

**KENT İÇİ TOPLU TAŞIMADA RAYLI SİSTEMLERİN YERİ VE ANKARA  
METROSU İLE ANKARAY ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Mutlu TÜRKMEN**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

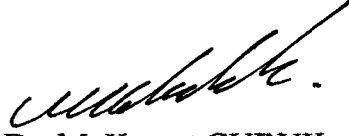
**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
(TRAFİK PLANLAMASI VE UYGULAMASI)**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kasım 2001  
ANKARA**

114768

Mutlu TÜRKMEN tarafından hazırlanan KENT İÇİ TOPLU TAŞIMADA RAYLI SİSTEMLERİN YERİ VE ANKARA METROSU İLE ANKARAY ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.


  
Dr. M. Kürşat ÇUBUK  
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mehmet EROĞLU



Üye : Doç. Dr. Nizami AKTÜRK



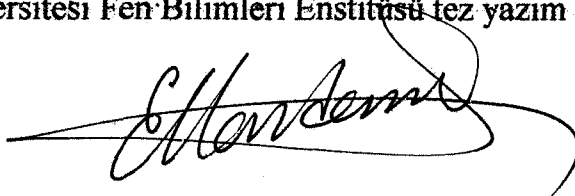
Üye : Dr. M. Kürşat ÇUBUK



Üye :

Üye :

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



## İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ VE TARİHİ GELİŞİMİ .....	3
2.1. Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Tanımlanması .....	3
2.2. Dünyada Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Gelişimi .....	4
2.2.1. Toplu taşıma sistemlerinin ilk örnekleri .....	5
2.2.2. Toplu taşımada geleneksel yaklaşımlar .....	7
2.2.2.1. 1950'li yıllar dönemi .....	8
2.2.2.2. 1960'lı yıllar dönemi .....	9
2.2.3. Toplu taşımada çağdaş yaklaşımlar .....	11
2.2.3.1. 1970'li yıllar dönemi .....	11
2.2.3.2. 1980 sonrası dönem .....	12
2.2.4. Son 20 yılda Avrupa ülkelerinde toplu taşım .....	13
2.3. Ülkemizde Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Gelişimi .....	14

2.4.	Gelişmemiş Ülkelerde Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri İle İlgili Sorunlar .....	18
2.5.	Sanayileşmiş Ülkelerin Gelişmemiş Ülkelerin Ulaşım Politikalarını Yönlendirmesinden Doğan Sonuçlar.....	21
3.	<b>KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI .....</b>	<b>23</b>
3.1.	Kara Ulaşımı .....	23
3.1.1.	Düşük yolcu kapasiteli türler .....	23
3.1.2.	Orta yolcu kapasiteli türler .....	24
3.1.3.	Yüksek yolcu kapasiteli türler .....	25
3.1.3.1.	Yarı hızlı toplu taşıma sistemleri.....	25
3.1.3.2.	Hızlı toplu taşıma sistemleri .....	26
3.2.	Deniz Ulaşımı .....	27
3.3.	Hava Ulaşımı .....	28
4.	<b>KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI .....</b>	<b>30</b>
4.1.	Teknolojik Özellikler Açısından Karşılaştırma.....	30
4.1.1.	Fiziksel özerklik .....	30
4.1.2.	Trafik esnekliği .....	31
4.1.3.	Hız .....	32
4.1.4.	Yolcu kapasitesi .....	32
4.1.5.	Geçiş üstünlüğü .....	34
4.1.6.	İz kapasitesi .....	35
4.1.7.	Alan kullanımı .....	35
4.1.8.	Güvenlik .....	36

4.2.	Ekonomik Özellikler Açısından Karşılaştırma	37
4.2.1.	Altyapı maliyetleri	37
4.2.2.	Taşıt maliyetleri	37
4.2.3.	Ekipman maliyetleri	38
4.2.4.	Enerji tüketimi	39
4.2.5.	İşletme giderleri	40
4.2.6.	Ulaşım maliyeti / Kullanıcının genelleştirilmiş maliyeti	45
4.3.	Hizmet Sunum Özelliklerinin Karşılaştırılması	45
4.3.1.	Sıklık	46
4.3.2.	Yolculuk süresi	47
4.3.3.	Güvenilirlik / Düzenlilik	47
4.3.4.	Konfor	48
4.3.5.	Kötü hava koşullarından korunma	49
4.3.6.	Yolculuk maliyeti / Tarife	50
4.4.	Çevre Etkileri Açısından Karşılaştırma	50
4.4.1.	Gürültü	50
4.4.2.	Kirlenme	51
4.4.3.	Estetik / Görsel etki	53
5.	KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLER VE BU SİSTEMLER ARASI SEÇİM ÖLÇÜTLERİ	54
5.1.	Kent İçi Raylı Sistemlerin Tanımlanması	54
5.2.	Kent İçi Raylı Sistemlerin Gerekliliği	54
5.3.	Kent İçi Raylı Sistemlerin Seçim Ölçütleri	57
5.4.	Dünyada Hafif Raylı Sistemlerin Örnekleri	59
5.5.	Dünyada Ağır Raylı Sistemlerin Örnekleri	62

