapsamda, toplu ulaşım araçları için öncelik hakkı, özel hatlar ve kavşaklarda önceliği destekleyecek uygulamalara odaklanılmalıdır [11];

✓ **Uygulama 4: Aktarmaları Koordine Etme**

Çoğu yolculuk için, seyahat hızının aktarma hızına doğrudan bağlı olduğu gerçeği aktarma planlama ihtiyacını ortaya koymaktadır. Ağ planlamada anahtar görev, yüksek frekansta çalışan temel bir ağ yapısı ortaya koymaktır; bu sayede durakta bekleme süreleri az olacak ve zaman çizelgelerine ihtiyaç duyulmayacaktır.

Hızlı ve kolay aktarmalar, toplu ulaşım ağında dağılmış hedeflere hızlı yolculukları desteklemektedir. Yüksek hızlı yüksek frekanslı ana hat güzergâhları toplu ulaşım ağının omurgasını sağlamakta ve diğer hatlarla koordinasyon, diğer hatların ana hatta entegre edilmesiyle sağlanır [11].

✓ **Uygulama 5: Açık, Her Yerde Bulunan ve İstikralı Bilgilendirme ve İşaretleme**

Yolcular için açık ve erişilebilir bilgi, toplu ulaşım ağlarının önemli bir unsurudur. Duraklarla ilgili bilgiler, yolcuların durağı yerinde bulmalarını ve toplu ulaşım ağında seyahatlerini kolayca planlamalarını sağlayacak düzeyde olmalıdır. Bölge ve tarifelerle ilgili bilgilerin yanı sıra, o hattaki hizmetlerin zaman çizelgesi ilgili bilgiler yolculara sunulmalıdır [11].

Geliştirilmiş Ağ Fonksiyonu İçin Hat Yapılarını Planlama

Toplu ulaşım ağı hat yapısının planlanmasında ilkelerin ortaya konması, en önemli görevlerden biridir. Ele alınan ilkeleri, özellikle çok sayıda faktörün bir arada bulunmasından dolayı, operasyonel düzeydeki eylemlere dönüştürmek her zaman kolay olmamaktadır. Geliştirilmiş ağ fonksiyonu planlama; toplu ulaşım ağının bütünüyle ortaya konması ve hat yapılarının basitleştirilmesi gibi iki temel özelliği içermektedir [11].

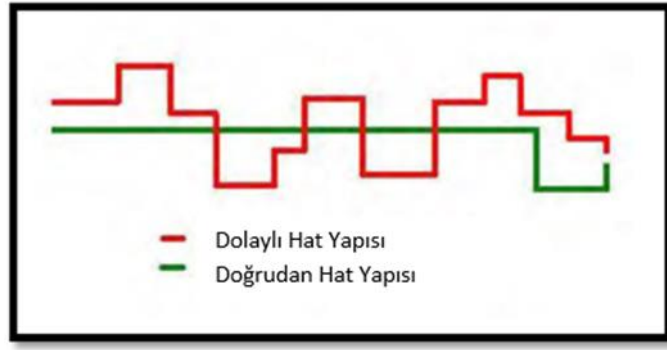
✓ Ağ Yapısını Bütünüyle Ortaya Koymak

Bir toplu ulaşım ağının operasyonel faaliyetlerinin okunaklı ve anlaşılabilir olması için ağ yapısının net olarak ortaya konması gerekmektedir. Toplu ulaşım plancıları çoğu zaman sistem ihtiyaçları adına en iyi ulaşım modları üzerinde çalışmalara odaklansalar da, yolcu açısından sistemdeki hizmet hızı, sefer sıklığı, bağlanabilirlik ve görünebilirlik kritik faktörler arasında yer almaktadır. Bağlanabilirlik ve görünebilirlik, yol seçeneklerinin sistem haritası üzerinden tam olarak anlayabilme yeteneğinin ortaya konmasıdır [11].

✓ Hat Yapılarını Basitleştirmek

Basit hat yapılarının oluşturulması, toplu ulaşım ağının temel ögesi olarak tanımlamaktadır. Toplu ulaşım ağları ve sistemleri, insan eylemlerinin eseridir ve bu ağlar, bahsi geçen ilkelerin uygulanması sırasında ortaya çıkan kurumsal kapasite yokluğunda gerçekleştirilen operasyonel faktörlere tepki olarak gelişmektedir. İstikrarlı ve bütüncül bir ağ tasarımının gerçekleştirilmemesi, sürekli olarak basit hat yapısına uygun olmayan bireysel ağ ilavelerine neden olmaktadır. Kötü planlanmış toplu ulaşım ağlarında, hat ve ağ yapısına karmaşıklık katan iki özellik; dolaylı ve paralel hatlardır. Dolaylı hatlar, genellikle toplu ulaşım ağının tarihsel olarak düşük patronaja sahip olduğu veya daha fazla mekânsal güzergâh kapsama alanı sağlamak için sınırlı hizmet yatırımına ihtiyaç duyulan bölgelerde bulunmaktadır [11].

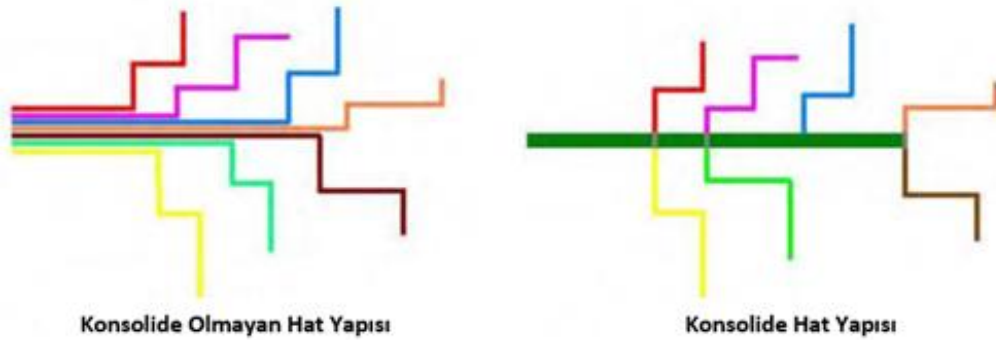
Doğrudan hatların dolaylı hatlara (Şekil 3.17) göre bazı avantajları bulunmaktadır. Azalan güzergâh uzunluğu sayesinde kısalan seyahat çevrim süresi; daha az çalışma alanında faaliyet göstermekle ilgili olumsuz sonuçları telafi etmektedir [11].



Şekil 3.17 Doğrudan ve Dolaylı Hat Yapısı [11]

✓ Ağ Yapılarını Basitleştirmek

Hat yapılarının tasarımında yolcular için karmaşıklığını azaltılması amaçlanmalıdır. Çok sayıda otobüs güzergâhının aynı koridor üzerinden geçmesi, yolcular tarafından anlamlandırılma konusunda problemlere neden olmaktadır. Bunun yerine, bir güzergâh üzerinden yalnızca bir hattın geçmesi; yolcu anlaşılabilirliği, kaynak kullanımı ve trafiğin rahatlaması açısından olumlu sonuçları ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımla, ‘ana hat- besleme hat’ modeli ortaya çıkmıştır. Bu model, ana hattın maksimum verimlilikte çalışmasına, araç tıkanıklığından kaçınılmasına ve besleyici hatlarda hizmet seviyesini artıracak şekilde kaynaklardan tasarruf edilmesine olanak tanımaktadır (Şekil 3.18) [11].



Şekil 3.18 Konsolide ve Konsolide Olmayan Hat Yapısı [11]

✓ Zaman Çizelgelerini Koordine Etmek

Dış banliyö gibi temel talebin dağınık olduğu alanlarda, bazı durumlarda hızlı seyahat süresi yüksek frekanstan daha önemli olabilmektedir. Hızlı seyahat süresini sağlanmasında, basit hat yapısından sonra en önemli faktör hizmetler arasındaki aktarma sürelerini en aza indirmektir. Literatürde, 'zaman çizelgesini unutan' ve 'zamanlı' olarak tabir edilen zaman çizelgeleme teknikleri arasında ayırım yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. 'Zaman çizelgesini unutan' çizelgeleme, en fazla 10 dakika aralıklı olacak şekilde genellikle ana hatlar için kullanılırken; 'zamanlı' hatlar ise genellikle daha düşük frekansta çalışan şehirlerarası ve besleyici hizmetler için kullanılmaktadır. 'Zamanlı' çizelgelerin temel ilkesi, birbirine bağlı hatların geliş ve gidişlerini koordine ederek minimum aktarma süresinin sağlanmasıdır. Zamanlı bir aktarmada, birden fazla hat, aynı anda bir ağ düğüm noktasına gelir; yolcuların hatlar arasında geçiş yapmasını ve aynı anda ayrılmasını sağlar. Zamanlı aktarmalar hizmetin iki temel özelliğinin planlanmasını gerektirir; temel entegrasyon noktalarında koordineli varış saatleri (ki otobüs ve tramvay gibi yol temelli modlar için üst düzey planlama gerektirir) ve aktarma noktalarında yakınsaklıktır [11].

✓ Ücret Sistemlerini Düzenlemek

Toplu ulaşım ücret sistemleri, ağ planlama çalışmalarının önemli bir bileşenidir. Toplu ulaşım ücret sistemleri, hizmetler arasındaki aktarmalar sırasında yolcunun en az maliyet veya satın alma işlemiyle ulaşmak istediği noktaya varmasını sağlayacak şekilde ağ planlamayı destekleyebilir. Ağ üzerindeki hatlar arasındaki aktarmaların ücretlendirilmesi sırasında ele alınan politika, yolcuların bu ağı kullanma potansiyelini etkilemektedir. Yolcu, gerçekleştirdiği seyahat sırasında hangi ulaşım biçimi, hangi araç veya hangi operatör vasıtasıyla yolculuk yaptığıyla ilgilenmez. Yolcu maksimum hızda, minimum maliyet ile varmak istediği noktaya ulaşmak ister. Bu sebeple ücret sistemleri (ücret entegrasyonu, aktarma prosedürü vb.) ağ tasarımını etkileyen önemli bir etmen olarak literatürde yer almaktadır [11].

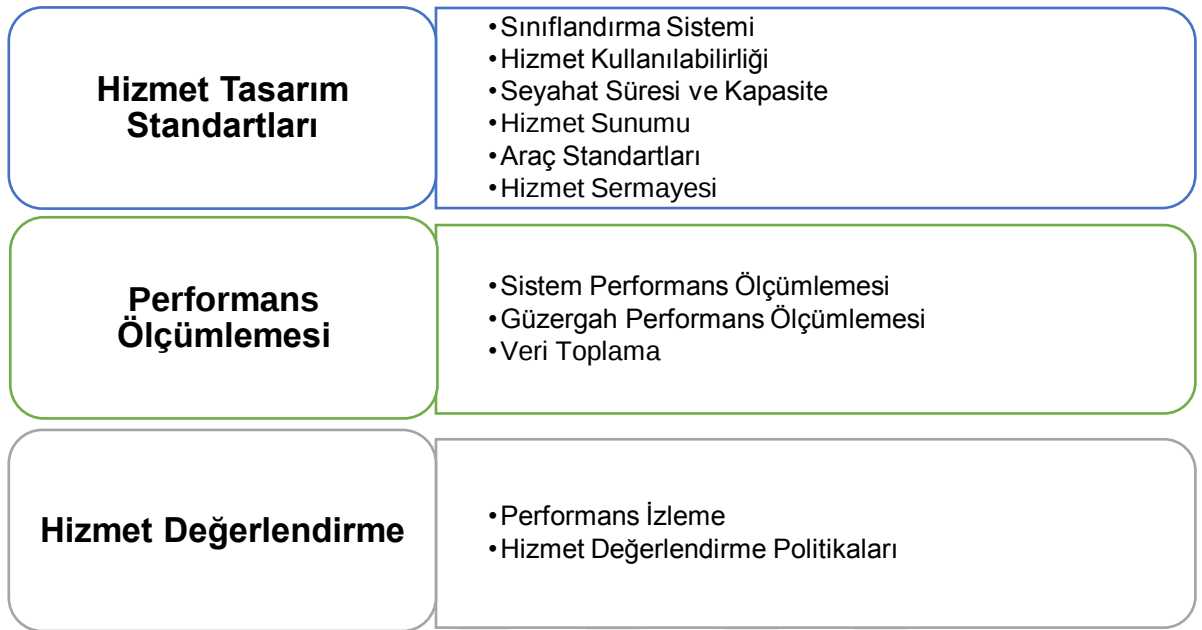
3.4.3 Florida Ulaşım Araştırma Merkezi

Florida Ulaşım Araştırma Merkezi'nin yaptığı çalışmalar kapsamında ise, bir toplu ulaşım hizmetinin tasarlanması sırasında ele alınması gereken önemli noktalar bir arada toplanarak, rehber niteliğinde bir çalışma ortaya konmuştur.

Maliyet etkin ve etkili otobüs ulaşım hizmetlerinin sağlanması, tüm toplu ulaşım kurumlarının ulaşmaya çalıştığı temel ön şarttır. Bu amaca ulaşmak adına; hizmet tasarımı standartlarını, etkili bir performans ölçüm sistemini ve sistematik ve sürekli bir hizmet değerlendirme metodolojisini net bir şekilde ortaya koymak gerekmektedir.

Yapılan çalışmaların amacı, bir toplu ulaşım kurumunun toplu ulaşım hizmet planlamasına rehber olabilecek bir plan hazırlamaktır. Toplu ulaşım hizmet planlamacılarının; yeni hizmet talepleri, hizmetlerde yapılan değişiklikler, hizmetin genişletilmesi ve bütçe kısıtlamaları süresince hizmetlerin azaltılması konularında tarafsız ve temelden tepki vermesine olanak tanıyan bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, toplu ulaşım hizmet planlama süreci, üç ana başlık altında ele alınmıştır (Şekil 3.19) [13].



Şekil 3.19 Toplu Ulaşımında Hizmet Planlama Süreci

Literatürde bahsi geçen hizmet planlama süreci kapsamında, Entegre Ulaşım Planlama ile ilgili olan bölüm Hizmet Tasarım Standartları'dır. Bu bölüm detaylı olarak incelenmiştir [13].

3.4.3.1 Hizmet Tasarım Standartları

Hizmet tasarım standartları (Şekil 3.20), bir kurumun çeşitli hizmet tasarımı alanlarında kendisi için belirlediği hedef veya politikalardan oluşmaktadır. Standartlar, toplu ulaşım sisteminin tüm yönlerini kapsayacak şekilde ortaya konmuş, literatür taramalarından aşağıda yer alan altı başlık elde edilmiştir. Altı başlık içerisinde sadece Sınıflandırma sistemi çalışmaya altlık oluşturacağından detaylı olarak incelenmiştir [13].



Şekil 3.20 Florida Ulaşım Araştırma Enstitüsü, Hizmet Tasarım Standartları [13]

Sınıflandırma Sistemi

Yapılan araştırmalar kapsamında hat/servis tipleri ile ilgili çok sayıda sınıflandırmanın yapıldığı ortaya çıkmaktadır. Farklı kurum ve kuruluşlar tarafından, özellikle politikalar ve şehir yapısı çerçevesinde sınıflandırma ve adlandırmalar konusunda farklılıklar bulunmaktadır. Ulaşım kurumları tarafından farklılık gösterse de hat/servis tiplerini 4 grup altında toplamak mümkündür [13].

- **Durak Sayısı veya Hizmet Frekansına Göre Sınıflandırma**

Yerel Hat: [1]. Ana arter üzerinde çalışan, mil başı en az sekiz durak ve ortalama çalışma hızı 15 mph (mil/sa) veya daha az olan hatlardır[2]. Ana yolculuk başlangıç ve varış noktaları arasındaki bağlantıyı sağlayan hizmet alanı boyunca temel bir erişim seviyesini garanti eden hatlardır [13].

Sınırlı Hat: Hizmet seviyelerinin bir fonksiyonu olarak hizmetin başka bir türü de sınırlı hatlardır. Bu hatlar, daha az durup ve daha yüksek hızlarda çalışarak düzenli güzergâh hatlarından farklılık göstermektedir. Sınırlı hatlar, çalışma hızını artırmak ve yüksek etkinlik/aktarma duruşlarındaki yükleri azaltmaya yardımcı olmak için

bir otoyol boyunca veya ana arter boyunca doğrudan hizmet verilen uzak alanlarda faaliyet göstermektedir [13].

Hızlı Hat veya BRT: Sınırlı hatların bir şeklidir ve sınırlı hatlardan çok daha yüksek bir hizmet frekanslarına sahiptir. BRT hatları, ulaşım hızını artırmak için geçiş önceliği, yapı dışı ödeme sistemleri ve şerit öncelikli sistemler gibi teknolojilerin kullanıldığı hatlar olarak da bilinirler [13].

Ekspres Hat: Sınırlı hatlara benzemesinin yanında, aralarında hiç durak olmayan ya da çok az sayıda durak bulunan iki ayrı nokta arasında hizmet veren hatlardır. Ekspres hatlar genellikle önemli bir başlangıç noktasından (muhtemelen bir park et devam et alanı), büyük bir varış noktasına (genellikle yüksek yoğunluklu bir istihdam merkezi) yüksek kapasitede, yolcu ulaşımı amacıyla kullanılmaktadır. Ekspres hatlar genellikle iki nokta arasında en hızlı yolu kullanmak üzere tasarlanmıştır ve bu ihtiyacı karşılamak için otoyollar kullanılmaktadır [13].

Esnek Hat: Temel güzergâh yolunun yakınında yaşayan yolcular için toplu ulaşım doğrudan erişim sağlamak amacıyla genel güzergâh yolundan sapmalara izin veren hatlardır. Güzergâh değişikliği isteğe bağlı veya ekstra ücret karşılığında gerçekleştirilebilmektedir. Bu hatlar genellikle daha küçük araçlar ile belirlenmiş bir alanlarda (genellikle düşük yoğunluklu) hizmet vermektedir [13].

Son Derece Düşük Yoğunluklu Hat: Genellikle dış çeperde bulunan düşük yoğunlukta nüfusa veya toplu ulaşım kullanımına sahip bölgelerde kullanılan ve genelde tüm gün/her gün çalışmayan hatlardır [13].

- **Hizmet Verilen Nüfusa Göre Sınıflandırma**

Çalışan / İş Odaklı Hatlar: Uzak bölgelerden merkezi iş alanlarına her gün seyahat eden çalışanlar için özel şartlarda oluşturulmuş hatlardır. Bu hatlar, halkın kullanımına açılmayabilir [13].

Öğrenci Odaklı Hatlar: Üniversite öğrencilerine ya da okullar için özel olarak hizmet verilen hatlardır. Bu hatlar sınırlı sayıda durakla doğrudan güzergâh şeklinde çalışmaktadır [13].

Özel Etkinlik Hatları: Belirli ve sık olmayan etkinliklere katılan grubun ulaşımı için oluşturulmuş hatlardır. Özel etkinlik hatları genellikle, etkinlik çevresindeki alanı parklanma probleminden veya çevredeki trafik sıkışıklığından korumak amacıyla kullanılmaktadır [13].

Bölgesel Hatlar: İki büyük kentsel alan arasındaki bağlantıyı sağlayan hatlardır. Bölgesel hatlar birkaç durak uzunluğundadır ve sınırlı veya ekspres hatlar gibi hareket ederler [13].

- **Güzergâha Göre Sınıflandırma**

Ana Hat: Ulaşım sisteminin omurgası görevi görmekte ve genellikle ana yollar boyunca hizmet vermektedir. Ana hatlar genellikle iş merkezleri ya da şehrin merkezinde hizmet vermekte ve ulaşım ağının çekirdeği olarak kabul edilmektedir. Bu hatlar sık duraklar, kısa yolculuklar ve düşük otobüs hızı ile karakterize edilmiştir [13].

Çapraz-Şehir Hatları: Çapraz – şehir hatları radyal yapıda değildir ve iş merkezlerine doğrudan sunulmamaktadır. Çapraz-şehir hatları, direkt hatlar veya merkezi yoğun bölgeler dışında çok çeşitlilikte koridorlar sunarak ana faaliyet merkezlerini bağlamak için kullanılmaktadır. Genellikle ana hatlar ile kesişmektedir ve optimum aktarma bağlantıları sağlamak için entegre zaman planlamalarının yapılması şarttır [13].

Sirkülatör Hatlar: Genellikle şehir merkezi ve yerleşim bölgelerinden oluşan, belli alanlarla sınırlandırılmış şekilde hizmet sağlamaktadır. Bu hatlar ile ana faaliyet merkezlerine bağlantı sağlanmakta ve bu sayede yolcular toplu ulaşım ağının kalan kısmına geçiş yapabilmek için farklı hatlara aktarma yapabilmektedir. Genellikle döngüsel olarak bazen de yalnızca tek yönlü hizmet sağlanmaktadır [13].

Besleyici Hatlar (Shuttle): Sistem içerisindeki hatları, aktivite merkezini ya da diğer ulaşım modlarını (hava, raylı vs.) besleyerek, yüksek yoğunlukta veya talepteki bölgelere hizmet sağlamaktadır [13].

Bölgesel Hatlar: İki büyük kentsel alan arasındaki bağlantıyı sağlayan hatlardır. Bölgesel hatlar birkaç durak uzunluğundadır ve sınırlı hat veya ekspres hatlar gibi hareket ederler [13].

- **Çalışma Saatine Göre Sınıflandırma**

Yoğun Saat Hatları: Genellikle sabah 3 saat ve öğlen/akşam 3 saat olmak üzere belirlenen saat periyotlarında yüksek seviyede hizmet sağlayan hatlardır [13].

Yoğun Olmayan Saat Hatları: Yoğun periyotlar arasında kalan ve daha az yolcu potansiyeline sahip hatlardır [13].

Gece Hatları: Normal ulaşım hizmetleri saatlerinden öteye uzayan saatlerde hizmet veren hatlardır. Birçok kurum, gece hatları standartlarını oluştururken çeşitli ölçütleri kullanmaktadır. Bölgedeki çalışma saatleri, yüksek işgücü piyasası gibi etkenler, gece hattı için saat sınırını etkilemektedir. Gece hizmeti değiştirilmiş/düzenlenmiş güzergâh yapısına sahip olabilmektedir [13].

Hizmet Kullanılabilirliği

Hizmette kullanılabilirlik, yolcunun toplu ulaşım ağına erişme ve kullanma yeteneğini ölçmektedir. Hizmet kullanılabilirliği için hizmet alanı özellikleri, hizmet kapsamı, güzergâh yerleşimi ve tasarımı, durak yeri ve aralığı ile ilgili standartlar bulunmaktadır [13].

Seyahat Süresi ve Kapasite

Seyahat süresi ve kapasite standartları, bir toplu ulaşım sisteminde çizelgeleme tasarımının işlevleri hakkında rehberlik etmektedir. Bu kategoride yer alan standartlar; hizmet frekansı, hattın doğrudanlığı, yükleme standartları ve hizmet süresi ile ilgilidir [13].

Hizmet Frekansı

Hizmet frekansı, otobüslerin belirli bir durağa ne sıklıkta ulaştığının bir göstergesidir. Sefer ise, birbirini takip eden iki otobüs kalkışı arasındaki aralığın dakika cinsinden ifade edilmesidir. Bu iki terim sık sık birbirinin yerine kullanılmaktadır [13].

Hizmet Sunumu

Hizmet sunumu, müşteriye doğrudan etkileyen faktörlerden oluşmakta ve müşterilerin hizmeti nasıl algıladıklarını ortaya koymaktadır. Bunlar; zamanında hizmet, yolcu durakları, müşteri ilişkileri ve güvenlik hizmetlerinden oluşmaktadır [13].

Araç Standartları

Hizmet planlama sürecinde ele alınan araç standartları; araçların atanması, kullanımı ve verimliliği, güvenilirliği ve koşullarını kapsamaktadır [13].

Hizmet Eşitliği

Hizmet eşitliği, hizmetlerin tüm nüfus gruplarına, özellikle de azınlık topluluklarına adil dağılımını ifade etmektedir. Hizmetin eşitlikçi, ayrım gözetmeksizin sağlanması amacıyla, toplu ulaşım kurumlarının hizmet eşitlik standartlarını geliştirmeleri gerekmektedir. Hizmet eşitliğinin sağlanması adına politika ve standartların; araç doluluğu, araç tahsisi, sefer planlama, toplu ulaşım erişimi ve toplu ulaşım araçlarının dağılımları çerçevesinde oluşturulması gerekmektedir [13].

3.4.4 Entegre Planlama Stratejilerinin Değerlendirmesi

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda entegre toplu ulaşım planlamanın üst ölçekteki şehir planları, ulaşım ana planlarından doğrudan etkilendiği; bu kapsamda oluşturulmuş toplu ulaşım politikalarını destekleyecek nitelikte olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Entegre bir toplu ulaşım sisteminin yalnızca entegre planlamadan oluşmadığı, sistemi oluşturan tüm unsurların (ücret, yönetim, fiziki yapı, bilgilendirme vb.) entegrasyonun hem kendi içinde, hem de unsurlar arasında sağlanması gerektiği görülmüştür. Bu kapsamda, farklı çalışmalarda farklı entegre ulaşım planlama stratejileri ve uygulamaları ile karşılaşılmış, bu çalışmalar detaylı olarak ele alınmıştır. Literatür araştırması kapsamında; entegre toplu ulaşımın bir parçası olan durak yeri belirleme süreci ile ilgili çalışma ve standartlara da yer verilmiş; standartların değişen şehir dinamiklerine göre farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda incelenen çalışmaların, önerilen Ana - Besleme Hat Modeli'ne temel oluşturması planlanmaktadır.

3.5. Dünya Örnekleri

Entegre Ulaşım Planlama uygulamalarının geniş kapsamı ve bu alandaki yöntem ve stratejilerin farklılık göstermesi sebebiyle, modelin herhangi bir aşamasında örnek teşkil etmesi planlanan iyi uygulamalar, şehirler bazında farklı boyutlarda ele alınmıştır. İncelenen şehirlerde; aktarma merkezleri, entegre planlama, park et devam et gibi ana hat besleme hat modeline altlık oluşturabilecek konular üzerinde durulmuştur.

Yapılan araştırmalar ve dünyada gerçekleştirilen uygulamalarda entegrasyonun en önemli uygulamasının aktarma merkezleri olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda birçok şehirde entegrasyon denince akla aktarma merkezlerinin geldiği açıkça görülmektedir. Şehirler, aktarma merkezi tasarımlarını entegre toplu ulaşım sistemine hizmet edecek şekilde gerçekleştirmektedir.

3.5.1 MADRİD – Aktarma Merkezleri

6,5 milyon nüfusa sahip olan Madrid’de, toplu ulaşım modları farklı operatörler tarafından işletilmektedir. Madrid’de özel operatörler tarafından işletilen ve özellikle otobüslere hizmet edecek şekilde tasarlanmış 5 adet büyük aktarma merkezi bulunmaktadır. Madrid’de, gelişmiş bir toplu ulaşım sistemi yaratılması adına, entegre durumdaki farklı modlarla yapılan yolculukları ve bu modlar arasında bağlantıyı sağlayan aktarma merkezlerini anahtar unsur olarak görülmektedir. Madrid’de bulunan aktarma merkezlerinin planlamaları yapılırken aşağıdaki önemli faktörler göz önünde tutulmuştur [14].

- **Konum ve Tasarım**

Aktarma merkezleri tasarlanırken çevresinde alışveriş bölgesi, kafeterya gibi yararlanılacak hizmetler sağlanmalıdır. Bu sayede yolcular daha güvenli hissedecek, kayıp zamanı değerlendirerek memnuniyetsizlik azalacak ve aynı zamanda finansal kaynak oluşturulabilecektir [14].

- **Erişilebilirlik**

Toplu ulaşım sistemi içinde aktarmalı seyahat gerçekleştiren yolcular için ‘tek bir yolculuk’ yapmış olma hissinin yaratılması önem arz etmektedir. Yolcuya toplu

ulaşım sistemi içinden çıkmadan, tek bir çevrim ile seyahatini tamamladığı hissini verebilmek adına aktarma merkezi tasarımları ön plana çıkmaktadır. Aktarma merkezlerinde kullanıcıların aradığı en önemli özelliklerden biri de erişilebilirliktir. Tüm kullanıcıların aktarma merkezine erişimini sağlayacak uygun ortamın yaratılması, özellikle engelli vatandaşlar için merkezin ulaşılabilir olması gerekmektedir (şekil 3.21) [14].



şekil 3.21 Madrid, Aktarma Merkezlerinde Erişilebilirlik [14]

- **Aktarma Srelerinin Azaltılması**
- **Bekleme Srelerinin Minimize Edilmesi-Zaman izelgelerinin Koordine Edilmesi**
- **Bilgilendirme ve Sinyalizasyonun Geliştirilmesi**
 - Veri akışı için hızlı, kullanışlı araçlar-anlaşılır, kolay bulunan, tutarlı bilgiler
 - Gerçek zamanlı bilgilendirme ve varış tahminleri
- **Merkezi Yönetimin Sağlanması**
 - Koordine şekilde çalışan kontrol merkezi ve iyi yönetilen aktarma merkezleri



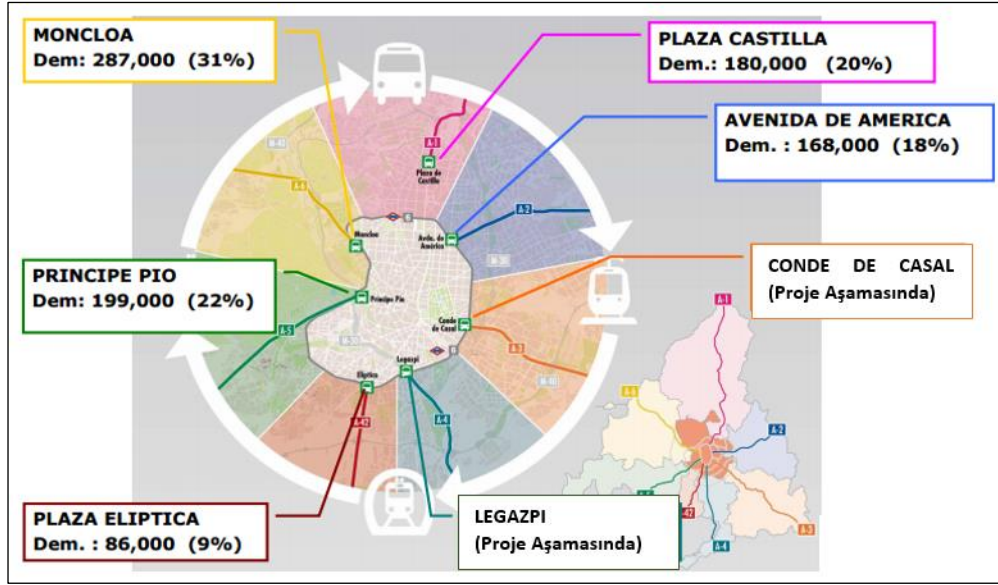
Şekil 3.22 Madrid, Aktarma Merkezi Kontrol Odası [14]

- **Bekleme Alanlarının Kalitesi**
 - Temiz ve rahat bekleme alanları



Şekil 3.23 Madrid, Aktarma Merkezi Bekleme Alanı [14]

Madrid şehrinde, entegre planlamalara hizmet edecek şekilde tasarlanmış ve yapımı devam eden aktarma merkezleri aşağıda yer alan haritada gösterilmiştir.

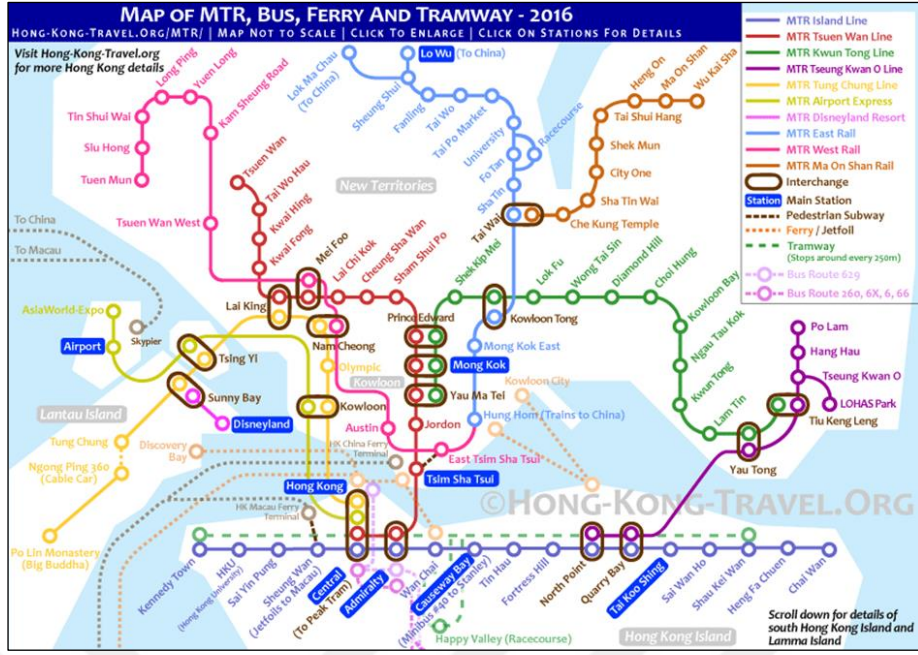


Şekil 3.24 Madrid, Otobüs Aktarma Merkezleri Planı [14]

3.5.2 HONG KONG – Aktarma Merkezleri

Çin Halk Cumhuriyeti'nin güney kıyısında bulunan Hong Kong şehrinde yaklaşık nüfus 7,35 milyon olup günlük 4,9 milyon toplu ulaşım yolculuğu gerçekleştirilmektedir. Hong Kong hükümeti tarafından, ulaşım modları arasında koordinasyonu sağlama ve raylı sistemleri toplu ulaşımın ana omurgası haline getirme hedefleri doğrultusunda ortaya koyduğu ağ yapısının tamamlayıcısı olarak yüksek standartlardaki aktarma merkezleri tasarlanmıştır [15].

Toplu ulaşım sisteminin bir parçası olarak tasarlanan aktarma merkezlerinin; aynı modlar arasında yapılan veya çok modlu aktarmaları kolaylaştırması, istasyonların yakınında veya istasyonların içinde konumlandırılması gerektiği ortaya konmuştur. Şehirde, toplu ulaşım sistemi içinde otobüs-raylı, minibüs-raylı, taksi-raylı, otobüs-otobüs gibi aktarmalar gerçekleştirilmekte; aktarmalar planlanıp tasarlanırken erişilebilirlik anahtar noktalardan biri olarak görülmektedir. Bu doğrultuda toplu ulaşım kullanımının teşvik edilmesi için aktarmalar uygun şekilde konumlandırılarak rahat bir ortam yaratılmakta ve çok modlu entegre istasyonlar ile gelişmiş bir sistem sağlanmaktadır. Ayrıca Hong Kong kentinde Park Et & Devam Et uygulaması kapsamında 2.225 adet özel araç parklanma alanı bulunmaktadır [15].



Şekil 3.25 Hong Kong, Toplu Ulaşım Ağı [16]

Hong Kong Aktarma Merkezleri Tasarımında Konum Faktörleri:

Modlar arası aktarmaların yapıldığı aktarma merkezleri genellikle şehir merkezinde ya da diğer yerel merkezi bölgelerde sağlanmaktadır. Aktarma merkezinin konumu belirlenirken hizmet veren hat sayısı, maksimum sıklıkları, bekleyen yolcu seviyesi, yoğun olmayan ve ara saatlerde otobüs bekleme alanları, araç ve yolcu sirkülasyonu gibi faktörler ele alınmaktadır. Hong Kong'da belirlenen kurallara göre; raylı sistemler ile diğer ulaşım modları arasında yapılan aktarmalar aynı seviyede olmalıdır. Buna rağmen, eğer modlar arasında yapılan aktarmalar farklı seviyelerde ise aktarma yapan yolculara kolaylık ve verim sağlayacak yürüyen merdiven, asansörler gibi gerekli donanımlar temin edilmelidir [17].

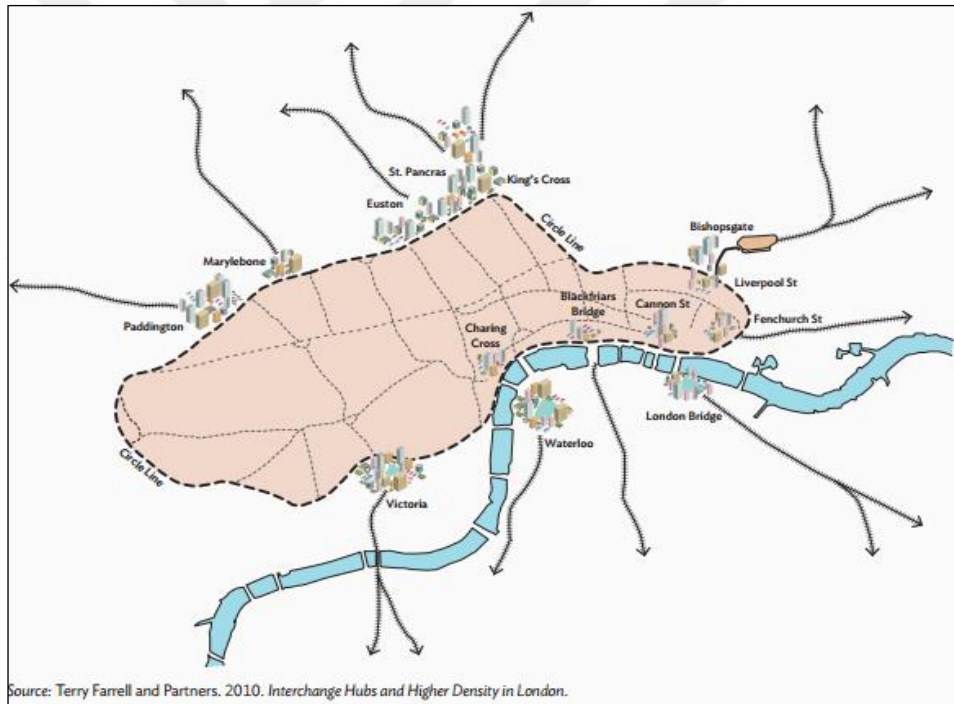
3.5.3 LONDRA – Aktarma Merkezi

İngiltere'nin başkenti olan Londra şehri 1,572 km²'lik alana yayılmış olup 8,63 milyon nüfusa sahiptir. Londra'da günlük ortalama 31 milyon yolculuk gerçekleşmekte ve çok modlu toplu ulaşım sistemi içinde yolcuların seyahatleri sırasında; raylı sistemler, otobüs, taksi, uçak ya da nehir otobüsü hizmetleri arasında aktarma yapılmaktadır. Toplu ulaşım sistemi içinde entegrasyonu sağlamanın en

önemli unsurlarından biri de yolculara kaliteli ve pratik aktarma hizmeti sunmaktır. Bu doğrultuda toplu ulaşım gerçekleştirilen yolculuklar daha hızlı, kolay, güvenli ve keyifli hale gelmektedir [18].

Geniş bir çevre içerisinde entegre bir toplu ulaşım sisteminin sürdürülmesi şehre yüksek değer katmaktadır. Kaliteli toplu ulaşım aktarmaları sayesinde yolcular, operatörler, ilişkili kuruluş ve hizmet kullanıcıları, sahipleri, geliştiricileri de fayda görmektedir.

Londra Belediyesi, TfL otoritesi kanalıyla ve DfT, Network Rail, raylı sistem operatör şirketleri, Londra ilçeleri, diğer paydaşlarla birlikte çalışarak tüm Londralılar için ulaşımında entegrasyonu desteklemekte ve ulaşım modları arasındaki aktarmaları-bağlantıları geliştirmektedir. Londra toplu ulaşım sistemi içinde tasarlanan aktarma merkezleri Şekil 3.26'da gösterilmektedir [19].



Şekil 3.26 Londra, Aktarma Merkezleri [19]

Londra'da aktarmaların tasarım konseptinde aşağıda belirtilen 4 ana gelişim teması bulunmaktadır [19].

Verimlilik: Operasyonlar, Bağlantılar ve Sürdürülebilirliği,

Kullanılabilirlik: Erişilebilirlik, Kaza Önleme, Yolcu Güvenliği, Korunmuş Çevre,

Anlaşılabilirlik: Açıklık, Geçirgenlik, Yol Bulma Bilgilendirmeleri

Kalite: Algı, Tasarım Kalitesi, Alan Kalitesi

Londra'da yer alan ana aktarma merkezlerinden biri King's Cross ve St Pancras aktarma merkezidir (Şekil 3.27). Yeniden canlandırılan bu tarihi istasyon günümüzde ücretsiz Wi - Fi hizmeti, dinlenme yerleri, yiyecek-alışveriş hizmetleri sunarak aşağıdaki yer alan bölgeler arasında bağlantı sağlamaktadır.



Şekil 3.27 Londra, King's Cross St Pancras Aktarma Merkezi [19]

3.5.4 SİNGAPUR - Aktarma Merkezi

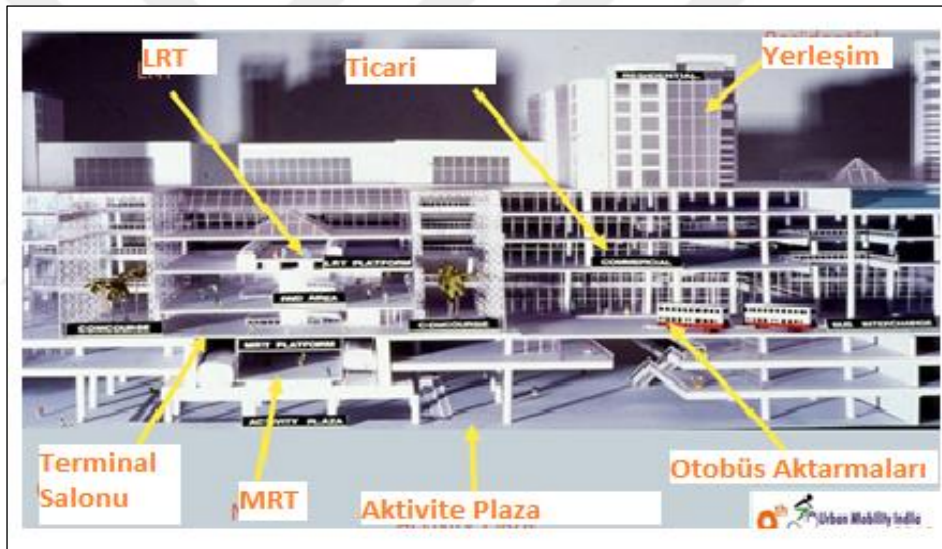
Singapur ya da resmî adıyla Singapur Cumhuriyeti dünyanın az sayıdaki şehir devletlerinden biridir ve gelişmiş bir toplu ulaşım sistemine sahiptir. Singapur'da nüfus sayısı 5,76 milyon civarında iken günlük toplu ulaşım ile gerçekleştirilen yolculuk sayısı 5,3 milyondur. Singapur'daki otobüs hizmetleri LTA adlı otorite tarafından yönetilirken, SBS Transit ve SMRT adlı operatörler aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Singapur'da yolculara daha çok seçenek sağlamak, bekleme zamanlarını azaltmak, hizmet sıklığını arttırmak, yolları genişletmek amacıyla otobüs güzergâhları yeniden tasarlanmıştır. Yeniden planlanan hatların etkin kullanılması adına, entegre bir aktarma sistemi ve aktarma merkezleri oluşturulmuş, bu merkezlerin halkın yaşam merkezi haline getirilmesi amaçlanmıştır [20].

2008'de gerçekleştirilen Master Plan kapsamında [21];

- Yayalar için korunmuş bağlantı yolları ve köprüler kurgulanarak toplu ulaşımın ulaşılabilirlik artırılmıştır.
- Ticari gelişimle birlikte eş konumlu-eş zamanlı aktarmalar oluşturulmuştur.
- Yeni iyileştirmelerle birlikte metrekare başına gereken park ihtiyacı azaltılmaya devam etmektedir.

Sengkang Aktarma Merkezi

Sengkang'da kurulan otobüs aktarma merkezi (Şekil 3.28) şehir merkezinde ve raylı sistem istasyonunun yanında konumlandırılmıştır. Bu sayede yolcular otobüs ile raylı sistemler arasında rahatça aktarmalarını gerçekleştirmektedir. Ayrıca toplu ulaşımın kolay erişim sağlanırken, hareket halindeki araçlar için belli bisiklet izinleri ile park etme noktaları bulunmaktadır [20].



Şekil 3.28 Singapur, Sengkang Aktarma Merkezi Tasarımı [20]

3.5.5 SEUL – Aktarma Merkezi

Güney Kore'nin başkenti olan Seul, yaklaşık 10 milyon nüfusu ile dünyadaki en büyük metropol şehirlerden biri olarak bilinmektedir. Seul'da gerçekleştirilen otobüs reformundan sonra modlar arası yapılan aktarmalar ve aktarma merkezleri geliştirilerek yeni çizelgeler oluşturulmuştur. Özellikle de otobüsler arasında ve metro sistemleri ile olan fiziksel aktarmalar başta olmak üzere, toplu ulaşımın tüm

modlarında daha iyi koordinasyon sağlanmıştır. Çok modlu kolay ve hızlı aktarma sağlamak için otobüs hat ve durakları yeniden konumlandırılmıştır. Otobüs-metro aktarmalarını gerçekleştirmek için içerisinde gerçek zamanlı metro ve otobüs bilgilendirmelerini barındıran 22 adet büyük aktarma merkezi inşa edilmiştir. Bu yatırımlar sayesinde çok modlu olarak rahat ve güvenli aktarmalar gerçekleştirilmektedir. Günümüzde Seul metrosu dünyanın en büyük metrolarından biridir ve günlük yolcu kapasitesi New York metrosunun iki katı kadardır [22].

Cheongnyand-ri Aktarma Merkezi

Seul şehrinde bulunan Cheongnyand-ri Aktarma Merkezi'nde ulaşım kalitesi üst düzeydedir. Yaşanan otobüs reformu ile birlikte toplu ulaşımın vizyonu geliştirilmiş, çalışmaların yönü değişmiştir. Şekil 3.29'da gösterildiği üzere, farklı otobüslerin yer aldığı, net yolcu bilgilendirmelerinin ve konfor seviyelerinin bulunduğu, dış hava şartlarından korunan, trafikten ayrı tutulmuş düzenli ve kaliteli bekleme bölgeleri inşa edilmiştir [22].

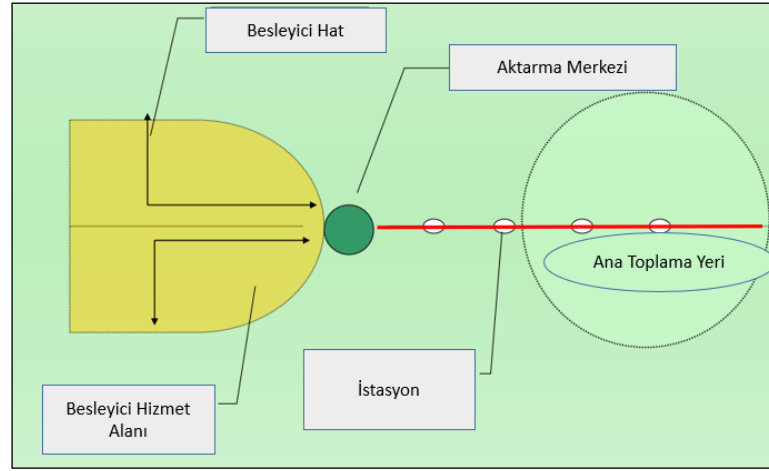


Şekil 3.29 Seul, Reformdan Önce ve Sonra Cheongnyand-ri Aktarma Merkezi [22]

3.5.6 BOGOTA – Aktarma Merkezi

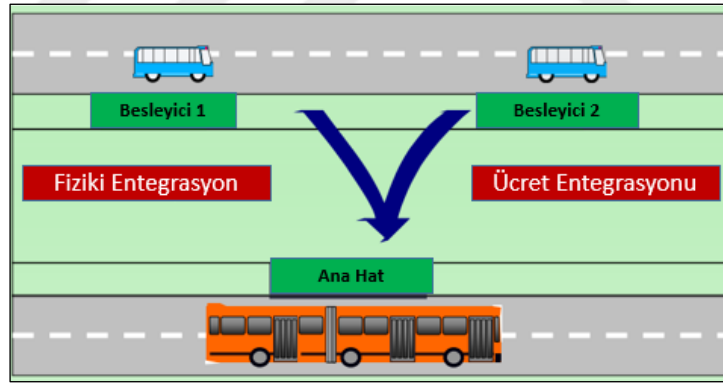
Bogota şehrinin toplu ulaşım sisteminde gelişmiş fiziki entegrasyon yapısı bulunmaktadır. Fiziki entegrasyon sağlanırken toplu ulaşım modlarının bağlantı noktalarında ortak bir altyapı kullanılmaktadır. Örneğin; BRT(Transmilenio)'nin bazı istasyonlarına şehirlerarası otobüsler de konumlandırılarak yolculara kolay bağlantılar sağlanmaktadır. Aktarma merkezleri istasyonlara yakın yerlerde

konumlandırılarak kolay ulaşım sağlanmakta olup bu merkezler ek hizmetler ile beslenmektedir (Şekil 3.30) [23].



Şekil 3.30 Bogota, Transmilenio Hatlar Arası Entegrasyon [23]

Ana hatlar yüksek kapasite ve ticari hızı sağlamakta, besleyici hatlar da erişilebilirliği arttırarak kolay aktarmalar sunmaktadır. Farklı hatlar arasında fiziki entegrasyon ile birlikte ücret entegrasyonları da sağlanmıştır (Şekil 3.31) [23].



Şekil 3.31 Bogota, Transmilenio Aktarma Merkezi-Erişilebilirlik Kurgusu [23]

Genel kapsamda hatların birbiriyle entegrasyonunun sağlanması ile fiziki entegrasyonun iyileştirilmesi ile aşağıdaki gelişimler sağlanmıştır [23].

- Hız, güvenilirlik artışı sağlanmış, aktarmalarda %32 oranında zamandan kazanılmıştır.

- Kazalarda %300 oranında düşüş olmuştur.
- Ulaşım kalitesi artmıştır.
- Bir BRT sistemindeki şeritler, platform, ödeme noktaları, araba kısıtlama uygulamaları, gelir gibi tüm öğelerin birbiriyle ilişkili olduğu belirlenmiştir.

3.5.7 ŞANGAY - Aktarma Merkezi

Çin Halk Cumhuriyeti'nin en büyük kenti olan Şangay yaklaşık 24,15 milyonluk bir nüfusu barındırmaktadır. Şangay kentinde çok modlu entegre toplu ulaşım sistemine dolayısıyla aktarma merkezlerine büyük önem verilmekte ve çalışmalar bu doğrultuda gerçekleştirilmektedir. Şangay'da entegre toplu ulaşım sistemi kapsamında ele alınan aktarma merkezlerinin tasarlanması sırasında aşağıda yer alan unsurlar göz önüne alınmaktadır [24]:

- Raylı Sistemlerin Lokasyonu
- Şehir Planı – Şehir Bölgeleri
- Arazi Düzenlemeleri
- Teknolojik ve Sosyal Faktörler

Hongqiao Aktarma Merkezi

Şangay'da yer alan Hongqiao Aktarma Merkezi (Şekil 3.32), günlük 580,000 yolcuya hizmet vermekte olup stratejik yer seçiminin bölgesel bağlantıları geliştirdiğini kanıtlar niteliktedir. Bu merkez içerisinde 3 metro durağı bulundurmakta ve modlar arası bağlantıları sağlamaktadır. Aktarma merkezi kapsamında aşağıdaki sistemler yer almaktadır [24].

- 2 Terminal Havaalanı
- Yüksek Hızlı Tren ve Bölgesel Tren İstasyonu
- Kent Otobüsü ve Şehirlerarası Otobüs İstasyonu
- 4 Otoyol
- 4 Taksi Durağı



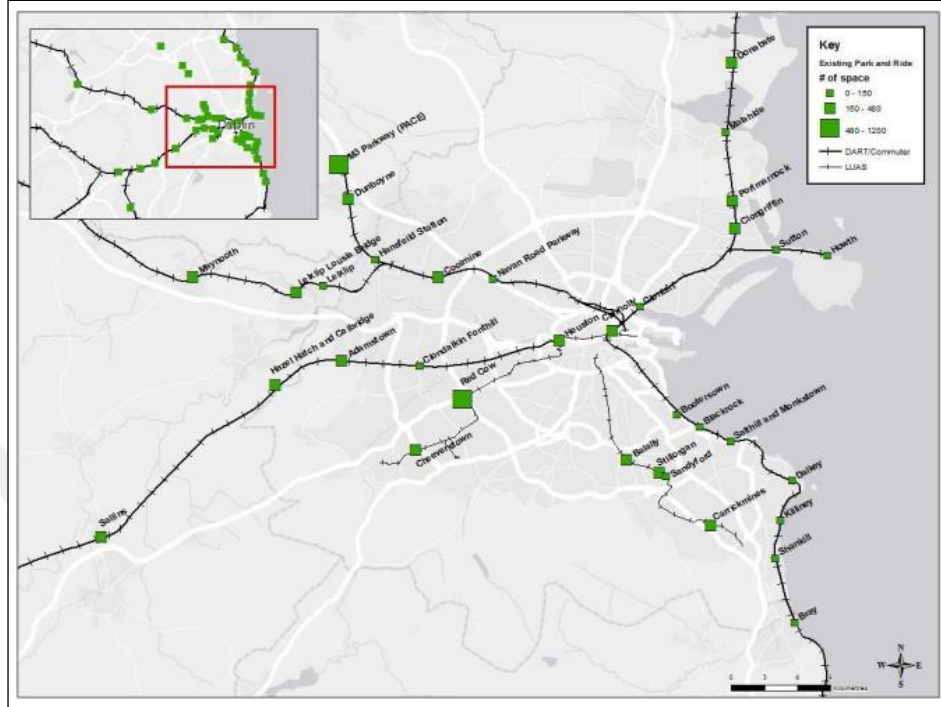
Şekil 3.32 Şangay, Hongqiao Aktarma Merkezi [24]

3.5.8 DUBLIN - Park Et & Devam Et

İrlanda'nın başkenti olan Dublin'de toplu ulaşım ağına olan aktarma olanaklarını arttırmak üzere Park Et & Devam Et uygulaması için çalışmalar gerçekleştirilmiştir. P&D tesisleri sayesinde kişisel araçlar yerine raylı sistemler, otobüs veya BRT aracılığıyla toplu ulaşım kullanımı teşvik edilmektedir. P&D alanları (Şekil 3.33), 'özel araçlardan çok modlu toplu ulaşım sistemine aktarma tesisi' olarak tanımlanmaktadır. Bu alanlar ayrıca bisiklet, yaya ve araba havuzu gibi diğer ulaşım modları ile toplu ulaşım sistemine yapılan aktarmalara da fırsat tanımaktadır. P&D uygulaması ile aşağıda yer alan faydalar elde edilmektedir [25].

- Ekonomik Canlılığın ve Şehrin Genel Erişilebilirliğinin Artışı
- Trafik Sıkışıklığında Azalma
- Sıkışıklığın Düşmesiyle Hareketlilik Artışı, Bu Doğrultuda Şehir Cazibesinin Artışı
- Kentsel Alanlar için Planlanan Parklanma Kapasitesindeki Açıklıkların Tamamlanması
- Toplu Ulaşım Ağındaki Verimli Toplama Alanlarının Artışı

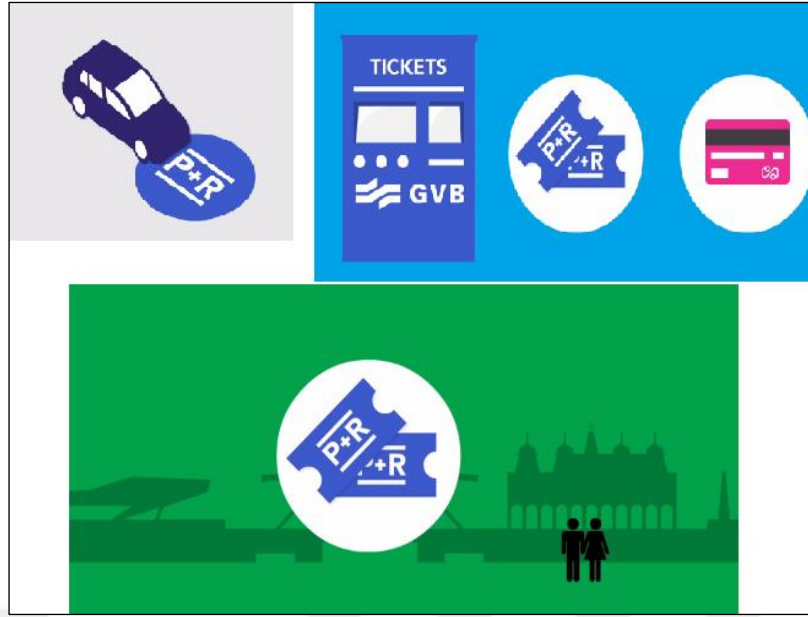
- Sınır Bölgelerde ve Düşük Yoğunluklu Banliyölerde Yaşayan Vatandaşlar için Erişimde İyileşme
- Toplu Ulaşım Kullanıcısının Artışı



Şekil 3.33 Dublin Park Et & Devam Et Noktaları [25]

3.5.9 AMSTERDAM - Park Et & Devam Et

Hollanda’da çok sayıda Park Et & Devam Et hizmeti (Şekil 3.34) işletilmektedir. Vatandaşlar düşük bir ücretle özel araçlarını belirlenen alanlara park edip ücretsiz olarak otobüs, tramvay ve metro başta olmak üzere toplu ulaşımın farklı modlarına aktarma yaparak şehir merkezine seyahat edebilmektedir (sınır 5 kişidir). Bu konseptteki park alanları otoyolun yakınında ve şehrin sınır kısımlarında konumlandırılarak başarılı toplu ulaşım bağlantıları sağlanmaktadır. Park alanlarının girişinden park kartı alınmakta ya da Amsterdam toplu ulaşım kartı kullanılmaktadır [26] [27].



Şekil 3.34 Amsterdam, Park Et & Devam Et Uygulaması [26]

3.5.10 PRAG - Park Et & Devam Et

Çek Cumhuriyeti'nin başkenti Prag'da parklanma ihtiyacını karşılamak ve bu sayede şehirdeki sıkışıklığı ve kirliliği azaltmak için Park Et & Devam Et uygulaması yürürlüğe alınmıştır. Bu uygulamanın gerçekleştirildiği alanlar genellikle özellikle metro istasyonları başta olmak üzere toplu ulaşım duraklarına yürüme mesafesinde konumlandırılmıştır. P&D alanlarında bulunan elektronik işaretler (Şekil 3.35) ile uygun park yerleri, en yakın başka P&D alanı ve yakındaki toplu ulaşım modunun şehir merkezine gitmek üzere kalkış zamanı hakkında sürücülere bilgilendirme yapılmaktadır. Bu park alanları düşük ücretlerle hizmet vermektedir [28].



Şekil 3.35 Prag, Bir P&D Noktası [28] [29]

3.5.11 STOCKHOLM - Park Et & Devam Et

İsveç'in başkenti Stockholm şehrinin sınır kısımlarında dağınık şekilde konumlandırılmış olan 20'den fazla Park Et & Devam Et alanı bulunmaktadır. Bu sayede sürücüler araçlarını bu alanda bırakıp şehir merkezine hızlı ve rahat şekilde toplu ulaşım imkânlarıyla seyahat etmektedir. Genellikle düşük bir ücret karşılığında gerçekleştirilen parklanmaların yanında, bazı tesislerde ücretsiz olarak park yapılabilir. Park ücretlendirmelerinde sabah saat 05.00 ile 09.00 arasında indirimler uygulanmaktadır. Bu tesisler toplamda 3.000'den fazla araç kapasitesine sahiptir [27].

- **Aktarma Ağ Hiyerarşisi**

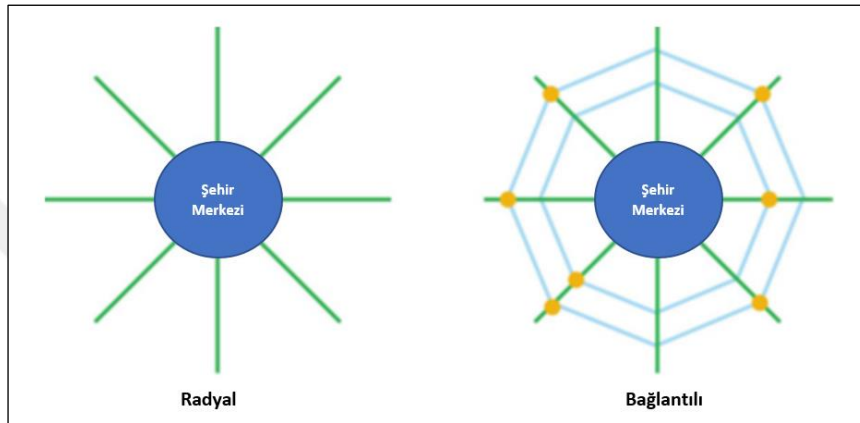
Aktarma ağ hiyerarşisi, gelecekte aktarmaların nasıl geliştirileceğine ilişkin karar verme sürecinin önemli bir parçasıdır. Aktarma hiyerarşisi, arazi kullanım planlarında belirtilen merkezlere göre düzenlenmektedir. Aktarmalar için belirlenen hizmet özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi Tablo 3.1’de yer almaktadır [30].

Tablo 3.1 Sidney, NSW Aktarmalarının Sınıflandırma ve Karakteri [30]

Hizmet Seviyesi	Ana Merkezler ve Bölgesel Şehirler	Şehir Merkezleri	Köy/Yerel
Hizmet Karakteri	Geniş aktarma bölgeleri: çok kullanımlı yolculuk	Orta çaplı aktarma bölgeleri	Bölgesel aktarma yapılanması
	İyi ticari potansiyel	Yerleşik/küçük ticari potansiyel	Modlar arası aktarmadansa hatta giriş
	Şehir merkezleri ile entegrasyon güçlü ve yoğun	Şehir merkezleri ile entegrasyon güçlü ve yoğun	Koruma, ışıklandırma, hat ve zaman çizelgesi bilgilendirmesi
	Ana aktarma olanaklar- raylı, otobüs, vapur, bisiklet, yürüyüş	Raylı, otobüs, bisiklet, yürüyüş arası ulaşım	Yürüyüş, otobüs-ray, otobüs-vapur

1. Adım: Entegre ve Bağlantılı Bir Sisteme Doğru Hareketlenme

Sidney' in mevcut ulaşım ağı, yolcuların şehir merkezine veya ana merkezlere yolculuk etmesini zorunlu kılan radyal (merkezden çevreye doğru yayılan) bir yapıdadır. Uzun Dönemli Ulaşım Ana Planı'nda gelecek ulaşım planlaması 'bağlantılı ulaşım sistemi' olarak tanımlanmaktadır. Bağlantılı bir ulaşım sistemi, coğrafi olarak aşağıda yer alan Şekil 3.37'de gösterildiği gibi, aktarma noktaları sayesinde bağlantıların artması ile şehir içi ve bölgeler arasında yapılan yolculukları desteklemektedir [30].



Şekil 3.37 Sidney, Radyal-Bağlantılı Ağ Aktarma Olanakları Karşılaştırması [30]

Ulaşım entegrasyonu; farklı modlar arası entegrasyon, arazi kullanım planlaması ve toplu ulaşım kullanımını artıracak kararları kapsamaktadır. Toplu ulaşım hizmetleri kapsamında ele alınan entegrasyon, 'tüm ulaşım modlarının (otobüs, deniz yolu, raylı sistem) yolcuların yararına işleyen kusursuz bir sistem' olarak tanımlanabilmektedir. Entegre hizmetin amacı 'mümkün olduğunca kapıdan kapıya kusursuz yolculuk hizmeti vermek' olarak belirlenmiştir [30].

Bahsi geçen entegre ulaşım planlama aşamalarının, tüm modları kapsayacak şekilde ele alınması önem arz etmektedir. Ortaya konan prensipler doğrultusunda Sidney' de yer alan ulaşım ağlarının hizmet alanları ile ilgili detaylı bilgilendirme Tablo 3.2'de yer almaktadır.

Tablo 3.2 Sidney, Ulaşım Ağlarının Hizmet Alanı / Kapsamı [30]

ENTEGRE TOPLU ULAŞIM PLANLAMA- HİZMET ALANI		
STRATEJİK ULAŞIM AĞI	Hizmet Türü	Açıklama
Ana Toplu Ulaşım Ağı	Hızlı, ekspres ve tüm durak seferleri. Stratejik koridorlarda sınırlı otobüs hizmeti. Raylı sistemlere yönelik.	Hizmet alanına toplu ulaşım, araba ya da bisiklet ile ulaşım. Tren hizmetlerine yürüyerek ulaşım (800 m içinde)
Ara Toplu Ulaşım Ağı	Ekspres seferler (yoğun saatler) ve tüm-durak hizmetleri (tüm gün). Bazı otobüs, vapur, raylı sistemlere yönelik.	Öncelikli otobüs duraklarına, vapurlara, raylı sistemlere yürüyerek ulaşım (800 m içinde). Hizmet alanına toplu ulaşım, araba ya da bisiklet ile ulaşım.
Yerel Toplu Ulaşım Ağı	Tüm durak hizmetleri. Otobüs ve raylı sistemlere yönelik.	Otobüs durakları ve vapur hizmetlerine yürüyerek ulaşım (800 m içinde). Bazı otobüs duraklarına 400 m içinde yürüyerek ulaşım.

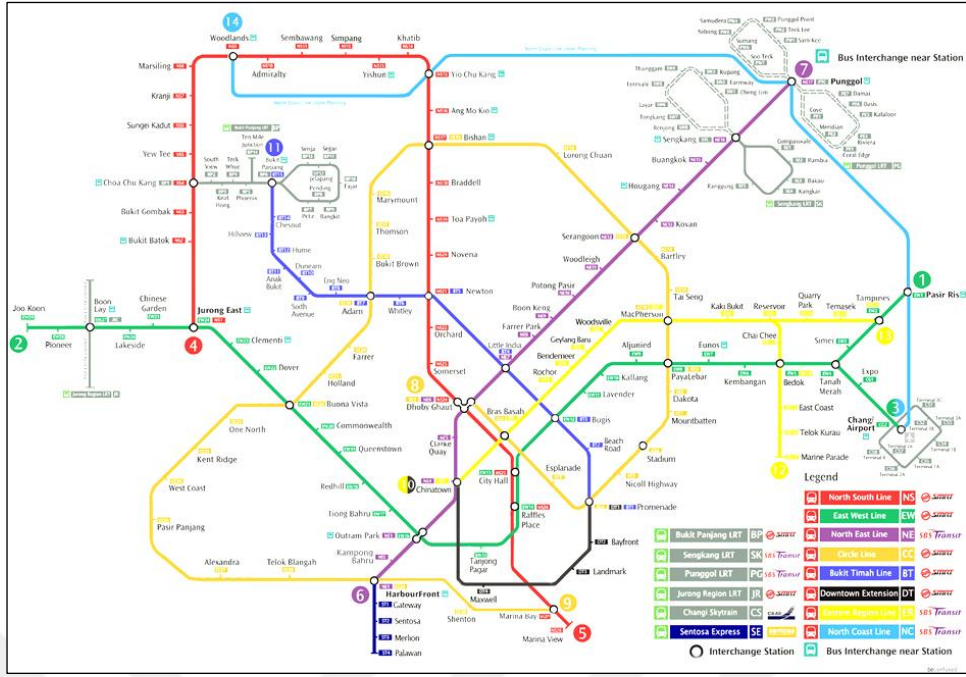
3.5.13 SİNGAPUR – Ağ Tasarımı ve Hat Tipleri

Singapur ya da resmî adıyla Singapur Cumhuriyeti, Malay Yarımadası'nın güney ucunda, ekvatorun 137 kilometre kuzeyinde yer alan bir ada ülkesidir. Kuzeyde Malezya'nın Johor eyaleti, güneyde ise Endonezya'nın Riau Adaları ile çevrili, dünyanın az sayıdaki şehir devletlerinden biridir. 2014 resmi rakamlara göre nüfusu 5.5 milyona yakındır. Singapur toplu ulaşım sisteminin, pazara hakim birkaç önemli operatörün kontrolünde gelişmesi, hizmetlerin regüle edilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. 1987'de toplu ulaşım ücretlerini onaylamak ve otobüs hizmetleri standartlarını düzenlemek için yönetim organı olarak kurulan Toplu Taşıma

Konseyi (PTC); mevcutta otobüs işletmeciliği kapsamındaki lisansları düzenlemektedir. Otobüs ücretleri ve güzergâhlarındaki değişiklikler PTC tarafından onaylandıktan sonra hayata geçirilmektedir. Bunun yanında, kaliteli bir toplu ulaşım sisteminin oluşturulması adına PTC, güzergâh planlaması ve tasarımı, hizmet verimliliği, çalışma saatleri, uygun maliyet ve hizmet bilgilerini de kapsayan çok sayıda standart ve şartların, otobüs işletmecileri tarafından gerçekleştirilmesini garanti altına almıştır. Standartlara ve şartlara uygunluk, PTC tarafından periyodik olarak yapılan denetimler aracılığıyla izlenmektedir [31].

Ulaşım Ağı

Singapur'da toplu ulaşım sistemi ağ yapısı Yüksek Hızlı Raylı Sistem (MRT) ağı çerçevesinde yapılmıştır. MRT ağı, standart göstergede 102 istasyonun yer aldığı 170,7 kilometrelik (106.1 mil) bir güzergahı kapsamakta; MRT ağı kapsamındaki hatlar SMRT ve SBS operatörleri tarafından işletilmektedir. 2015 yılı itibari ile günlük yolculuk sayısının 3 milyona yakın olduğu belirtilmektedir. Singapur toplu ulaşım sistemi içinde, MRT hizmetlerini desteklemek ve aynı zamanda beslemek amacıyla oluşturulmuş Hafif Raylı Sistem (LRT) ağı bulunmaktadır. LRT ağı toplamda 3 hat ve 43 istasyondan oluşmaktadır ve bu istasyonlardan en az biri MRT hattı ile bağlantılı durumdadır. MRT ağında olduğu gibi, LRT ağının da işletme faaliyetleri SMRT ve SBS operatörleri tarafından gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.38) [31].



Şekil 3.38 Singapur, MRT ve LRT Haritası [31]

Entegrasyon Yönetimi

Singapur'da ağ entegrasyonu, MRT'nin ve otobüslerin toplu ulaşım hizmetlerindeki rollerinin temel bir değerlendirmesi olarak ortaya çıkmıştır. Ağ tasarımı kapsamında MRT'nin hizmete sunulması sırasında öncelikle var olan otobüs hizmetleri ile yarış içerisinde olmayacağı ve birbirlerini tamamlayacakları kabul edilmiştir. Ulaşımla ilgili yetkililer tarafından;

- MRT sistemlerinin uzun mesafeli ve yüksek talepli koridorlarda çalışması,
- Otobüs hatlarının, MRT hatlarını beslemek amacıyla kısa mesafelerde çalışması kararlaştırılmıştır [31].

Daha sonrasında MRT'ye ek olarak Hafif Raylı Sistemlerin (LRT) eklenmesiyle birlikte, otobüsler demiryolu sistemlerini tamamlayıcısı olarak kullanılmaya devam etmiş ve hizmet kapsamı genişletilmiştir. Otobüs hatları ile demir yolu ağının entegrasyonu sonucunda;

- ✓ Operatörlerin verimliliği artmış,

- ✓ Banliyöler başta olmak üzere tüm toplu ulaşım hizmetleri kalitesinde artış sağlanmış,
- ✓ Otobüs trafiği %20 oranında azalmış,
- ✓ Şehir içi trafik sıkışıklığında azalma sağlanmıştır [31].

Otobüs Hat Sınıflandırması

Singapur'da otobüs hatları çalışma prensipleri doğrultusunda aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır;

Temel Otobüs Hatları

- **Ana Hatlar:** Şehirlerarası hatlardır. Bunlar, Singapur'daki en yaygın otobüs güzergâhlarını ve sınır ötesi güzergâhları kapsamaktadır.
- **Kısa Seyahat Hatları:** Yüksek talep alanlarına hitap etmek veya hizmet saatlerinin bitiminden önce tam sefer yapan kaynakların israfını en aza indirmek için yalnızca ana yollarının bir bölümünde faaliyet gösteren kısa mesafeli hatlardır.
- **Besleme Hatları:** Bir merkezi alan çevresinde oluşturulmuş hatlardır. Genellikle konut alanları ile ana hatlar arasındaki bağlantıyı kurarak, toplu ulaşım sistemi içindeki aktarmaları sağlamaktadır.
- **Merkezi Bağlantı / Merkezler Arası Hatlar:** Mevcut besleme hatlarının birleşimi olarak genişletilmiş otobüs hatlarıdır. Bunlar çeşitli konut alanları arasında bağlantıyı sağlarken aynı zamanda da bir otobüs aktarması sağlamaktadır.
- **Paralel Otobüs Hatları:** Demir yolu güzergâhına paralel olarak çalışan otobüs hatlarıdır [31].

Sınır Ötesi Otobüs Hatları: Singapur ve Malezya arasında çalışan otobüs hatlarıdır.

Ekspres Hatlar: Hızlı otobüs hatlarıdır.

Doğrudan Şehir Hatları: Otobüs Hizmet Geliştirme Programı kapsamında belirlenmiş konut alanları veya merkezi iş alanlarından doğrudan şehir merkezlerine ulaşımı sağlayan ekspres hatlardır.

Özel Otobüs Hatları: Özel amaçlar doğrultusunda belirlenen özel güzergâhlarda çalışan hatlardır.

Ayrıcalıklı (Premium) Otobüs Hatları: Özellikle iş merkezleri ile konut alanları arasında, klimalı ve koltuk garantili bir seyahat sunan hizmetlerdir. Bu hatların ücretleri, diğer hatlara göre en az 1,5 kat fazladır.

Shuttle (Servis) Otobüs Hatları: Geçici veya düzenli olarak çalışan ve hastane, alışveriş merkezleri veya üniversiteler ücretsiz yolcu taşıyan hatlardır.

Gece Otobüs Hatları: Talep odaklı olarak, gece yolculukları için oluşturulmuş hatlardır [31].

3.5.14 DAYTON – Hat Sınıflandırma

Dayton, ABD'nin Ohio eyalet sınırları içinde yer alan bir şehirdir. Yaklaşık nüfusu 145 bin civarında olan şehirde toplu ulaşım; tramvay, trolleybüs ve halk otobüsleri aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Şehirdeki otobüs işletmeciliğini Dayton Toplu Ulaşım Otoritesi (The Greater Dayton Regional Transit Authority (RTA)) yapmaktadır.

Dayton şehrinde gerçekleştirilen toplu ulaşım hizmetleri kapsamında oluşturulan hat tipleri aşağıdaki gibidir.

Yerel Hat: Şehrin içinde hizmet veren bu hatlar, RTA hizmet bölgesi içindeki tüm durakları kapsayacak şekilde hizmet vermektedir.

Banliyö Hattı: RTA hizmet bölgesi içerisinde yer alan banliyö bölgelerinden şehir merkezlerine yolcuların taşınması için oluşturulan hatlardır.

Çapraz Hat: Çeşitli bölgeleri kapsamakta, Dayton İş Merkezi Bölgesi'ne ya da bu bölgenin içinde ulaşım sağlamamaktadır. Bu hatlar genelde merkezi alan sınırları içinde bulunmayan bölgeler arasındaki bağlantıyı sağlamak adına oluşturulmuştur.

Ekspres Hat: Yolculuk potansiyeli yüksek iki ana bölge arasında hızlı hizmet sağlamaktadır. Genellikle otoban yolların kullanıldığı bu hatların güzergâhlarında park et – devam et alanları bulunmaktadır.

Kırsal Hat: Genellikle kırsal bölgelerin dışına, yoğun saatlerde hizmet vermektedir.

Besleyici Hat: Özellikle konut alanlarından şehir merkezlerine veya aktarma noktalarına yolcu taşınması amacıyla oluşturulmuş hatlardır. Bu hatlar genellikle küçük araçlarla işletilmektedir [32].

3.5.15 DENTON – Hat Sınıflandırma

Tekساس eyalet sınırları içinde bulunan Denton şehri yaklaşık 120 bin nüfusa sahiptir. Şehirdeki toplu ulaşım hizmetleri Denton Ulaşım Otoritesi (Denton County Transportation Authority (DCTA)) tarafından gerçekleştirilmektedir. Şehirde sağlanan toplu ulaşım hizmetleri çerçevesinde oluşturulan hat tipleri aşağıdaki gibidir [29];

Bölgesel Raylı Sistem Hatları: Bu hatlar; sınırlı sayıdaki istasyonları, hızlı seyahat süreleri ile merkezlere veya istihdam bölgelerine yapılan çift yönlü yolculuklar için en uygun hatlardır [29].

Bölgesel Ekspres Hatlar: Bu hatlar, yüksek yoğunluktaki yolcu potansiyelinin, özellikle yoğun saatler boyunca belirli bir istihdam alanına veya önemli bir aktarma merkezine hızlı bir şekilde ulaştırılması amacıyla kullanılan hatlardır. Ekspres hatlar, ana arterler ve otoyol şeritlerini kullanarak; otomobille seyahat süresi ile aynı veya daha iyi bir sürede ulaşım hizmeti verilmesine olanak tanır [29].

Bölgesel Ana Hatlar: Bölgesel ana hatların özellikleri aşağıdaki gibidir;

- **Tüm Gün Hizmet:** Bölgesel ana hatlar, öğle saatlerinde en az her 60 dakikada bir, yoğun saatlerde ise her 30 dakikada bir sefer gerçekleştirilecek şekilde çalışmaktadır. Amaç, besleme hatlara olan ya da besleme hatlardan gelen aktarmaların kolaylaştırılmasıdır.
- **Büyük Aktarma Merkezi Bağlantıları:** Bölgesel ana hatlar, önemli bir aktarma merkezine veya önemli bölgesel etkinlik merkezinde bir son durağa sahip olmalıdır. Hatlar, önemli bağlantı noktalarına zamanlı aktarma yapabilecek şekilde tasarlanmalıdır.
- **Daha Uzun Durak Arası Mesafe:** Bölgesel ana hatların hızlı bir şekilde çalışması ve otomobil seyahat süreleri ile nispeten daha rekabetçi olması için durak sayıları sınırlandırılmalı ve duraklar arası mesafe artırılmalıdır.

Kentsel Alan Ana Hatları: Ana hatlar genelde ana arter boyunca çalışan düz hatlardır ve yerel sabit hat otobüs hizmetinin temel biçimini oluşturmaktadır. Tipik olarak, ana hatlar, hafta içi her 15 ila 30 dakikada bir, nispeten uzun bir hizmet süresi ile çalışmaktadır [29].

Topluluk Sirkülatör Hatları: Genellikle 30 veya 60 dakika uzunluktaki yollarda (fakat daha fazla frekans potansiyeli olan) çalışan diğer yerel sabit hatlı otobüs hizmetleri, topluluk Sirkülatör hatları olarak adlandırılmaktadır. Bunlar, üniversiteler dışında, ana hatları desteklemek için nüfus yoğunluğuna veya istihdam özellikleri olmayan mahallelere politika seviyesinde kapsama hizmeti sunmak üzere tasarlanmıştır. 3 türde topluluk sirkülatör hattı bulunmaktadır [29];

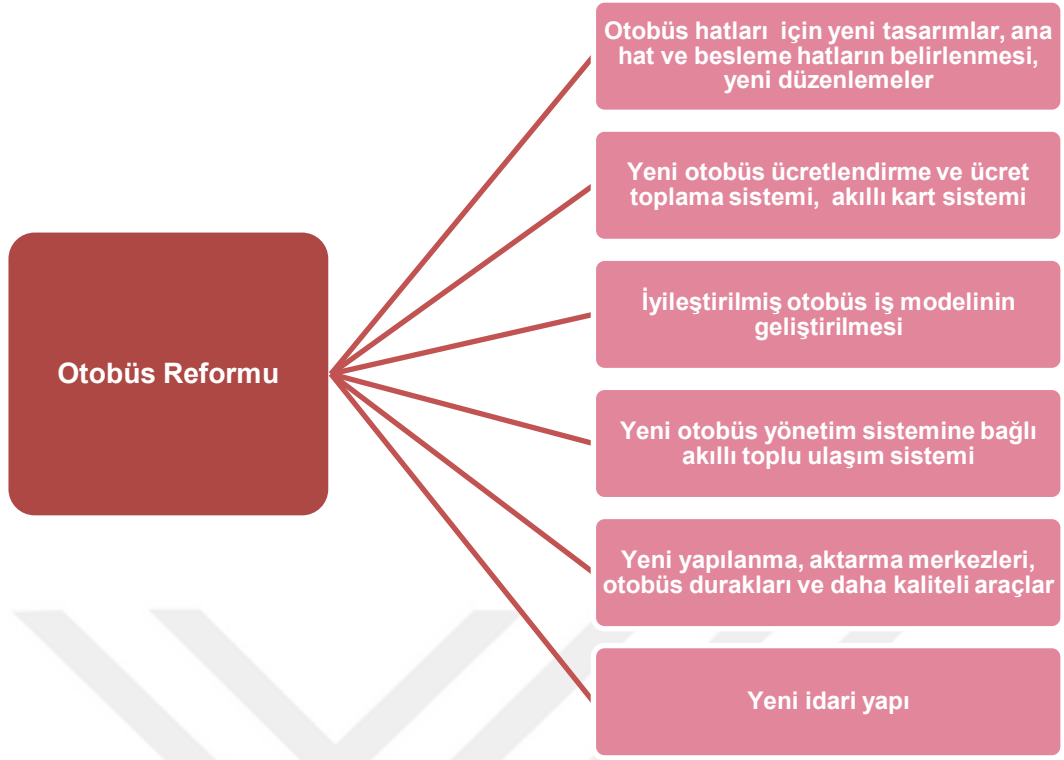
- **Sirkülatör Hatlar:** Bu hatlar geleneksel sabit hat hizmetleridir. Özel otomobillerle etkin bir şekilde rekabet etmediğinden, yüksek hizmet seviyelerinin etkili bir şekilde desteklenemediği durumlarda komşuluk dolaşım cihazları kurulmalıdır. Normalde her 30 ila 60 dakikada bir çalışmalıdır.
- **Besleyici Hatlar:** Besleyici otobüsler; ana hatları, banliyö raylı sistemini ve bölgesel ekspres otobüs hizmetlerini 'beslemek' için tasarlanmıştır. Besleyici hatlar, kentsel ve düşük yoğunluklu banliyö mahallelerinde çalışır ve besleyiciler tarafından sunulan aktarma merkezlerinde diğer güzergâhlarla zamanlı aktarmalar sağlamak için her türlü çaba gösterilmelidir.
- **Üniversite Sirkülatörleri:** Bu hatlar geleneksel sabit hatlara benzer ancak diğerlerinin aksine bu hatların önemli park kısıtlamaları veya maliyetleri vardır ve belirli bir kesime - öğrenci, öğretim üyeleri ve personel yolcuları - hizmet ederler. Bu hatlar genellikle her 5 ila 30 dakikada bir, göreceli olarak iyi frekanslarda, çalışır [29].

Çağrı Üzerinden Talep Bazlı Hatlar: Talep bazlı hizmetler, transit geçişi destekleyici arazi kullanımlarının ve nüfus yoğunluğunun eksikliği nedeniyle, geleneksel sabit hat hizmetleri uygun olmayan alanlarda sağlanmaktadır [29].

3.5.16 SEUL – Otobüs Reformu ve Hat Düzenleme

Seul, Güney Kore'nin başkenti ve aynı zamanda en büyük şehridir. 10 milyonun üzerinde nüfusun bulunduğu şehir merkezinde, ulaşım faaliyetleri Seul Büyükşehir Belediyesi otoritesinde gerçekleştirilmektedir. Şehir toplu ulaşımında özellikle otobüs ve raylı sistem hizmetleri ön plandadır. Seul'de son 30 yılda gerçekleşen büyüme süreci ve bu süreçte yaşanan zorlukların yanında, toplu ulaşım adına çok büyük bir etki yaratan gelişmeler de yaşanmıştır. Gerçekleştirilen Otobüs Reformu ile toplu ulaşım sistemi yeniden düzenlenmiş ve sitemlerin yönü değişmiştir [33].

Seul'de yaşanan otobüs reformu süreci, operasyonların yeniden organize edilmesini; ilk Hızlı Otobüs Taşımacılığı (Bus Rapid Transit (BRT)) koridorlarının sunulmasını; otobüs, metro ve taksi hizmetleri arasında daha iyi bir koordinasyon sağlanmasını; otobüs filosunun kalitesinin artırılmasını; daha gelişmiş araçların kullanılmasını ve farklı modlar ile rotalarda ücret ve bilet sisteminin tam entegre hale getirilmesini kapsamaktadır. Gerçekleştirilen otobüs reformu kapsamındaki entegre yaklaşım; otobüs sektörüyle başlamış daha sonra toplu ulaşımındaki kurumsal, organizasyonel ve yenilikçi gelişmelerle devam etmiştir. Seul'de daha gelişmiş bir toplu ulaşım yaratılması için düşük karbonlu çevreci ulaşım sistemleri, insan odaklı trafik sistemi ve talepleri karşılayacak ekonomik gelişim süreçleri geliştirilmiştir. Seul'da gerçekleştirilen reformlar kapsamında 2004'ten bu yana otobüs sisteminde sağlanan gelişmeler Şekil 3.39'da yer almaktadır [33].



Şekil 3.39 Seul Otobüs Reformu [33]

Toplu ulaşımında yaşanan reformla birlikte, hizmet seviyesinin artırılması ve metro yolları ile daha iyi entegrasyon sağlanması için tüm ana hatlar ve besleyici otobüs hatları taleplere ve artan kapasitelere göre yeniden tasarlanmıştır. Bu süreçte sağlanan iyileştirmeler Şekil 3.40'ta karşılaştırmalı şekilde özetlenmiştir.

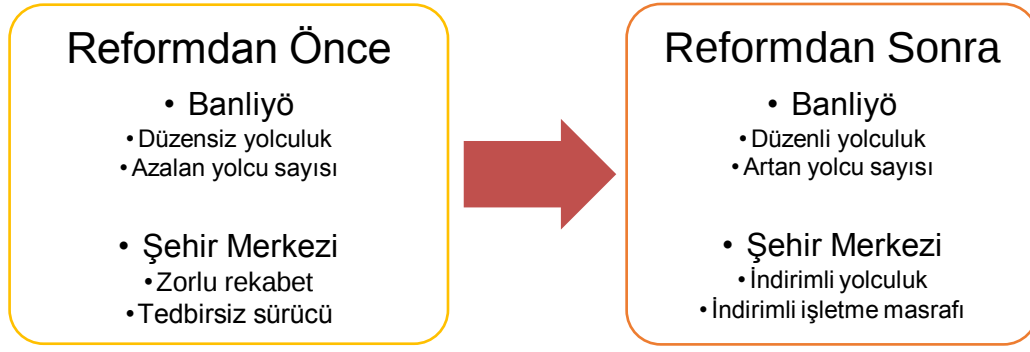
Reformdan Önce (Özel Operatörler)	Reformdan Sonra (Yarı Kamusal Operasyonlar)
•Bireysel Operatörler Tarafından Toplanan Yolculuk Bazlı Gelirler •Geliri Yüksek Olmayan Hat Seferlerinin Aksaması •Yüksek Rekabet, Düşük Hizmet Kalitesi •Operatörlerin Geliri Az Hatları Reddetmesi	•SMG ve Otobüs Operatörleri Tarafından Ortak Yönetilen Gelirler •Hizmet Meafesine Göre Ücretlendirme •Geliri Az Hatlardaki Aksamaları Engellemek için Maddi Destek •Hizmet Kalitesini Artıracak Yönde Rekabet •Vatandaş Taleplerine Göre Güzergahların Düzenlenmesi

Şekil 3.40 Seul Otobüs Reformu Öncesi ve Sonrası [33]

Otobüs reformuyla birlikte, toplu ulaşım alanında yenileşmeye giden Seul Belediyesi, gerçekleştirdiği çok sayıda düzenleme ile sistemin iyileştirilmesi adına önemli uygulamaları yürürlüğe koymuştur. Toplu ulaşımın düzenlenmesi adına yapılan çalışmalar aşağıdaki gibidir [33];

Hat ve Güzergâh Optimizasyonu

Otobüs hizmet ağının etkinliğini arttırmak için Seul Büyükşehir Belediyesi ile Seul Otobüs Operatörleri arasında yapılan anlaşmaya bağlı olarak hat güzergâhları yeniden düzenlenmiştir. Bu optimizasyondaki amaç, metroya ve ana otobüs hatlarına kolay entegre olan yeni bir hat yapısı oluşturmaktır. Hatlar ana hat, besleme hat ve ring hattı olarak sınıflandırılmıştır. Her bir hat için belirli çalışma bölgesi ve çalışma prensipleri ortaya konmuştur. Hatta özel ücretlendirme, renklendirme, numaralandırma gibi çalışmalar da bu kapsamda gerçekleştirilmiştir. Hat optimizasyonu; ana ulaşım hatlarının besleme hatlar ile ilişkilendirilmesi politikası ışığında gerçekleştirilmiştir. Reform süreci ile birlikte gerçekleşen değişimler karşılaştırmalı olarak Şekil 3.41’de ele alınmıştır [33].



Şekil 3.41 Seul, Hat Optimizasyon [33]

Hat Sınıflandırması ve Renklendirme Uygulaması

İnsan odaklı bir toplu ulaşım hizmeti sunmayı amaçlayan belediye, bu kapsamda da yolcu refahını ön plana almaktadır. Ana hat - besleme hat kurgusu üzerine oluşturulan sistemde; otobüsler, işletim güzergâhlarına göre renklendirilmiştir. Bu uygulamada amaç, teoride belirlenen hat tiplerinin uygulamada yolcular tarafından da kolayca algılanmasını sağlamaktır. Yapılan renklendirme çalışmaları ile birlikte yolcular, ana hat, besleme hat, bölgesel hat gibi ayrımları çok rahat bir şekilde yapabilmekte, yolculuk planlama konusunda zorluk yaşamamaktadır [33].

Seul toplu ulaşım sistemi için belirlenen hat tipleri ve hatlara göre renklendirme uygulaması Şekil 3.42’de yer almaktadır.



Şekil 3.42 Seul, Otobüs ve Hat Tiplerine Göre Renk Uygulaması [33]

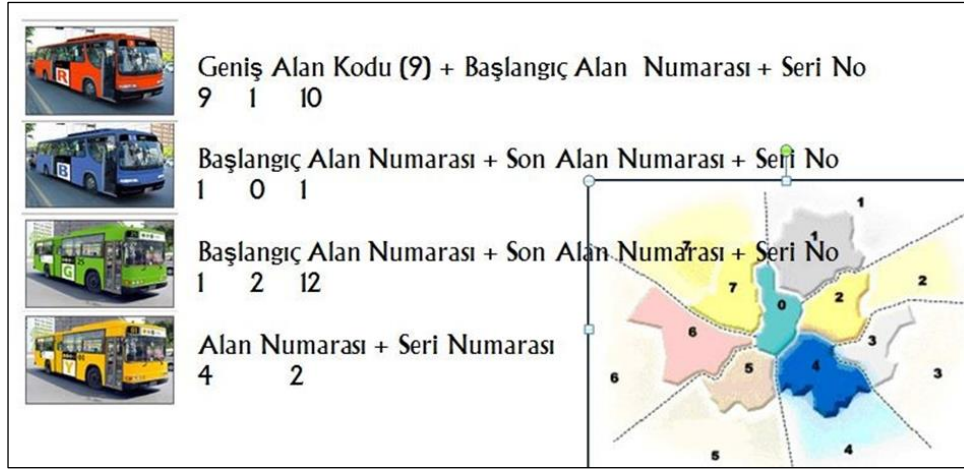
Seul toplu ulaşım sistemi içinde hatlar, hat tipine özgü çalışma bölgesi ve çalışma kriterlerine sahip oldukları için, araç içleri verilen hizmete uygun olarak tasarlanmıştır. Bölgesel hat olarak belirlenen kırmızı renkteki araçlarda ayakta yolcu alınmaz iken, ana hat olarak belirlenen mavi renkteki araçlar ayakta yolcu alacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 3.43 Seul, Otobüs Araç İçi Görünümleri

Hat Kodlarının Hizmet Verdikleri Alanlara Göre Numaralandırılması

Seul toplu ulaşım sistemi içinde gerçekleştirilen çalışmaların yolcuların refahını artırmaya yönelik olduğunu kanıtlayan bir diğer uygulama ise hat numaralandırma sistematığının oluşturulmasıdır. Bu kapsamda Seul Büyükşehir Alanı 7 bölgeye ayrılmış, hat numaralandırma buradaki alan kodları baz alınarak yeniden düzenlenmiştir. Bu uygulamadaki amaç, yolcuların hatların güzergâhını kolayca anlayabilmesidir [33].



Şekil 3.44 Seul, Otobüs Hat Kodları [33]

Hat numarasının ilk sayısı, başlangıç alan numarası olup ikinci hane varılan alanın numarası, son hane veya haneler ise seri numarasıdır. Geniş Alanda Hizmet Veren Ana Hatlar, '9' ile başlamaktadır (Şekil 3.44) [33].

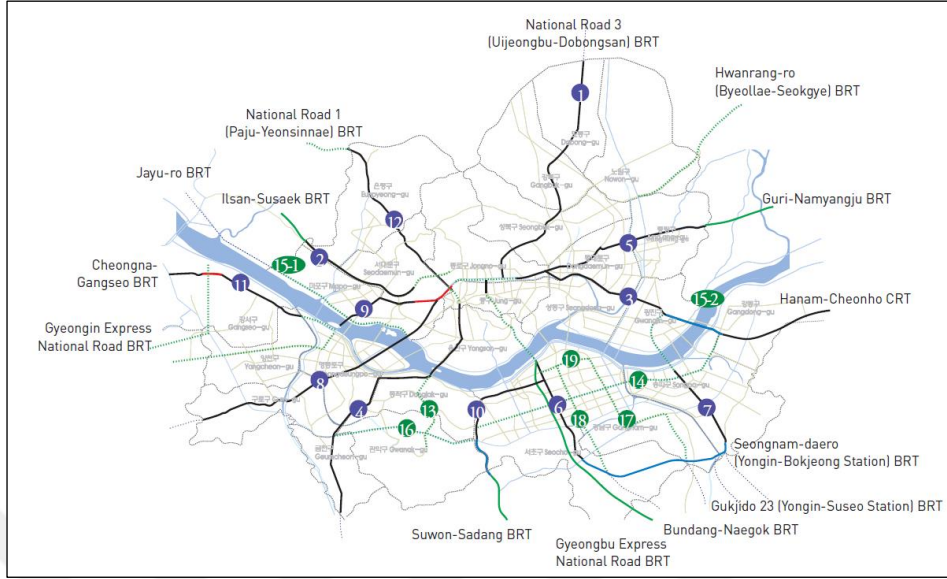
Özel Otobüs Şeridi Uygulaması (BRT)

Ana aksın ortasında sinyalizasyon sistemi ile otobüslere öncelik veren sistem olarak tanımlanmıştır. Ana arterin orta kısmında gidiş - dönüş olmak üzere 2 şerit ayrılmıştır. Hizmet veren otobüslerin güzergâhları BRT sisteminin var olduğu akstan geçtiğinde, bu otobüsler BRT sistemine dâhil olmaktadır. Otobüsler BRT sistemini oluşturan yoldan çıktığında kendi güzergâhlarında toplu taşıma hizmetini gerçekleştirmektedir [33].



Şekil 3.45 Seul, BRT Hattı

Seul’ de toplam yaklaşık 120 km’lik 12 BRT koridoru bulunmaktadır (Şekil 3.46). BRT hattı ile otobüslerin zamanındalık oranlarında artış sağlanmıştır.



Şekil 3.46 Seul, BRT Ağ Haritası [33]

Seul toplu ulaşım sisteminde ücretlendirme, mesafe bazlı ve aktarma esaslı olduğundan sisteme giriş ve çıkışlar önemlidir. Otobüs içinde iniş kapılarında, inen yolcuların sistemden çıkmasını sağlayan validatörler bulunmaktadır (Şekil 3.47).



Şekil 3.47 Seul, Ücret Toplama Sistemleri

Seul Belediyesi tarafından gerçekleştirilen otobüs reformu ile birlikte hayata geçirilen uygulama ve düzenlemeler, İstanbul’da gerçekleştirilecek entegre

planlama uygulamalarına temel oluşturacak niteliktedir. Özellikle, hat sınıflandırması, hat tipi özelinde renklendirme ve numaralandırma çalışmaları gibi uygulamalar, toplu ulaşım sisteminin etkinliğini artıracak önemli örnekler arasında yer almaktadır.

3.6. Dünya Örnekleri Değerlendirmesi

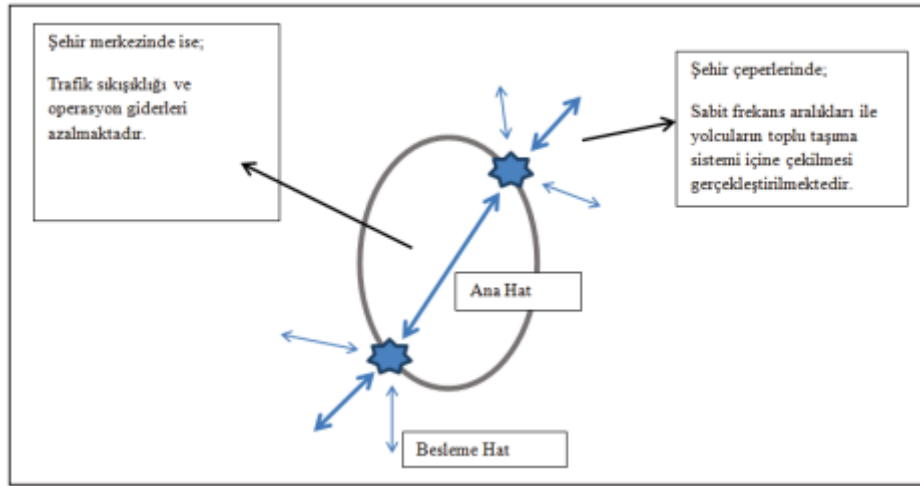
Yapılan dünya örnekleri araştırmaları sonucunda, entegre ulaşım planlama uygulama alanının çok geniş olduğu ve planlamanın farklı aşamaları için farklı çalışmaların yapıldığı gözlemlenmiştir. Aktarma merkezleri ve Park Et & Devam Et alanlarının toplu ulaşım sistemi içindeki önemi, sistem üzerindeki etkileri, tasarım ilke ve süreçleri incelenmiştir. Aktarma merkezlerinin farklı mod ve farklı hizmetler arasındaki geçişi sağlayan alanlar olması dolayısıyla güvenlik, erişilebilirlik, bilgilendirme gibi konularda yolcuların ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikteki özellikleri, uygulamaları ve hizmetleri ele alınmıştır.

Şehirlerde gerçekleştirilen entegre ulaşım planlama süreçleri incelendiğinde; her şehir için yapılan planlama faaliyetlerinin şehrin yapısına ve sahip olunan toplu ulaşım sisteminin özelliklerine göre değişiklik gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Ancak ulaşım konusunda iyi olan tüm şehirlerde ana - besleme hat kurgusu görülmektedir. Raylı sistemlerle çakışan uzun hatlar yerine yüksek kapasiteli ana hatlara besleyici kısa, sık frekanslı hatlar tercih edilmektedir. Bu da zaman, maliyet, mesafe gibi birçok konuda tasarruf sağlamaktadır. Yine tüm örneklerde hatlar çeşitli özelliklere göre gruplandırılmıştır.

Bir sonraki bölümde İstanbul için de bu örnekler baz alınarak hat tipi önerileri geliştirilecektir. Tüm bu örnekler ana - besleme hat modeli için temel oluşturacaktır.

Bir önceki bölümlerde İstanbul'daki mevcut toplu ulaşım sisteminden bahsedilerek Ana-besleme hat modeli için temel oluşturan aktarma merkezleri ve entegre planlama gibi konular detaylıca ele alınmış ve dünya örnekleri incelenmiştir. Bu bölümde ise ana - besleme hat modeli için öncelikle hat tipleri önerilerek 2023 yılına kadar açılacak Raylı sistemler kapsamında 28 adet aktarma merkezi belirlenmiştir. Bir sonraki bölümde ise belirlenen aktarma merkezlerinden biri olan Mahmutbey Aktarma merkezinin simülasyonu yapılarak sonuçları değerlendirilecektir.

Ana - besleme hat modeli toplu taşıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Bu model sayesinde ana artere uzak lokasyonlardaki yolcular kısa besleme hatlar ile ana hatlara taşınarak ulaşım hizmeti verilmektedir. Şekil 4.1'de gösterilen ana-besleme hat modelinde yolcu yoğunluğu düşük bölgelerdeki talepler, düşük kapasiteli sık frekanslı araçlar ile yolcu yoğunluğu yüksek olan ana hatlara taşınmaktadır. Böylelikle farklı lokasyonlardaki yolcular ana-besleme hat ulaşım modeli ile merkezi noktalara hızlı ve konforlu bir şekilde taşınmaktadır. Besleme hatların ana hatlarla kesişme noktalarında aktarma sistemi ile ana hatta geçiş sağlanmaktadır [34].



Şekil 4.1 Ana - Besleme Hat Modeli [34]

Ana - besleme hat modelinde en önemli etken aktarma merkezleridir. Belirlenen aktarma merkezleri modlararası fiziki entegrasyon bölümünde bahsedilen ve dünya örneklerinde belirtilen entegrasyon kurallarına uygun olmalıdır. Dünya örneklerine bakıldığında ana hat olarak tanımlanan hatlar metro hatları, metrobüs hatları ve raylı sistemlerin ulaşamadığı yerlerde de otobüs hatları olarak belirlenmektedir. Besleme hatlar ise otobüs ve minibüs hatlarından oluşmalıdır. Böylelikle sık frekanslı kısa hatlarla yüksek kapasiteli hatlara yolcu taşınması gerçekleştirilerek birçok konuda tasarruf sağlanmaktadır.

Modelde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da ücret entegrasyonudur. Ana hat ve besleme hatlar arasında ücret entegrasyonu mutlaka olmalıdır. Özellikle İstanbul gibi büyük bir şehirde aktarma sayılarının fazla olduğu göz önünde bulundurularak besleme hatların ücretsiz aktarma sistemine sahip olması elzemdir. Ana - besleme hat modelinin temelinde aktarma olduğundan ücret entegrasyonunun olmaması yolcu tepkilerine sebebiyet verecek ve model sürdürülebilir olmayacaktır. Bu sebeple modelin uygulanması için ilk adım besleme hatların ücretsiz tarife sahip olmasıdır.

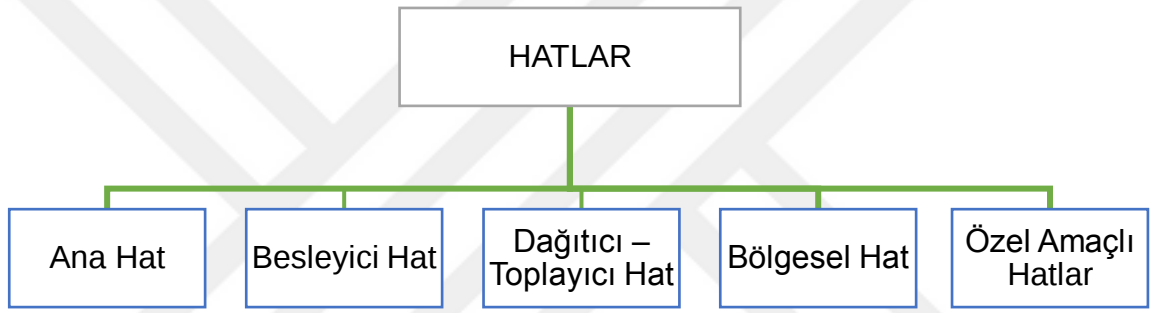
4.1 Ulaşım Planlama Standartları

Bu başlıkta İstanbul modeli için hat/ güzergah entegrasyon standartları ve zaman entegrasyonu standartları ortaya konmuştur. Standartlar, çalışma kapsamında ele

alınan tüm araştırmaların bir sonucu olarak ve İstanbul toplu ulaşım sisteminin realitesi dikkate alınarak; uygulanabilir bir planlama sürecini ortaya koyacak ve uygulamaları geçerli kılacak şekilde oluşturulmuştur.

4.1.1 Hat / Güzergâh Entegrasyonu Standartları

Yapılan mevcut durum analizleri, literatür araştırmaları ve incelenen dünya örnekleri sonucunda; Ulaşım Planlama faaliyeti kapsamında İstanbul toplu ulaşım sistemindeki tüm modları kapsayacak biçimde önerilen hat tipleri Şekil 4.2'deki gibidir.



Şekil 4.2 Hat Tipleri

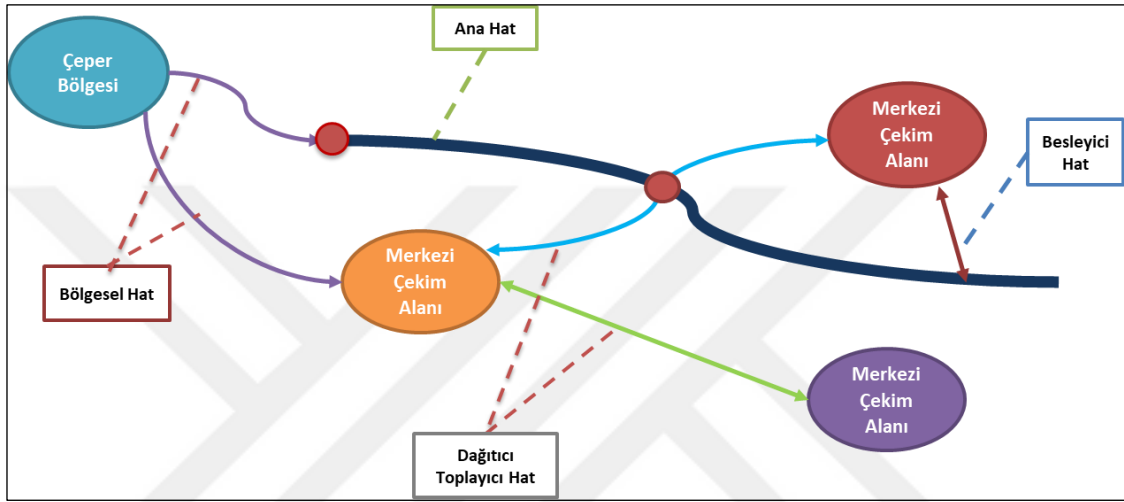
Ana Hat: Başta raylı sistem ve metrobüs sistemi olmak üzere; bu sistemlerin bulunmadığı bölgelerde, belirlenen yüksek yoğunluktaki talep koridorları üzerindeki yüksek kapasiteye sahip otobüs ve deniz yolu hatlarını kapsamaktadır.

Ana hatlar, toplu ulaşım sisteminin omurgası olarak diğer hatlarla entegre bir şekilde, önemli çekim alanlarını birbirine bağlamak amacıyla oluşturulmaktadır. Bu hatlar; yolculuk talebinin çok yoğun olduğu ana arter üzerinde; yüksek işletme hızı, yüksek frekans, yüksek kapasite ve sınırlı durak sayısı ile hizmet vermektedir.

Besleyici Hatlar: Merkezi çekim alanlarından, ana hatlara (raylı sistem, metrobüs, vb.) yolcuların ulaşımını sağlamak amacıyla kullanılan hatlardır. Ana hatlarla entegre bir biçimde, ücretsiz tarifeyle sahip, kısa güzergah ve yüksek frekanslarda çalışmaktadır.

Dağıtıcı – Toplayıcı Hatlar: İki merkezi çekim alanı arasında ulaşımı sağlamak veya iki merkezi çekim alanı arasında ulaşımı sağlarken bu iki bölge arasında kalan ana hata yolcu taşımak - yolcu almak amacıyla kullanılan hatlardır.

Bölgesel Hatlar: Şehrin çeperlerinden, yerleşimin dağınık olduğu noktalardan en yakın merkezi çekim alanına veya ana hatta yolcu taşıyan hatlardır. Bu hatlar, uzun yolculuk süresi, sınırlı sayıdaki durakları, talebe göre değişiklik gösteren frekansları ile besleyici hatlardan ayrılmaktadır.



Şekil 4.3 Hat Tipleri

Özel Amaçlı Hatlar: Diğer hatlardan farklı olarak; talep edilen hizmet türüne göre değişiklik gösteren ve belli bir amaç doğrultusunda oluşturulmuş hatlardır. Çalışma prensiplerinin amaca yönelik değişiklik gösterdiği bu hat grubunda; turistik hatlar, hava alanı hattı ve gece hattı gibi özel hatlar bulunmaktadır. Hat özelinde frekans, durak ve yolculuk süreleri değişiklik göstermektedir.

Yapılan inceleme ve araştırmalar sonucunda ortaya çıkan birçok çalışmada, yapılan hat sınıflandırmalarını destekleyecek şekilde hat tiplerini tanımlamayı sağlayacak kriterlerin oluşturulduğu gözlemlenmektedir. Rapor kapsamında ele alınan iyi uygulamalardan da yararlanmak suretiyle, İstanbul toplu ulaşım sistemi için oluşturulan hat tiplerinin tanımlanması için belirlenen kriterler aşağıdaki gibi ortaya çıkmıştır [4]:

- Çalışma Bölgesi
- Talep
- İşletme Hızı
- Araç Kapasitesi
- Sıklık
- Hat Süresi
- Çalışma Saati

Hat Tipleri Çalışma Stratejileri

- Yoğun talep koridorlarında konumlandırıan ana hatlar, şehir ulaşımının omurgasını oluşturmaktadır.
- Ana hatta paralel olarak çalışan başka hat tipi bulunmamaktadır.
- Aynı güzergâhta farklı tipte hatlar bulunmamalıdır.
- Dağıtıcı toplayıcı hatlar potansiyel ana hat olarak belirlenmiştir. Talep, ana hat için belirlenen standartlara çıktığında ilgili dağıtıcı toplayıcı hat, ana hat olarak kabul edilecektir.
- Besleyici hatlar, merkezi çekim alanlarından ana hatlara ve ana hatlardan merkezi çekim alanlarına yolcu taşımak amacıyla kullanılmaktadır. Besleyici hatlar, ana hatta temas ettikleri noktada kesilmektedir.

4.1.2 Zaman Entegrasyonu Standartları

Entegre Ulaşım Planlamanın en önemli unsurlarından biri olan zaman entegrasyonu, toplu ulaşım sistemi içindeki faaliyetlerin zamansal olarak bir uyum içinde sürdürülmesini ifade etmektedir ve özellikle yolcuların sistemi algılayış biçimlerini doğrudan etkilemektedir.

İstenilen hizmet seviyesini sağlayabilmek amacıyla hat tipleri özelinde minimum hizmet değerleri belirlenmiştir. Entegre bir toplu ulaşım sistemi oluşturmak ve yolcuların sisteme olan güvenlerini sağlamak amacıyla, her bir hat tipi için maksimum sıklık kriteri getirilerek hizmet standardı oluşturulmuştur. Dünya örnekleri baz alınarak hat tipi özelinde önerilen sıklık değerleri Tablo 4.1'deki gibidir;

Tablo 4.1 Hat Tiplerine Göre Frekans

Hat Tipi	Sıklık
Metrobüs Ana Hattı	max 5 dk
Metro Ana Hattı	max 5 dk
Tramvay Ana Hattı	max 6 dk
Otobüs Ana Hattı	max 10 dk
Deniz Yolu Ana Hattı	-
Besleyici Hat	max 15 dk
Dağıtıcı Toplayıcı Hat	max 30 dk
Bölgesel Hat	-

Deniz yolu ana hattı ve bölgesel hattın kendi operasyonel süreçlerinde çeşitli kısıtlarının olması nedeniyle, bu hatlar için bir sıklık standardı önerilmemiştir. Hat bazlı ortaya konan standartlarla birlikte, zaman entegrasyonunun sağlanması adına gerekli stratejiler aşağıdaki gibi ele alınmıştır.

Zaman Entegrasyonu Stratejileri

- Zaman entegrasyonu, planlanan sefer çizelgeleri ile sağlanır.
- Ana hattı besleyen besleyici hatlar, ana hattın frekansına ve çalışma saatlerine uygun olarak çalışmaktadır.
- Özellikle büyük aktarma merkezleri başta olmak üzere, aktarmaların yapıldığı alanlarda hizmetler arasındaki yürüme ve erişim süreleri göz önünde bulundurulmaktadır.
- Ana hattı belirli bir noktada kesip, tekrar devam eden dağıtıcı – toplayıcı hatlar için de entegrasyon noktasında zaman uyumu sağlanmaktadır.

- Özellikle deniz yolu sistemlerinde çok sık olmayan seferler için, bu hatları besleyen besleyici veya dağıtıcı - toplayıcı hatların sefer çizelgelerinin ana hat ile uyumu sağlanmaktadır.
- Lastik tekerlekli sistemler kapsamında, farklı hatlar tarafından ortak kullanılan duraklarda sefer çizelgelerinin uyumu sağlanmaktadır [4].

Sefer Çizelgesi Planlama Kriterleri

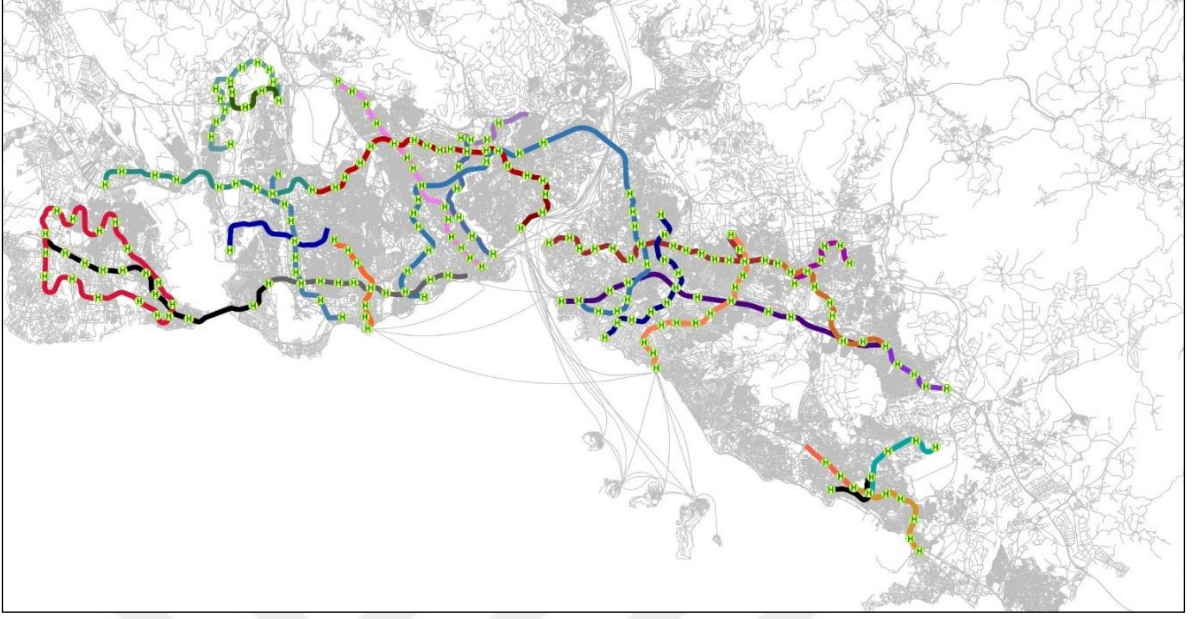
Sefer çizelgeleri için belirlenen kriterler her bir mod için uygulanması uygun olan faktörlerden oluşmaktadır. Her bir mod özelinde yapılan sefer çizelgelerinin planlama yönteminde farklı uygulamalar kullanılabileceği gibi, tüm modlar için ele alınması gereken kriterler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Yolcu Yoğunluğu
- Araç/Sürücü Sayısı
- Garaj - Depolama Alanı Dağılımı
- Benzer Güzergâhta Çalışan Diğer Hatların Sefer Çizelgeleri İle Entegrasyonu
- Araç Tipi
- Sefer ve Dinlenme Süreleri
- Mesai Saatleri
- Diğer Modlarla Entegrasyon

4.2 Raylı Sistem Projeleri ve Aktarma Merkezi Önerileri

İstanbul'un 2023 vizyonundaki projelerin hayata geçirilmesi ile birlikte Raylı sistem ağ yapısı genişleyerek entegre planlama ve ana - hat besleme hat modelinin uygulanması kaçınılmaz hale gelecektir. 2023 yılına kadar hayata geçirilecek projeler ve aktarma merkezleri bölümünde bahsedilen İETT tarafından yapılan puanlama çalışması dikkate alınarak 28 nokta aktarma merkezi olarak belirlenmiştir. Belirlenen noktalar, yolcu sirkülasyonunun yoğun ve birden fazla modun kesişim noktasının bulunduğu alanlardan oluşmaktadır.

Planlanan Raylı sistem projeleri Şekil 4.4'te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 Raylı Sistem Projeleri

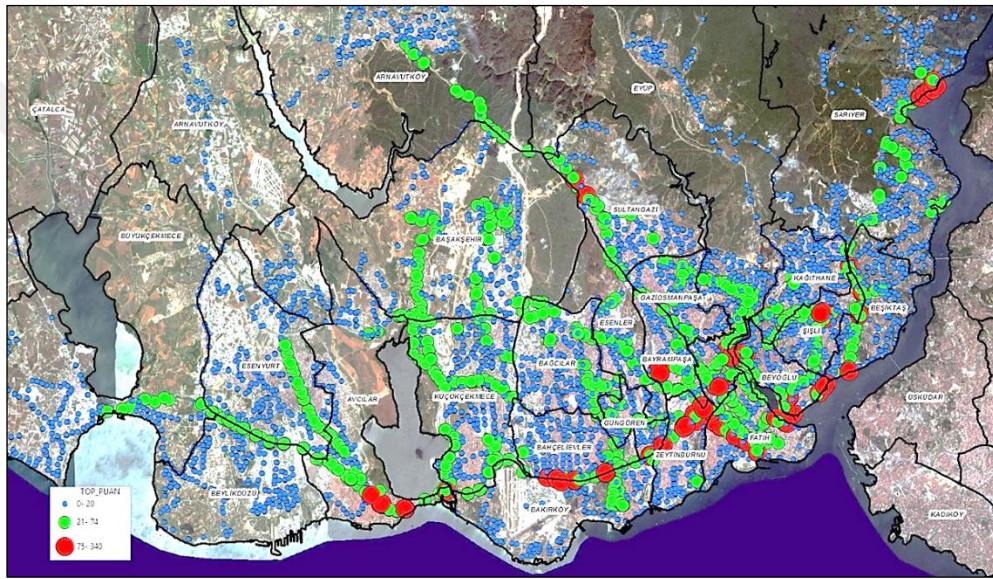
İETT CBS Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmada çeşitli kabuller sonucunda uygulanan metodoloji Şekil 4.4'teki gibidir;

- 1 •Her durağa, duraktan geçen İETT otobüs hat sayısı kadar otobüs hat puanı verilmiştir.
- 2 •Her durağa 50 metre mesafe içerisinde (yürüyüş mesafesi) yer alan minibüs hattı sayısı kadar minibüs hattı puanı verilmiştir.
- 3 •Her durak için; İETT otobüs hat puanı ile Minibüs hat puanı toplanmıştır.
- 4 •Duraklar 200 metre mesafe içerisinde Raylı Sistem istasyon noktalarına değişorsa, toplam hat sayısı puanı 2 katsayısı ile çarpılmıştır.
- 5 •Duraklar 200 metre mesafe içerisinde Metrobüs duraklarına değişorsa, toplam hat sayısı puanı 2 ile çarpılmıştır.
- 6 •Duraklar 500 metre mesafe içerisinde iskele noktalarına değişorsa, toplam hat sayısı 2 katsayısı ile çarpılmıştır.

Şekil 4.5 Durak Puanlama Çalışması [4]

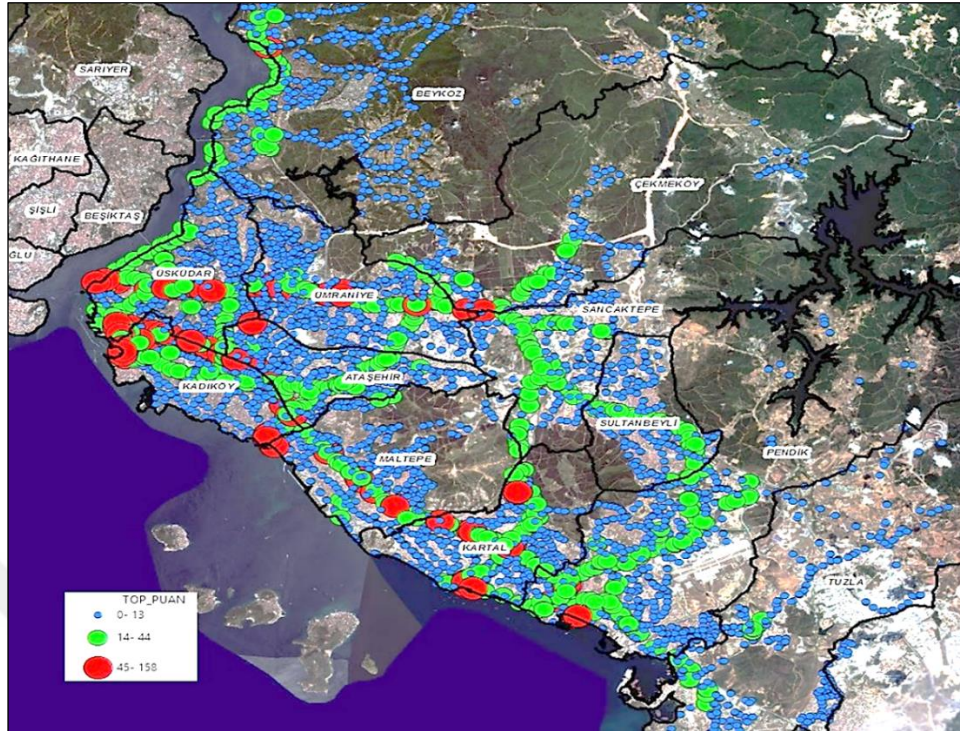
Yapılan hesaplamalar sonucunda 12.394 adet durak için bir puanlama haritası oluşturulmuştur. Her iki yaka için de en yüksek puanlara sahip kırmızı noktalar; başta toplu ulaşımın ana omurgasını oluşturan raylı sistem, metrobüs sistemi ve deniz yolu sistemleri olmak üzere diğer ulaşım türlerini de içine alan farklı kesişim noktalarını göstermektedir. Kırmızı alanlar, fiziksel bir tesise veya fiziksel olarak modlar arası erişime olanak sağlayacak şekilde standartlaştırılmış alana sahip aktarma merkezleri potansiyelindeki alanlardır.

Avrupa yakasında bulunan otobüs duraklarının puanı Şekil 4.6'da gösterilmiş olup puanlama haritası, ihtiyaç duyulan aktarma merkezi alanlarını ortaya koymaktadır.



Şekil 4.6 Avrupa Yakası Aktarma Puanlama Haritası [4]

Anadolu yakasında bulunan otobüs duraklarının puanı Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



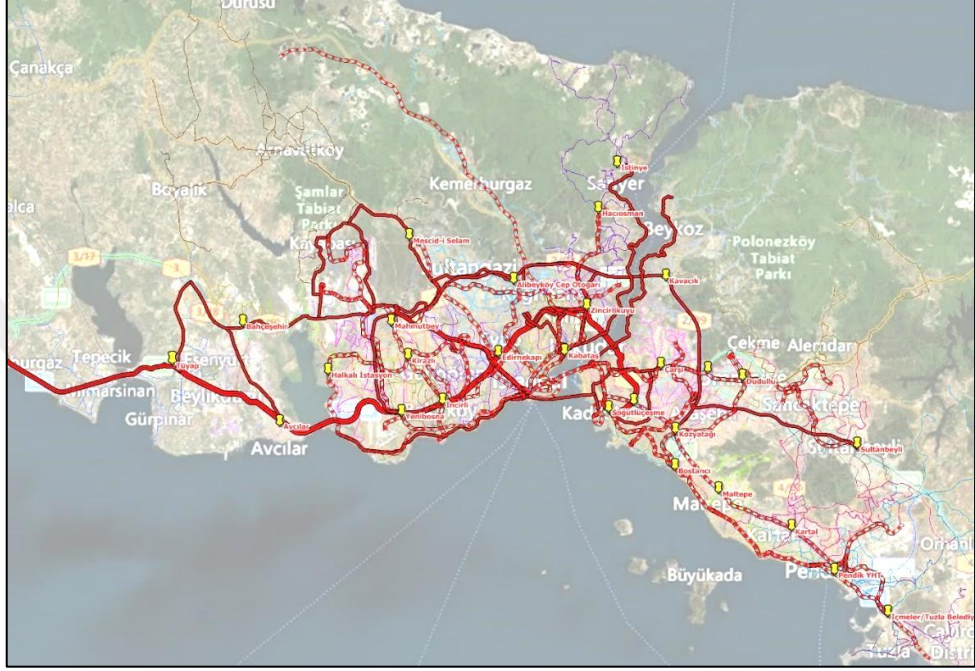
Şekil 4.7 Anadolu Yakası Aktarma Puanlama Haritası [4]

Raylı sistem projeleri ve yukarıda bahsedilen puanlama çalışması göz önünde bulundurularak, İstanbul için aktarma merkezi potansiyeline sahip 28 nokta belirlenmiştir (Tablo 4.2 ve Şekil 4.8).

Tablo 4.2 Belirlenen Aktarma Merkezleri

ALİBEYKÖY	AVCILAR	BAHÇEŞEHİR
DUDULLU	EDİRNEKAPI	HACIOSMAN
HALKALI	İNCİRLİ	CEVİZLİ
KABATAŞ	KARTAL	KAVACIK
KİRAZLI	KOZYATAĞI	MADENLER
MAHMUTBEY	MALTEPE	MESCİDİ SELAM

MİLLET BAHÇESİ	PENDİK	SÖĞÜTLÜÇEŞME
SULTANBEYLİ	TEPEÜSTÜ	TUZLA
TÜYAP	UZUNÇAYIR	YENİBOSNA
ZİNCİRLİKUYU		



Şekil 4.8 Önerilen Aktarma Merkezleri

4.3 Ana - Besleme Hat Modelinin Faydaları

Mevcut durumda entegrasyon eksikliği sebebiyle her mahalleden her merkeze hat talebi bulunmaktadır. Bu durum verimsiz hatlara sebebiyet vermektedir. Ana - besleme hat modelinin uygulanması durumunda yüksek entegrasyon sağlanarak mahallelerdeki yolculukların aktarma merkezlerine yönlendirilmesiyle aktarma merkezlerinden merkezlere hızlı, yüksek kapasiteli araçlar ile ulaşım sağlanacaktır.

Mevcutta çok uzun hatlarda sık sefer sağlanamadığından yolcu memnuniyetsizliği oluşmaktadır. Ancak ana - besleme hat modelinde kısa, sık seferler yapılacağından sefer sayısında ciddi artışlar oluşacaktır.

Yoğunluğu fazla olan bölgelerde ana hatlar yüksek kapasiteli araçlarla sık servis yapacak düşük yoğunluklu bölgelerde düşük kapasiteli araçlarla sık servis yapılarak konfor artışı sağlanacaktır.

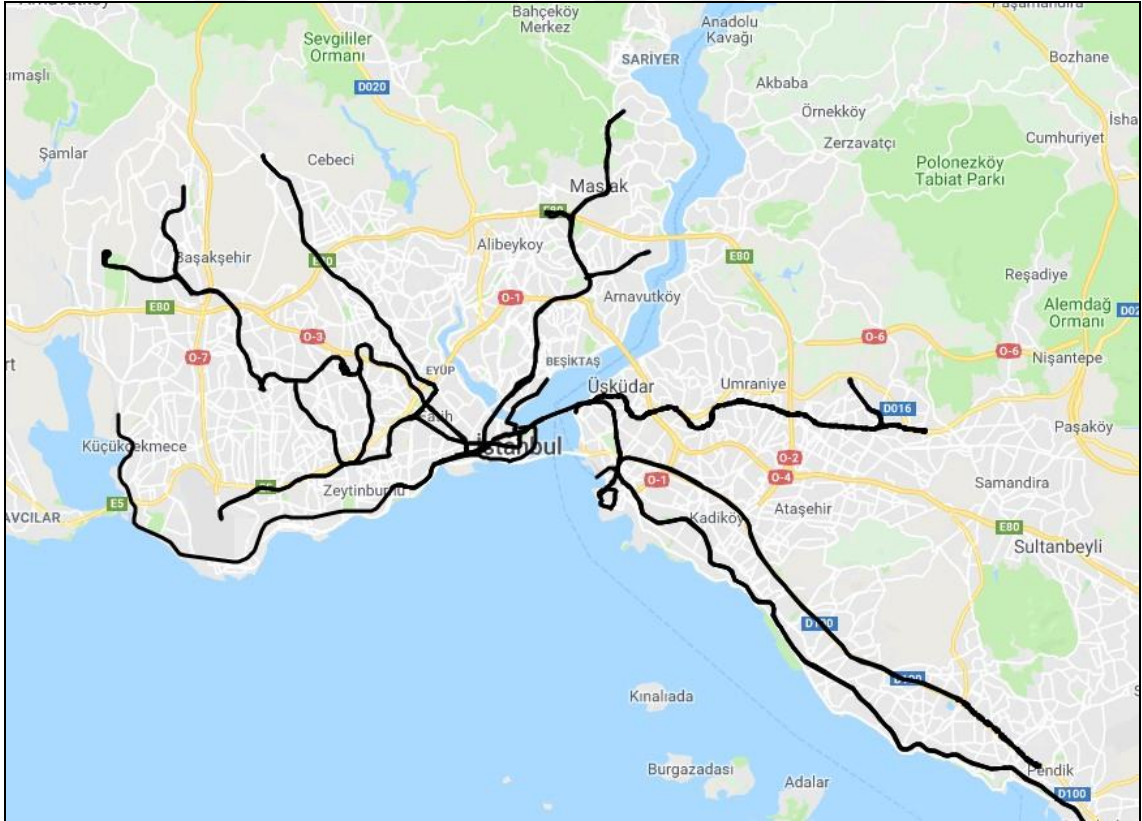
Özetle bu modelde ulaşılmak istenen amaçlar şu şekilde sıralanabilir;

- Yolcular için daha cazip bir toplu taşıma sistemi
- Yapım aşamasındaki raylı sistem projeleri ve minibüs hatlarıyla entegre planlanan hatlarla maliyetin düşürülmesi
- Yolcular ve operatörler açısından optimum hizmet seviyesine ulaşma
- Aynı güzergâhı paylaşan hatlarda sadeleşme ve buna bağlı olarak trafik yoğunluğunda toplu ulaşım etkisinin azaltılması
- Kısa süreli seyahat
- Yüksek entegrasyon
- Konforlu ulaşım
- Durakta bekleme sürelerinin azaltılması
- Araç içi yolcu yoğunluğunun azaltılması
- Daha az otobüs
- Daha sık sefer
- Sürdürülebilir toplu ulaşım sistemi
- Trafik yoğunluğunun azaltılması

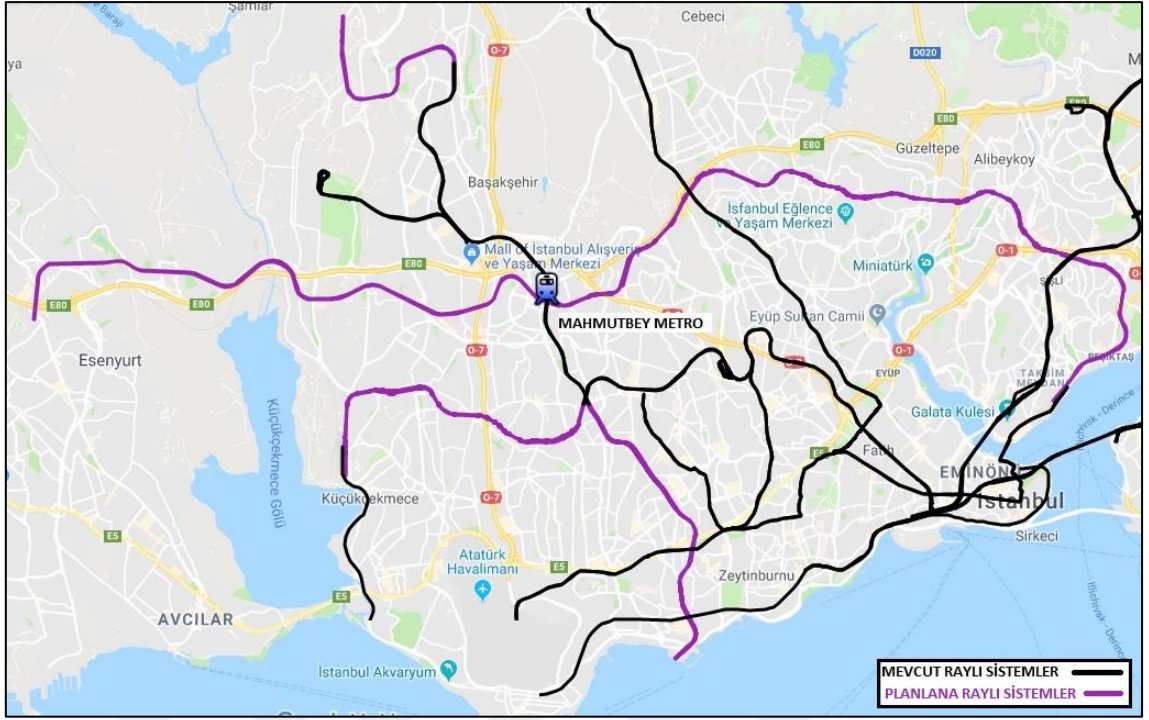
Mahmutbey Aktarma Merkezi Simülasyonu

Bu bölümde, bir önceki bölümde belirlenen aktarma merkezlerinden biri olan Mahmutbey Aktarma merkezi ele alınmıştır. Mahmutbey bölgesindeki hatlar belirlenmiş ve hatların ana - besleme hat modeline göre reorganizasyonu sağlanmıştır.

Uygulama, Mahmutbey Metro durağı baz alınarak gerçekleştirilmiştir. İlk atamada Visum yazılımına Şekil 5.1’de gösterilen Raylı Sistemler ve bölgeye halihazırda hizmet veren otobüs hatları girilerek sonuçlar belirlenmiştir. İkinci atamada ise 2023 yılına kadar hizmet vermesi planlanan ve Şekil 5.2’de yer alan Raylı Sistemler girilmiş, Mahmutbey Metro durağına dokunan otobüs hatları da ana - besleme hat modeline göre revize edilerek Visum da çizilmiştir.



Şekil 5.1 Mevcut Raylı Sistem Güzergâhları



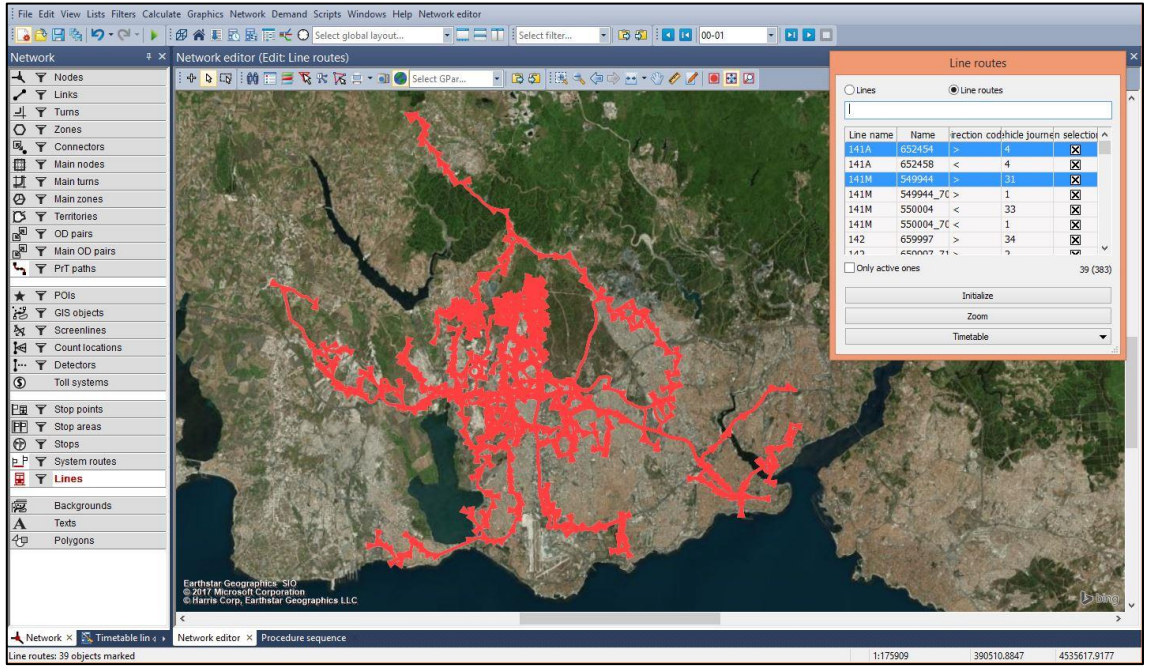
Şekil 5.2 Uygulama Kapsamına Alınan Raylı Sistem Güzergâhları

Uygulamada dikkat edilen hususlar;

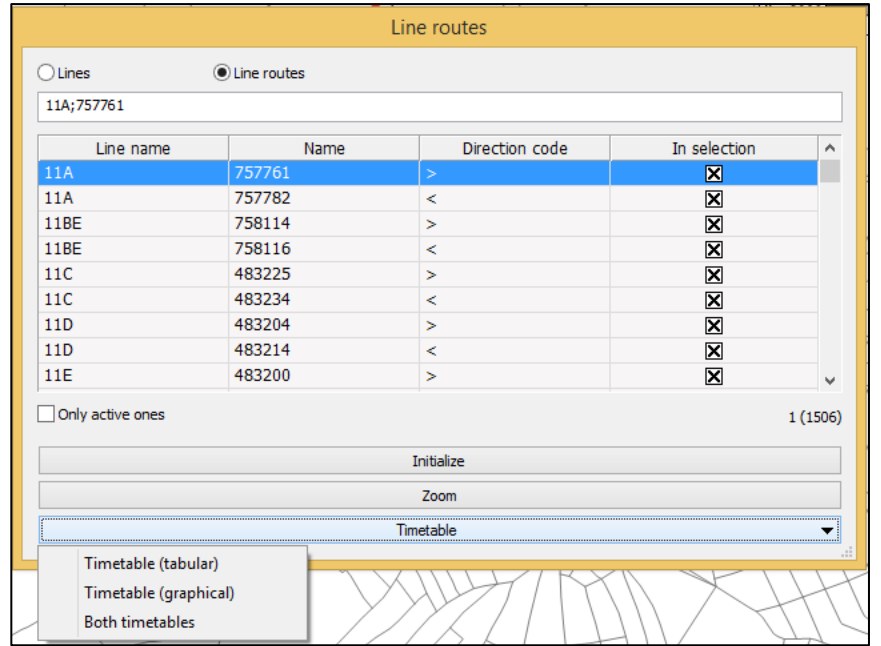
- Otobüs hatları planlanırken mevcut durumdaki hatların reorganizasyonu üzerinden gidilmiştir.
- Hat reorganizasyonu için ana - besleme hat mantığı, hatların tipleri ve aktarma merkezleri ile ilişkisi göz önünde bulundurulmuştur.
- Hattın günlük taşıdığı yolcu sayısı fazla ise ana hatlara gereksiz transfer olmaması amacıyla kesilmeyerek mevcut durum korunmuştur.
- Trafik yoğunluğunun azaltılması ve ana - besleme hat modeline uygun olması amacıyla ana hatlarla otobüs hatlarının aynı güzergâhı paylaşmaması sağlanmıştır.
- Yolculuğun üretim noktalarına birden fazla hat gönderilmemesi amacıyla hatlarda olabildiğince sadeleşmeye gidilerek hatların çakıştığı otobüs hatlarının bulunup bulunmamasına dikkat edilmiştir.

5.1 Visum Yazılımı

Mahmutbey Aktarma Merkezi Simülasyonu için kullanılan program VISUM olarak belirlenmiştir. VISUM Almanya’da geliştirilen, literatürde genel geçer kabul görmüş fonksiyonlar kullanarak simülasyon (modelleme) yapabilen bir programdır. Simülasyon sonuçlarının anlamlılığı girilen veriler doğrultusunda değişmektedir. Visum toplu ulaşım (PuT), özel ulaşım (PrT) ve hem toplu hem de özel ulaşım (Multimodal) simülasyonlar yapabilmektedir. Amaç doğrultusunda uygun veri yapısı kullanıldığında elde edilen veriler ulaşım ve toplu ulaşım planlamasında ve/veya yatırımların etki analizlerinde kullanılabilir [4].



Şekil 5.3 Visum Yazılımına Ait Ekran Görüntüsü [4]



126 vehicle journeys				
FromTProfileIdentifier	1: 245340 222801	1: 245340 222801	1: 245340 222801	1: 245340 222801
Dep	05:45:00	06:00:00	06:00:00	06:15:00
Arr	07:15:20	07:30:20	07:30:20	07:45:20
ToTProfileIdentifier	49: 244740 222001	49: 244740 222001	49: 244740 222001	49: 244740 222001
OperatorIdentifier	8 IETT	8 IETT	8 IETT	8 IETT
Count:VehJourneySections	1	1	1	1
IsCoupled	☐	☐	☐	☐
126 vehicle journey sections				
VehCombIdentifier	0 No vehicle combination	0 No vehicle combination	0 No vehicle combination	0 No vehicle combination
ValidDaysIdentifier	9 1	9 1	2 2	9 1
FromTProfileIdentifier	1: 245340 222801	1: 245340 222801	1: 245340 222801	1: 245340 222801
Dep	05:45:00	06:00:00	06:00:00	06:15:00
Arr	07:15:20	07:30:20	07:30:20	07:45:20
ToTProfileIdentifier	49: 244740 222001	49: 244740 222001	49: 244740 222001	49: 244740 222001
PrePrep Time	0min	0min	0min	0min
PostPrep Time	0min	0min	0min	0min

Şekil 5.4 Visum Yazılımından Görüntüler [4]

Mahmutbey Aktarma Merkezi Modellenirken öncelikle yol ağı aktarılmıştır. Ardından duraklar, durak alanları, hatlar ve güzergâhlar gibi temel verilerin girişi yapılmıştır. Simülasyonun sağlıklı çalışabilmesi için Origin-Destination(O-D)matrisi adı verilen yolculuk başlangıç ve bitişini gösteren matrisin yazılıma import edilmesi gerekmektedir. Bu sayede O-D matrisinden yolcuların nereden nereye gittiği bilindiğinden hatlardaki değişiklik durumlarında yolcuların yeni tercihleri belirlenebilmektedir. Örneğin A hattının metroda kesilmesi durumunda yolcu metroya aktarma yapacak veya başka otobüs hatlarına yönelerek varış noktasına ulaşacaktır. Bu noktada ücret tarifesı, hız vs. gibi verilerle de yolcunun hareketi yönlendirilebilmektedir. Uygulamada hatlar metroda kesilerek yolculuk hareketleri incelenmiştir.

Bu yazılımla;

Geleceğe Yönelik Tahmin ve Varsayımlar

- Mahalle/zone sakinlerinin sayısını arttırarak veya yeni alanlar (yaşam alanları, iş alanları, vb.) oluşturarak geleceğe yönelik talep hesaplaması yapılabilmektedir.
- Talep gelecekte nasıl olacağı (2030'da veya 2050 yılında?)
- Şehirde nelerin değişeceği
- Ana rotalar (hatlar) nasıl şekillenmesi gerektiği
- Ulaşım planlamanın bir şehir için ne yapacağının belirlenmesini sağlar. [4]

Atama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Her araçtaki yolcu sayısı
- Her hat için yolcu sayısı (hat rotası)
- Her duraktaki yolcu sayısı
- Önemli aktarma noktaları
- PrT'de trafik sıkışıklığı
- PrT ve PuT'taki İstatistikler
- Moddan moda aktarma sayıları [4]

Senaryoların Karşılaştırılması ve Yönetimi

- Mevcut durum ve senaryo kıyaslaması aynı dosyada (farklı iki versiyon dosyası seçilerek yapılabilmektedir.
- Bir ana versiyon üzerinde farklı senaryoların denenebileceği ve sonuçların kaydedilebileceği bir yapı olan senaryo yönetimi modülüne sahiptir [4].

PuT için Özel Toollar

- Ayrıntılı hat kesme / engelleme
- Ücret hesaplaması
- Gelir Hesaplaması
- Kapasite kısıtlaması
- Hat maliyet hesaplama
- Bir anketin verilerini içe aktarma
- Ulaşım imkânının ölçümü (Erişilebilirlik)
- Ağ performansının ölçümü [4]

yapılabilmektedir.

5.2 Mahmutbey Aktarma Merkezinin Modellenmesi

Bu başlıkta daha önceki bölümde belirlenen ve Ana - Besleme Hat Modelinin bir uygulaması olarak Mahmutbey Metro aktarma merkezi simülasyonu yapılmıştır. Uygulamada Başakşehir-Bağcılar Bölgesindeki hatlar dikkate alınarak Visum Simülasyon yazılımında iki farklı atama gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

İlk atamada Başakşehir-Bağcılar bölgesindeki hatlar ve mevcut raylı sistem hatları şu anki haliyle programa girilerek atama gerçekleştirilmiş, ikinci atamada bölgedeki hatlar Ana - Besleme Hat Modeline uygun olarak revize edilmiş ve 2019 yılı sonunda açılması planlanan Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey-Esenkent Metrosu, Kirazlı-Halkalı Metrosu, Bakırköy İdo-Bağcılar Metrosu ve Kayaşehir-başakşehir Metrosu da sisteme dâhil edilerek atama yapılmıştır. Her iki atamada da Mahmutbey Metro durağı baz alınarak metro öncesi ve sonrası toplam transfer sayıları, yolcu binış ve

iniş sayıları, başlangıç noktasındaki yolcu biniş sayısı ve bitiş noktasındaki yolcu iniş sayıları kıyaslanmıştır.

Uygulamaya İstanbul genelindeki tüm hatlar değil, Başakşehir ve Bağcılar bölgesindeki hatlar (Tablo 5.1) dâhil edilmiş ancak sadece Mahmutbey Metro İstasyonuna dokunan hatlarda değişiklikler yapılmıştır. Uygulama kapsamına alınan hatlar aşağıda gösterilmiştir. Mahmutbey İstasyonuna dokunan ve değişiklik yapılan hatlar öneri atamada gösterilecektir.

Tablo 5.1 Uygulama Kapsamına Alınan Hatlar

Sıra No	Hat Kodu	Hat Adı
1	33	ESENLER GİYİMKENT / TURGUTREİS - EMİNÖNÜ
2	78	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - EMİNÖNÜ
3	92	YENİ MAHALLE METRO / ATEŞTUĞLA - EMİNÖNÜ
4	97	GÜNEŞLİ - BEYAZIT
5	98	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - BAKIRKÖY
6	142	BOĞAZKÖY - AVCILAR METROBÜS
7	146	BOĞAZKÖY / BAHÇEŞEHİR - BAKIRKÖY
8	147	ŞAHİNTEPE - AVCILAR CİHANGİR MAHALLESİ
9	336	ARNAVUTKÖY - EMİNÖNÜ
10	141A	ATAKENT MAHALLESİ - MECİDİYEKÖY
11	141M	K.S.SÜLEYMAN HASTANESİ - MECİDİYEKÖY
12	142A	BOĞAZKÖY - AVCILAR METROBÜS
13	142B	K.S.SÜLEYMAN HASTANESİ - BÜYÜKÇEKMECE ALBATROS
14	143İ	KÜÇÜKÇEKMECE - İSTOÇ
15	144A	DELİKLİKAYA-HEYBETLİ SOKAK
16	144M	DELİKLİKAYA/BAHÇEŞEHİR-MAHMUTBEY METRO
17	145M	YEŞİLKENT - BEYKENT - TAKSİM
18	145T	BEYLİKDÜZÜ - TAKSİM
19	146B	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - EMİNÖNÜ
20	146M	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - MECİDİYEKÖY
21	146T	BOĞAZKÖY / BAHÇEŞEHİR - YENİKAPI
22	303B	SİLİVRİ CEZAEVİ - OTOGAR

23	31Y	TOKİ AYAZMA - YENİKAPI
24	336A	BALABAN KÖYÜ - BAYRAMPAŞA METRO
26	336İM	BOLLUCA / İMRAHOR - CEBECİ
27	336K	YENİKÖY / KARABURUN - MESCİDİSELAM
28	336M	ARNAVUTKÖY - MECİDİYEKÖY
29	336T	TAŞOLUK - CEBECİ
30	33B	ESENLER GİYİMKENT / BİRLİK MAHALLESİ - EMİNÖNÜ
31	33E	ESENLER METRO - YENİKAPI
32	33ES	ESENLER GİYİMKENT / ATIŞALANI - EMİNÖNÜ
33	33M	ESENLER GİYİMKENT - MECİDİYEKÖY
34	33TM	ESENLER GİYİMKENT / TURGUTREİS - MECİDİYEKÖY
35	33Y	ESENLER GİYİMKENT / YÜZYIL MAHALLESİ - EMİNÖNÜ
36	36AS	TAŞOLUK- SEFAKÖY / YENİBOSNA METRO
37	36AY	ARNAVUTKÖY - YENİBOSNA METRO
38	36B	BOLLUCA / BOĞAZKÖY - CEBECİ
39	36Bİ	TAŞOLUK - CEBECİ PERONLAR
40	36C	CEBECİ MAHALLESİ - ARNAVUTKÖY MERKEZ
41	36Cİ	CEBECİ KÖYÜ - İSTİKLAL MAHALLESİ
42	36CY	CEBECİ - YENİBOSNA METRO
43	36F	KAYAŞEHİR-CEBECİ MAHALLESİ
44	36HT	TAŞOLUK TOKİ / HARAÇÇI - CEBECİ
45	55Y	GAZİOSMANPAŞA - YENİBOSNA METRO
46	76D	BAHÇEŞEHİR / ESENKENT - TAKSİM
47	76İ	ISPARTAKULE BİZİMEVLER - BAKIRKÖY
48	76O	AVCILAR CİHANGİR MAHALLESİ - OTOGAR
49	76T	ISPARTAKULE BİZİMEVLER - TAKSİM
50	78A	OYAKKENT - AKSARAY
51	78B	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - YENİBOSNA METRO
52	78C	YUNUS EMRE MAHALLESİ - BAŞAKŞEHİR METROKENT
53	78E	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - KAYABAŞI KİPTAŞ
54	78F	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - FENERTEPE
55	78G	BAŞAKŞEHİR - GÜVERCİNTEPE / KAYAŞEHİR
56	78H	BAŞAKŞEHİR METROKENT - EMİNÖNÜ
57	78Ş	BAŞAKŞEHİR - ŞAHİNTEPESİ

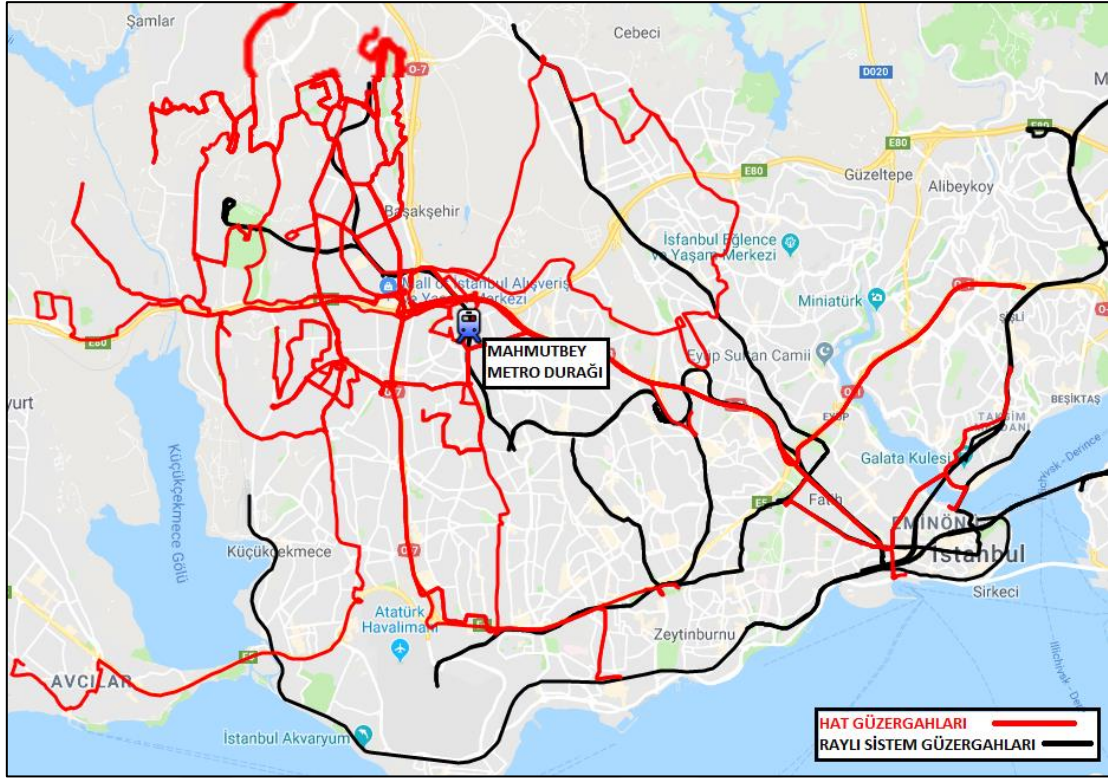
59	79C	KAYAŞEHİR - CEBECİ MAHALLESİ
60	79E	KAYABAŞI KIPTAŞ / KAYAŞEHİR - EMİNÖNÜ
61	79F	KAYAŞEHİR - YENİBOSNA METRO
62	79G	KAYAŞEHİR - ZEYTİNBURNU METRO
63	79K	KAYAŞEHİR - YENİBOSNA METRO
64	79KM	KAYABAŞI KIPTAŞ-MECİDİYEKÖY
65	79M	KAYAŞEHİR - MECİDİYEKÖY
66	79Ş	ŞAHİNTEPESİ - TOPKAPI
67	79T	KAYABAŞI KIPTAŞ - TAKSİM
68	79Y	KAYAŞEHİR - YENİBOSNA METRO
69	85T	ESENLER METRO - TAKSİM
70	89C	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - TAKSİM
71	89T	ATAKENT MAHALLESİ - TAKSİM
72	91E	GÖZTEPE MAHALLESİ - BEYAZIT
73	92A	KİRAZLI METRO / ATEŞTUĞLA - EMİNÖNÜ
74	92B	YENİ MAHALLE METRO / ATEŞTUĞLA - BEYAZIT
75	92K	YENİ MAHALLE METRO / KİRAZLI - BEYAZIT
76	92M	BAĞCILAR DEV. HST. / ÇİNÇİNDERE CAD. - MECİDİYEKÖY
77	92Ş	YENİ MAHALLE METRO / ATEŞTUĞLA - MECİDİYEKÖY
78	92T	BAĞCILAR DEVLET HASTANESİ - TAKSİM
79	97E	MAHMUTBEY / GÜNEŞLİ - KAZLIÇEŞME
80	97GE	GÜNEŞLİ - EMİNÖNÜ
81	97H	GÜNEŞLİ - AKSARAY
82	97İM	BATIŞEHİR - MECİDİYEKÖY
83	97KZ	KOCASINAN - ZEYTİNBURNU METRO
84	98A	GÖZTEPE MAHALLESİ - BAKIRKÖY
85	98C	BAĞCILAR ÇINAR MAHALLESİ - BAKIRKÖY
86	98D	YENİ MAHALLE METRO / ATEŞTUĞLA - BAKIRKÖY
87	98E	GÜNEŞLİ BASIN TESİSLERİ - BAKIRKÖY
88	98G	ESENLER GİYİMKENT / TURGUTREİS - BAKIRKÖY
89	98K	YENİ MAHALLE METRO - KİRAZLI - BAKIRKÖY
90	98M	İSTOÇ - BAKIRKÖY
92	98Y	ESENLER GİYİMKENT / YÜZYIL MAHALLESİ - BAKIRKÖY
93	E-57	ESENKENT BAĞÇEŞEHİR - BAKIRKÖY

94	E-60	MİMARŞİNAN / BÜYÜKÇEKMECE - MECİDİYEKÖY
95	HT1	K.S.SÜLEYMAN HASTANESİ - ÜÇYÜZLÜ METRO
96	HT10	BATIŞEHİR - YENİBOSNA METRO
97	HT11	GİYİMKENT / FATİH MAHALLESİ - YENİBOSNA METRO
98	HT12	GÜNEŞLİ BASIN TESİSLERİ - YENİBOSNA METRO
99	HT13	BÖLGE İDARE MAHKEMESİ-YENİBOSNA METRO
100	HT20	ŞAHİNTEPESİ - YENİBOSNA METRO
101	HT6	CEBECİ - KOCATEPE METRO - İSTOÇ
102	KÇ1	OLİMPİYATKÖY METRO / K.S.S.HASTANESİ - K.ÇEKMECE M
103	MK11	KAYABAŞI KIPTAŞ / KAYAŞEHİR - OLİMPİYATKÖY METRO
104	MK12	GÜVERCİNTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO
105	MK13	ŞAHİNTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO
106	MK14	KIPTAŞ VADİTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO
107	MK15	BOĞAZKÖY / BAHÇEŞEHİR - OLİMPİYATKÖY METRO
108	MK16	OLİMPİYATKÖY METRO-KÜÇÜKÇEKMECE METROBÜS
109	MK21	BAŞAKŞEHİR 4. 5. ETAPLAR - BAŞAKŞEHİR METROKENT
110	MK22	TAŞOLUK / FENERTEPE - BAŞAKŞEHİR METROKENT
111	MK31	K.S.S. HASTANESİ - HALKALI - BAŞAKŞEHİR METROKENT
112	MK42	EVREN MAHALLESİ - KİRAZLI METRO

Mevcut ve öneri atama sonuçları ve detayları aşağıdaki başlıklarda incelenmiştir.

5.2.1 Mevcut Durum Ataması

Mevcut Durum Ataması yapılırken, Tablo 5.1’de listelenen hatlar ve mevcut Raylı sistem hatları (Şekil 5.1) VISUM yazılımına girilmiştir. Veri girişi tamamlandıktan sonra hatların şu anki sefer saatleri de yazılıma girilerek atama başlatılmıştır. Atama sonucu mevcutta olan Mahmutbey Metro durağı bazında incelenmiştir. Şekil 5.5 ve Tablo 5.2’de Mahmutbey Metro Durağına dokunan hatlar ve Raylı Sistem güzergâhları gösterilmektedir.



Şekil 5.5 Mevcut Durumdaki Güzergâhlar

Tablo 5.2 Mahmutbey Aktarma Merkezine Dokunan Hatlar

Sıra	Hat Kodu	Hat Adı
1	97H	GÜNEŞLİ - AKSARAY
2	146M	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - MECİDİYEKÖY
3	146T	BOĞAZKÖY / BAĞÇEŞEHİR - YENİKAPI
4	31Y	TOKİ AYAZMA - YENİKAPI
5	78A	OYAKKENT - AKSARAY
6	78H	BAŞAKŞEHİR METROKENT - EMİNÖNÜ
7	79E	KAYABAŞI KIPTAŞ / KAYAŞEHİR - EMİNÖNÜ
8	79T	KAYABAŞI KIPTAŞ - TAKSİM
9	89C	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - TAKSİM
10	89T	ATAKENT MAHALLESİ - TAKSİM
11	97GE	GÜNEŞLİ - EMİNÖNÜ
12	141M	K.S.SÜLEYMAN HASTANESİ - MECİDİYEKÖY
13	78	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - EMİNÖNÜ
14	HT6	CEBECİ - KOCATEPE METRO - İSTOÇ
15	79B	KAYAŞEHİR - BAKIRKÖY

Sıra	Hat Kodu	Hat Adı
17	79K	KAYAŞEHİR - YENİBOSNA METRO
18	144M	DELİKLİKAYA/BAHÇEŞEHİR-MAHMUTBEY METRO
19	143İ	KÜÇÜKÇEKMECE - İSTOÇ
20	146B	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - EMİNÖNÜ
21	760	AVCILAR CİHANGİR MAHALLESİ - OTOGAR
22	78B	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - YENİBOSNA METRO
23	78C	YUNUS EMRE MAHALLESİ - BAŞAKŞEHİR METROKENT
24	78E	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - KAYABAŞI KIPTAŞ
25	78F	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - FENERTEPE
26	78G	BAŞAKŞEHİR - GÜVERCİNTEPE / KAYAŞEHİR
27	78Ş	BAŞAKŞEHİR - ŞAHİNTEPESİ
28	MK11	KAYABAŞI KIPTAŞ / KAYAŞEHİR - OLİMPİYATKÖY METRO
29	MK12	GÜVERCİNTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO
30	MK13	ŞAHİNTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO
31	MK22	TAŞOLUK PERONLAR/ FENERTEPE - BAŞAKŞEHİR METROKENT
32	141A	ATAKENT MAHALLESİ - MECİDİYEKÖY
33	146E	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - MECİDİYEKÖY
34	78BE	BAŞAKŞEHİR METROKENT - MECİDİYEKÖY
35	78M	BAŞAKŞEHİR METROKENT - MECİDİYEKÖY
36	97G	YENİ MAHALLE METRO / ATEŞTUĞLA - BEYAZIT
37	97BM	BATIŞEHİR - MECİDİYEKÖY
38	97M	GÜNEŞLİ - MECİDİYEKÖY
39	98H	BAŞAKŞEHİR METROKENT/MEHMET AKİF MAH - BAKIRKÖY

Mevcut durum ataması tamamlandığında Tablo 5.3'teki sonuçlar elde edilmiştir.

1- Mahmutbey Metro Durağı için (durak bazlı) sonuçlar;

Tablo 5.3 Mevcut Durum Atama Sonuçları

Yolcu binış sayısı	429
Yolcu iniş sayısı	1.255
Başlangıç noktasındaki yolcu binış sayısı	134
Variş noktasındaki yolcu iniş sayısı	236

Toplam transfer sayısı	1.267
Sıra No	82

Atama sonuçlarından da görüldüğü gibi Mahmutbey Metro Durağının transfer sayısı **1.267**'dir. Öneri atamada kesilen hatlar bu durakta kesilerek, durağın transfer sayısının artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca transfer sıralamasına bakıldığında **82.** sırada yer aldığı görülmektedir. Öneri atamada bu sıralamanın üstlere çıkması beklenmektedir. Mevcut durumda transfer sıralamasında ilk 10'da yer alan duraklar Tablo 5.4'te gösterilmiştir.

Tablo 5.4 Mevcut Durum Transfer Sıralaması

Sıra	Durak İsmi	Yolcu Biniş Sayısı	Yolcu İniş Sayısı	Başlangıç noktasındaki yolcu biniş sayısı	Bitiş noktasında ki yolcu biniş sayısı	Toplam Transfer Sayısı
1	Yenikapı*	40.034	24.381	0	0	64.415
2	Kirazlı*	65.653	67.044	20.531	21.492	47.449
3	Arnavutköy Yolu	13.623	14.909	288	1.574	26.502
4	Atış Alanı Yanyol	17.582	42.915	331	22.418	21.262
5	Esenyurt	6.464	13.503	0	0	19.967
6	Vezneciler*	62.600	89.072	57.306	78.074	16.292
7	Yusufpaşa	3.083	12.292	0	0	15.264
8	Laleli – Üniversite*	9.858	5.198	0	0	15.056
9	Esenyurt Geçit	13.503	0	0	0	13.503
10	Tınaztepe	7.153	55.353	4.264	43.731	13.105
82	Mahmutbey Metro	429	1.255	134	236	1.267

**İşaretli duraklar Raylı sistemlere ait duraklardır.*

2- Hatlararası transferler ise,

Tablo 5.5 Mevcut Durum Hatlar arası Transferler

From	To	Transfer Sayısı	Toplam Transfer Sayısı	Oran
M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	294	1965	%15
M1B Yenikapı - Kirazlı	T1 Bağcılar- Kabataş	174	1711	%10
M2 Yenikapı - Haciosman	T1 Bağcılar- Kabataş	182	1238	%15
146T	760	84	1227	%7
M1A Yenikapı - Atatürk Havalimanı	M1B Yenikapı - Kirazlı	169	924	%18
97M	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	118	809	%15
97	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	87	750	%12
89C	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	126	716	%18
92Ş	M1B Yenikapı - Kirazlı	139	663	%21
M3A İkitelli Sanayi - Olimpiyat	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	279	639	%44
76D	M1A Yenikapı - Atatürk Havalimanı	106	564	%19
79T	98H	27	466	%6
31Y	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	93	459	%20
T1 Bağcılar- Kabataş	M2 Yenikapı - Haciosman	133	455	%29
760	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	45	440	%10
91E	97M	44	392	%11
98H	146T	79	378	%21
79E	M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir	39	374	%10
79K	89C	38	367	%10
141M	91E	47	346	%14

Tablo 5.5'teki "from" sütunu transferin hangi hattan yapıldığını, "to" sütunu iste transferin **en fazla** hangi hatta yapıldığını ifade etmektedir. Transfer sayısı, en fazla transfer yapılan hatta kaç defa transfer yapıldığını, toplam transfer sayısı ise "from"

sütunundaki hattın kaç defa transfer yapıldığını göstermektedir. Oran sütunu da transfer sayısının toplam transfer sayısına oranıdır. Yukarıda transfer sayılarına göre büyükten küçüğe ilk 20 hat sıralanmıştır. Örneğin ilk sırada yer alan M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir hattından en fazla M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir hattına transfer yapılmış ve transfer sayısı **294**'tür. Bu hattın diğer hatlara da dahil yapılan toplam transfer sayısı **1965**'tir. Oran ise **%15** olarak hesaplanmış yani M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir metro hattından transfer yapan yolcuların **%15'i** yine aynı hatta yani M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir hattına transfer yapmaktadır.

Öneri durumunda transfer yapılan ve yapan hatlarda yeni açılan metroların ilk sıralarda yer alması beklenmektedir.

5.2.2 Öneri Durum Ataması

Bir önceki başlıkta Başakşehir-Bağcılar Bölgesindeki hatların Mahmutbey Metro durağındaki hareketleri incelenmiştir. Bu başlıkta ise Mahmutbey Metro durağına dokunan hatlar Ana - Besleme Hat modeline göre revize edilerek atama yeniden gerçekleştirilmiştir. Modelleme ve hat revize sürecinde dikkat edilen hususlar;

- Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey-Esenkent Metrosu, Kirazlı-Halkalı Metrosu, Bakırköy İdo-Bağcılar Metrosu ve Kayışehir-Başakşehir metrolarının hizmete açıldığı varsayılmış ve söz konusu metrolar ana hat olarak belirlenmiştir.
- Bölgedeki tüm hatların reorganizasyonu Mahmutbey metro durağı baz alınarak yapılmıştır.
- Hat reorganizasyonu için ana - besleme hat mantığı, hatların tipleri ve Mahmutbey aktarma merkezi ile ilişkisi göz önünde bulundurulmuştur.
- Hattın günlük taşıdığı yolcu sayısı fazla ise ana hatlara gereksiz transfer olmaması amacıyla kesilmeyerek mevcut durum korunmuştur.
- Trafik yoğunluğunun azaltılması ve ana - besleme hat modeline uygun olması amacıyla ana hatla otobüs hatlarının aynı güzergâhı paylaşmaması sağlanmıştır.

- Yolculuğun üretim noktalarına birden fazla hat gönderilmemesi amacıyla hatlarda olabildiğince sadeleşmeye gidilerek hatların çakıştığı otobüs hatlarının bulunup bulunmamasına dikkat edilmiştir.
- Yapılan hat reorganizasyonu işlemleri sonucunda aynı güzergâhı kullanan hat sayısı azaltılmıştır.
- Daha az sayıda hat, daha çok sefer, daha az trafik ve ulaşım modları arası entegrasyon sağlanmıştır.
- Hatlar revize edildikten sonra önceki bölümlerde belirlenen zaman planlama standartlarına göre hatlara frekans ataması yapılmıştır. Frekanslar Tablo 5.6'daki gibi VISUM yazılımına girilmiştir.

Tablo 5.6 Hat Tiplerine Göre Frekanslar

Hat Tipi	Sıklık
Metrobüs Ana Hattı	max 5 dk
Metro Ana Hattı	max 5 dk
Tramvay Ana Hattı	max 6 dk
Otobüs Ana Hattı	max 10 dk
Deniz Yolu Ana Hattı	-
Besleyici Hat	max 15 dk
Dağıtıcı Toplayıcı Hat	max 30 dk
Bölgesel Hat	-

- Besleme hatların ücret tarifiesi “ücretsiz” olarak girilmiş ve yolcular için aktarmanın cazip hale getirilmesi sağlanmıştır.

Revize edilen hatlara ilişkin tablolar aşağıda gösterilmiştir (Tablo 5.7 ve Tablo 5.8).

Tablo 5.7 Hat Bazlı Revizyonlar

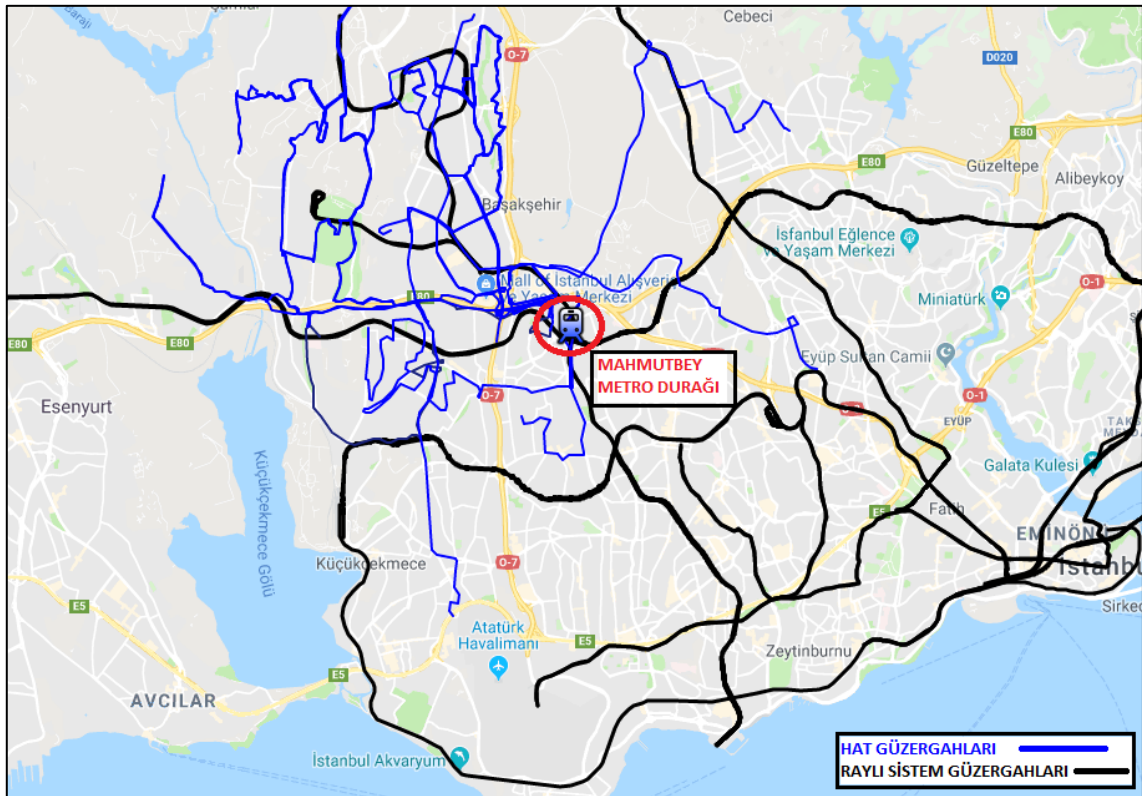
Sıra	Hat Kodu	Hat Adı	Revize İşlemi	Hat Tipi
1	97H	GÜNEŞLİ - AKSARAY	Otogarda kesilmiştir.	Besleyici Hat
2	146M	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - MECİDİYEKÖY	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
3	146T	BOĞAZKÖY / BAHÇEŞEHİR - YENİKAPI	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
4	31Y	TOKİ AYAZMA - YENİKAPI	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
5	78A	OYAKKENT - AKSARAY	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
6	78H	BAŞAKŞEHİR METROKENT - EMİNÖNÜ	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
7	79E	KAYABAŞI KIPTAŞ / KAYAŞEHİR - EMİNÖNÜ	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
8	79T	KAYABAŞI KIPTAŞ - TAKSİM	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
9	89C	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - TAKSİM	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
10	89T	ATAKENT MAHALLESİ - TAKSİM	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
11	97GE	GÜNEŞLİ - EMİNÖNÜ	Mahmutbey'de Kesilmiştir.	Besleyici Hat
12	141M	K.S.SÜLEYMAN HASTANESİ - MECİDİYEKÖY	Mahmutbeyde kesilmiştir	Besleyici Hat
13	78	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - EMİNÖNÜ	Mahmutbey Metro'dan başlatılmıştır.	Ana Hat
14	HT6	CEBECİ - KOCATEPE METRO - İSTOÇ	Kocatepe metroda kesilmiştir.	Besleyici Hat
15	79B	KAYAŞEHİR - BAKIRKÖY	İkitelli köprüsünde kesilmiştir.	Besleyici Hat
16	79F	KAYAŞEHİR - YENİBOSNA METRO	İkitelli köprüsünde kesilmiştir.	Besleyici Hat
17	79K	KAYAŞEHİR - YENİBOSNA METRO	İkitelli köprüsünde kesilmiştir.	Besleyici Hat
18	144M	DELİKLİKAYA/BAHÇEŞEHİR- MAHMUTBEY METRO	Bahçeşehirde kesilmiştir.	Besleyici Hat
19	143İ	KÜÇÜKÇEKMECE - İSTOÇ	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
20	146B	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - EMİNÖNÜ	Değişiklik yapılmamıştır.	Özel Amaçlı Hat

21	760	AVCILAR CİHANGİR MAHALLESİ - OTOGAR	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
22	78B	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - YENİBOSNA METRO	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
23	78C	YUNUS EMRE MAHALLESİ - BAŞAKŞEHİR METROKENT	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
24	78E	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - KAYABAŞI KIPTAŞ	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
25	78F	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - FENERTEPE	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
26	78G	BAŞAKŞEHİR - GÜVERCİNTEPE / KAYAŞEHİR	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
27	78Ş	BAŞAKŞEHİR - ŞAHİNTEPESİ	Değişiklik yapılmamıştır.	Dağıtıcı-Toplayıcı Hat
28	MK11	KAYABAŞI KIPTAŞ / KAYAŞEHİR - OLİMPİYATKÖY METRO	Değişiklik yapılmamıştır.	Besleyici Hat
29	MK12	GÜVERCİNTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO	Değişiklik yapılmamıştır.	Besleyici Hat
30	MK13	ŞAHİNTEPE - OLİMPİYATKÖY METRO	Değişiklik yapılmamıştır.	Besleyici Hat
31	MK22	TAŞOLUK PERONLAR/ FENERTEPE - BAŞAKŞEHİR METROKENT	Değişiklik yapılmamıştır.	Besleyici Hat
32	141A	ATAKENT MAHALLESİ - MECİDİYEKÖY	İptal edilmiştir.	İptal
33	146E	BAŞAKŞEHİR 4.ETAP - MECİDİYEKÖY	İptal edilmiştir.	İptal
34	78BE	BAŞAKŞEHİR METROKENT - MECİDİYEKÖY	İptal edilmiştir.	İptal
35	78M	BAŞAKŞEHİR METROKENT - MECİDİYEKÖY	İptal edilmiştir.	İptal
36	97G	YENİ MAHALLE METRO / ATEŞTUĞLA - BEYAZIT	İptal edilmiştir.	İptal
37	97BM	BATIŞEHİR - MECİDİYEKÖY	İptal edilmiştir.	İptal
38	97M	GÜNEŞLİ - MECİDİYEKÖY	İptal edilmiştir.	İptal
39	98H	BAŞAKŞEHİR METROKENT/MEHMET AKİF MAH - BAKIRKÖY	İptal edilmiştir.	İptal

Tablodan görüleceği üzere toplam 18 hat kesilmiş, 13 hatta değişiklik yapılmamış, 8 hat iptal edilmiştir. Hatlara ait harita Şekil 5.6'da gösterilmiştir.

Tablo 5.8 Özet Revizyon Tablosu

REVİZE İŞLEMİ	SAYI
Kesilen Hat Sayısı	18
Değişiklik Yapılmayan Hat Sayısı	13
İptal Edilen Hat Sayısı	8
Toplam Hat Sayısı	39



Şekil 5.6 Öneri Durumdaki Güzergâhlar

Öneri durum ataması tamamlandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1- Mahmutbey Metro Durağı için (durak bazlı) sonuçlar;

Tablo 5.9 Öneri Durum Atama Sonuçları

Yolcu biniş sayısı	11.047
Yolcu iniş sayısı	20.011
Başlangıç noktasındaki yolcu biniş sayısı	1.075
Variş noktasındaki yolcu iniş sayısı	815
Toplam transfer sayısı	29.234
Sıra No	4

Atama sonuçlarından da görüldüğü gibi (Tablo 5.9) Mahmutbey Metro Durağının transfer sayısı **1.267**'den **29.234**'e yükselmiştir. Yeni metro hatları sisteme dahil edilmiş, hatlar ana - besleme hat modeline uygun olarak revize edilmiş ve yolcuların aktarma yapması sağlanmıştır. Mevcut durumda **82.** Sırada yer alan Mahmutbey Metro Durağı öneri atamada **4.** sıraya çıkmıştır. Bu da yolcuların Mahmutbey metro Durağını transfer merkezi olarak tercih ettiğini ve planlanan metro hatlarının hizmete açılmasıyla beraber aktarma merkezi haline gelebileceğini göstermektedir. Öneri atamada transfer sıralamasında ilk 10'da yer alan duraklar Tablo 5.10'da gösterilmiştir.

Tablo 5.10 Öneri Durum Transfer Sıralaması

Sıra	Durak İsmi	Yolcu Biniş Sayısı	Yolcu İniş Sayısı	Başlangıç noktasındaki yolcu biniş sayısı	Bitiş noktasındaki yolcu biniş sayısı	Toplam Transfer Sayısı
1	Kirazlı*	88.011	90.119	21.217	22.071	70.245
2	Yenikapı*	43.865	26.177	0	0	70.042
3	Mahmutbey*	47.163	46.388	6.299	6.122	63.606
4	Mahmutbey Metro	11.047	21.011	1.075	815	29.234

5	Esenyurt	6.135	14.733	0	0	20.868
6	Yusufpaşa	3.253	14.186	0	0	17.358
7	Tınaztepe	8.391	58.773	5.098	44.761	15.708
8	Vezneciler*	63.777	88.668	59.142	77.910	15.393
9	Esenyurt Geçit	14.733	0	0	0	14.733
10	Laleli – Üniversite*	9.626	4.595	0	0	14.221

*İşaretili duraklar Raylı sistemlere ait duraklardır.

2- Hatlararası transferler ise,

Tablo 5.11 Öneri Durum Hatlar arası Transferler

From	To	Transfer Sayısı	Toplam Transfer Sayısı	Oran
M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	Mecidiyeköy-Mahmutbey*	341	2776	%12
Mecidiyeköy-Mahmutbey*	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	345	2195	%16
M1B Yenikapı-Kirazlı	92Ş	195	1345	%14
M2 Yenikapı-Hacıosman	Mecidiyeköy-Mahmutbey*	253	1135	%22
146T	142B	73	882	%8
M1A Yenikapı-Atatürk Havalimanı	M1B Yenikapı-Kirazlı	168	876	%19
Kirazlı-Halkalı*	Bakırköy İdo-Bağcılar*	171	823	%21
76D	M1A Yenikapı-Atatürk Havalimanı	119	723	%16
92Ş	M1B Yenikapı-Kirazlı	202	711	%28
97	Kirazlı-Halkalı*	134	696	%19
Bakırköy İdo-Bağcılar*	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	168	695	%24
91E	Mecidiyeköy-Mahmutbey*	180	685	%26
Kayaşehir-Başakşehir*	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	102	603	%17
78H	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	100	590	%17
T1 Bağcılar-Kabataş	Kabataş-Mecidiyeköy*	183	561	%33
M3A İkitelli Sanayi-Olimpiyat	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	269	538	%50

79F	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	61	512	%12
146B	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	65	511	%13
78A	M3 Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir	96	503	%19
Kabataş-Mecidiyeköy*	Mecidiyeköy-Mahmutbey*	261	480	%54

**İşaretli metrolar 2019 yılında hizmete açılması planlanan metrolardır.*

Mevcut durumda bahsedildiği gibi Tablo 5.11'deki "from" sütunu transferin hangi hattın yapıldığını, "to" sütunu ise transferin **en fazla** hangi hatta yapıldığını ifade etmektedir. Transfer sayısı, en fazla transfer yapılan hatta kaç defa transfer yapıldığını, toplam transfer sayısı ise "from" sütunundaki hattın kaç defa transfer yapıldığını göstermektedir. Oran sütunu da transfer sayısının toplam transfer sayısına oranıdır. Yukarıda, transfer sayılarına göre büyükten küçüğe ilk 20 hat sıralanmıştır. Örneğin ilk sırada yer alan M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir hattından en fazla Mecidiyeköy-Mahmutbey hattına transfer yapılmış ve transfer sayısı **341**'dir. Bu hattın diğer hatlara da dâhil yapılan toplam transfer sayısı **2776**'dır. Oran ise **%12** olarak hesaplanmış yani M3 Kirazlı - Olimpiyat - Başakşehir metro hattından transfer yapan yolcuların **%12'si** Mecidiyeköy-Mahmutbey hattına transfer yapmaktadır.

Görüldüğü gibi yeni açılan metrolardan yapılan transferler üst sıralara taşınmış ve Mecidiyeköy-Mahmutbey metrosu transfer sıralamasında **2195** transferle **2.** Sırada yer almaktadır. Bu da Mahmutbey Metrosunun yolcular tarafından transferlerde en çok kullanılan metro hatlarından biri olacağını göstermektedir. Mahmutbey metro durağının, bir çok metronun kesişim noktasında yer alması potansiyel bir aktarma merkezi özelliği taşıdığını göstermektedir.

5.3 Uygulama Sonuçları

Mevcut ve öneri durum simülasyonları kıyaslandığında karşımıza çıkan sonuç Tablo 5.12'de gösterilmektedir;

Tablo 5.12 Mevcut ve Öneri Durum Karşılaştırma Tablosu

ÖLÇÜT	MEVCUT	ÖNERİ	FARK
Yolcu binış sayısı	429	11.047	↑
Yolcu iniş sayısı	1.255	20.011	↑
Başlangıç noktasındaki yolcu binış sayısı	134	1.075	↑
Variş noktasındaki yolcu iniş sayısı	236	815	↑
Toplam transfer sayısı	1.267	29.234	↑
Transfer Sıralaması	82	4	↑
Hat Sayısı	39	31	↑
Ortalama Hat uzunluğu	51km	36km	↑

Tabloya da bakılarak uygulama sonuçlarını şu şekilde özetleyebiliriz;

- Mahmutbey Metro Durağı mevcut durumda transfer sıralamasında 82. Sırada yer alırken hat ağı ana - besleme hat modeline göre revize edildiğinde ve metrolar sisteme dâhil edildiğinde transfer sıralamasında 4.sıraya yükselmektedir.
- Yolcu binış, iniş ve başlangıç-bitiş noktalarındaki yolculukların arttığı yani Mahmutbey Metro Durağının yolcular tarafından tercih edildiği görülebilmektedir.
- Mevcutta 39 olan hat sayısı 31'e düşürülmüş ve paralel hatlar azaltılmıştır.
- Mahmutbey Metro İstasyonu'na dokunan 39 hattın, 18 hattın ana - besleme hat modeline uygun olarak revize edilmesi sonucunda ortalama hat uzunluğu 51km'den 36km'ye düşürülerek %29 oranında azaltılmış ve daha hızlı ulaşım imkânı sunulmuştur.
- Hatların kısaltılması ve iptal edilmesi araç katarlanmalarını azaltarak trafik sıkışıklığının azaltılmasını sağlayacaktır.
- Hatlar kısaltıldığı için aynı araç sayısı ile %50 daha fazla sefer yapılarak konforun artırılması hedeflenmektedir.

Bu çalışmada İstanbul'daki toplu ulaşım sistemi ele alınarak dünya örnekleri incelenmiş ve birçok şehirde uygulanan Ana-Hat Besleme Hat modeli önerilmiştir. Modelin temelinde ana hat ve besleme hatlardan oluşan bir ulaşım sistemi yer almaktadır. Ana hatlar tüm dünya ülkelerinde Raylı sistem hatları ve raylı sistemlerin ulaşamadığı yerlerde de otobüs hatlarından oluşmaktadır. Ulaşım alanında iyi olan şehirlere bakıldığında şehir kurulurken Raylı sistem hatları üzerine kurulmaktadır. Ancak İstanbul'da Raylı sistemler ulaşım sonradan dahil olmaya başlamıştır. Geçtiğimiz yıllarda metro sayıları oldukça azken, son yıllarda proje sayıları artırılmış ve toplu ulaşım ağı genişletilmiştir. Bu da Aktarma Merkezlerinin planlanmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Raylı sistemler arttıkça yolcular bu sistemlere yönelmekte ancak her bölgeye raylı sistemlerle erişilemediğinden bu noktalarda otobüsler devreye girmelidir. Bu çalışmada 2019 yılı sonunda hizmete açılması planlanan Raylı sistemler incelenmiş ve 28 nokta aktarma merkezi olarak önerilmiştir. Bu noktalardan biri olan Mahmutbey Aktarma Merkezinin Simülasyonu yapılmıştır. Mahmutbey bölgesindeki hatlar bölgedeki raylı sistemlere göre revize edilmiş ve model çalıştırılmıştır. Uygulama sonucunda hat sayısı azaltılmış, çakışan hatlar sadeleştirilmiş, transfer sayıları artış göstermiş ve aktarma merkezi olarak önerilen Mahmutbey Aktarma Merkezi hipotezi doğrulanmış, Mahmutbey İstasyonunun transferlerde tercih edilen bir cazibe merkezi haline geldiği görülmüştür.

2023 yılına kadar planlanan tüm raylı sistemler hizmete açıldığında ana - besleme hat modelinin tüm İstanbul'a yayılması gerek yolcu açısından gerek işletmeler açısından oldukça elzemdir.

Daha önce bahsedildiği gibi çok sayıda otobüs güzergâhının aynı koridor üzerinden geçmesi, yolcular tarafından anlamlandırılma konusunda problemlere neden olmaktadır. Bunun yerine, bir güzergâh üzerinden yalnızca bir hattın geçmesi; yolcu anlaşılabilirliği, kaynak kullanımı ve trafiğin rahatlaması açısından olumlu sonuçları

ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımla, 'ana hat- besleme hat' modeli ortaya çıkmıştır. Bu model, ana hattın maksimum verimlilikte çalışmasına, araç tıkanıklığından kaçınılmasına ve besleyici hatlarda hizmet seviyesini artıracak şekilde kaynaklardan tasarruf edilmesine olanak tanımaktadır.

Modelin tüm İstanbul'a uygulanması ile;

- Tüm modları kapsayacak, sürdürülebilir bir toplu ulaşım planlama sistemi,
- Şehir merkezinde ve merkezi bölgelerdeki trafik sıkışıklığının azalması,
- Zamanında ve entegre bir toplu ulaşım sistemi,
- Yolculara planlanabilir ve güvenilir bir yolculuk fırsatı sunma,
- Yolcu beklentilerini ve yolculuk taleplerini karşılayacak bir sistem,
- Yolcuların varmak istedikleri yere en kısa sürede ve yüksek konforda ulaşması,
- İşletmenin kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması,
- Daha az otobüs ile daha kısa sürede, daha konforlu, daha hızlı ve daha kaliteli ulaşım hizmeti,
- Durakta bekleme sürelerinin azalması,
- Araç içi yolcu yoğunluğunun azalması,
- Yapım aşamasındaki raylı sistem projeleri ve minibüs hatlarıyla entegre planlanan hatlarla maliyetin düşürülmesi,
- Yolcular ve operatörler açısından optimum hizmet seviyesine ulaşma,
- Aynı güzergâhı paylaşan hatlarda sadeleşme ve buna bağlı olarak trafik yoğunluğunda toplu ulaşım etkisinin azaltılması,
- Özel araç yerine toplu ulaşımın tercih edildiği bir sistem sağlanmış olacaktır.

- [1] F. AKBULUT, «Kentsel Ulaşım Hizmetlerinin Planlanması ve Yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri,» *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2016.
- [2] Saatçioğlu C., Yaşarlar Y., «Kentiçi Ulaşımında Taşımacılık Sistemleri,» *Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, cilt 3, no. 3, 2012.
- [3] İBB,Ulaşım Daire Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, «İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı,» İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul, 2011.
- [4] İETT Genel Müdürlüğü, *Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı*, İstanbul, 2019.
- [5] İETT Genel Müdürlüğü, İstanbul, 2019.
- [6] İETT Genel Müdürlüğü, «İETT Genel Müdürlüğü Web Sitesi,» 2019. <https://www.iett.istanbul/>[Erişildi: Ocak 2019].
- [7] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul, 2019.
- [8] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, «İBB Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü,» 2019. <https://tuhim.ibb.gov.tr/>[Erişildi: Ocak 2019].
- [9] T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, «Kentsel Teknik Altyapı ve Ulaşım Komisyonu Raporu,» Ankara, 2009.
- [10] Gupta, S., «Integrated National Transport Planning and Policy Formulation, UNESCAP Capacity Building Workshop, New Delhi, India,» 2015. <https://www.unescap.org/>[Erişildi: Ocak 2019].
- [11] Western Australian Planning Commission, «Guidelines For Preparation of Integrated Transport Plans, Western Australia,» May 2012. <https://www.dplh.wa.gov.au/>[Erişildi: Ocak 2019].
- [12] Gustav,N., «Public Transport Network Planning: Towards Criteria For Network Design.Institute of Transport Economics,» Oslo, Norway., 2009.
- [13] Florida Department of Transportation Research Center, «Best Practices in Transit Service Planning Project Final Report,» Center for Urban Transportation Research University of South Florida, Florida, 2009.

- [14] Delgado L., *Sharing Innovation in Transport between EU and Singapore, Union Internationale des Transports Publics (UITP) and Land Transport Authority Organization*, Singapore: UITP, 2015.
- [15] Kwing, S., «Efficient Multi-modal Integration is Key in Realizing Next Generation Public Transport System: The case of Hong Kong Special Administrative region of China.Bali Indonesia,» 23 April 2013. <http://www.uncrd.or.jp>[Erişildi: Ocak 2019].
- [16] «Hong Kong Travel,» Hong Kong, 2019. <https://www.hong-kong-travel.org>[Erişildi: Ocak 2019].
- [17] Hong Kong Planning Department, «Hong Kong Planning Standards and Guidelines, Chapter 8: Internal Transport Facilities,» December 2016. <https://www.pland.gov.hk>[Erişildi: Şubat 2019].
- [18] Moffat, A., «The evolution of bus contracts in London, Transport for London,» August 2014. <http://wricidades.org>[Erişildi: Şubat 2019].
- [19] Hodgson J. , King C., Hickman R. , «Connecting European Regions Using Innovative Transport, Guidelines for Good Transport Interchanges,» University College London , London, 2015.
- [20] Singh, M., *Multimodal Integration to Develop a City Wide Public Transport Network, 9th Urban Mobility India Conference & Expo 2016*, Singapore: LTA Academy, 2016.
- [21] Gwee E., *Integrated Land Use - Transport Planning & Transport Energy Use – Singapore's experience. APERC Annual Conference*, Tokyo: LTA Academy, 2013.
- [22] Seoul Metropolitan Government, «Seoul Public Transportation,» 2014. <https://citynet-ap.org>[Erişildi: Şubat 2019].
- [23] Willumsen,L.,«Public Transport Planning in Cities Around the World.TransmilenioandTransantiago,»<https://www.regjeringen.no/content/assets/1f41f9b3e9c34acc86f57192dafeff4f/louiswillumsentransmilenioinnlegg2den270812.pdf>[Erişildi: Şubat 2019].
- [24] Asian Development Bank, «Improving Interchanges Introducing Best Practices on Multimodal Interchange Hub Development in the People's Republic of China,» Asian Development Bank, Mandaluyong City, Philippines, 2015.
- [25] O'dea, C., «Draft Transport Strategy for the Greater Dublin Area, Assessment for the Role of Park and Ride in the Greater Dublin Area Transport Strategy, Park and Ride Report,» Jacobs Engineering Ireland Limited, Dublin, 2015.

- [26] amsterdam&partners,«WelcometoAmsterdam,»<http://www.iamsterdam.com>[Erişildi: Şubat 2019].
- [27] «The European Car Parking Guide,» Car Parking Europe, <http://www.car-parking.eu/sweden/stockholm>[Erişildi: Şubat 2019].
- [28] Park and Ride Facilities in Prague, «Praguestay,» Prague Stay, a Svoboda & Williams Company,<http://www.prague-stay.com>[Erişildi: Şubat 2019].
- [29] The Denton County Transportation Authority., «Service Performance and Design Standards Report,» DCTA, Denton, 2012.
- [30] Transport for New South Wales, «Integrated Public Transport Service Planning Guidelines-Sydney Metropolitan Area,» NSW Government, Sydney, 2013.
- [31] Chin H.C., Foong K.W., «Issues In Transportation Planning – The Singapore Experience. Department of Civil Engineering, National University of Singapore. Advances in City Transport: Case Studies,» WIT Press, Singapore, 2005.
- [32] Greater Dayton Regional Transit Authority, «Service Standards Manual,» July 2013. <http://www.i-riderta.org>[Erişildi: Şubat 2019].
- [33] Allen H., «Bus reform in Seoul, Republic of Korea. Case study prepared for Global Report on Human Settlements,» UITP, Nairobi, 2013.
- [34] Shik Kim K., Chul Kim G., «Korea's Best Practices in the Transport Sector, Bus System Reform in Korea, Knowledge Sharing Report,» The Korea Transport Institute, Seoul, 2012.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: humeyra.balta@gmail.com

Konferans Bildirileri

1. GÜLSÜN, B., ŞAŞMAZ, H.; Filistin Nablus Kenti Toplu Ulaşım Hat Ağı Optimizasyonu, Taras Shevchenko International Congress on Social Sciences; 2 Şubat 2019; Ankara/TÜRKİYE