6.	ANKARA KENT İÇİ ULAŞIMININ TARİHÇESİ – YAPISI VE ANKARA KENT İÇİ ULAŞIM PLANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....	64
6.1.	Ankara Kent İçi Ulaşımının Tarihçesi .....	64
6.2.	Ankara Kent İçi Ulaşımının Yapısı .....	69
6.3.	1972-1987 Yılları Arasında Yapılan Ulaşım Planları .....	71
6.3.1.	Ankara kenti ulaşım etüdü (1972) .....	71
6.3.2.	1978 – 1980 Yılları arasında yapılan çalışmalar .....	72
6.3.3.	1980 – 1984 Yılları arasında yapılan yapılabirlik ve proje çalışmaları .....	73
6.3.4.	Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması (1985 – 1987) .....	74
6.4.	Ankara Ulaşım Ana Planı .....	76
6.4.1.	Planın amaçları .....	78
6.4.2.	Kent içi raylı ulaşım alternatiflerinin planlanması .....	78
6.4.2.1.	Metro projesi .....	78
6.4.2.2.	Ankaray projesi .....	80
7.	ANKARAY VE ANKARA METROSUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI .....	81
7.1.	İki Sistemin Projelendirilme Safhası .....	81
7.2.	Ankaray ve Ankara Metrosunun Sistem ve Teknolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması .....	86
7.3.	Ankaray ve Ankara Metrosunun Hizmet Sunum Özelliklerinin Karşılaştırılması .....	88
7.4.	Ankaray ve Ankara Metrosunun Maliyet ve Ekonomi Özelliklerinin Karşılaştırılması .....	89

7.5.	İki Sistemin Dünyadaki Diğer Örneklerle Karşılaştırılması .....	93
8.	SONUÇ .....	97
	KAYNAKLAR .....	101
	EKLER .....	106
	ÖZGEÇMİŞ .....	110



**KENT İÇİ TOPLU TAŞIMADA RAYLI SİSTEMLERİN YERİ VE  
ANKARA METROSU İLE ANKARAY ÖRNEKLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Mutlu TÜRKMEN**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ağustos 2001**

**ÖZET**

Bu tez iki ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda kent içi toplu taşıma sistemlerinin kavramsal altyapısına ve toplu taşıma sistemlerinde tür seçiminde esas alınacak ölçütlere yer verilmiştir. Böylelikle kent içi toplu taşıma problemleri için tek çözüm yolu olarak raylı sistemleri gerektirecek olan şartlar belirlenmiştir. İkinci bölümde ise Ankara Metrosu ve Ankaray örnekleri incelenmiş ve çeşitli ülkelerde kullanılan diğer örneklerle karşılaştırılmıştır. Bu inceleme ve karşılaştırma yoluyla iki sistemin işletme performansları ve planlanma süreçleri değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 5001023

Anahtar Kelimeler : Toplu Taşıma, Raylı Sistem, Ankaray, Ankara Metrosu.

Sayfa Adedi : 110

Tez Yöneticisi : Dr. M. Kürşat ÇUBUK



**THE IMPORTANCE OF RAIL TRANSIT IN URBAN MASS  
TRANSPORTATION AND EVALUATION OF ANKARA METROSU AND  
ANKARAY SAMPLES**

**(M. Sc. Thesis)**

**Mutlu TÜRKMEN**

**GAZİ UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**August 2001**

**ABSTRACT**

This thesis divides into two major sections. In the first section the conceptual basis for urban mass transportation and the criterions which are considered for mode choice are pointed out. In this way the reasons that necessitate the rail transit systems as the only solution for transportation problems are determined. In the second section Ankara Metrosu and Ankaray samples are analyzed and compared to other existing systems in different countries. Through this analysis and comparison the performance and planning processes of both systems is criticised.

Science Code : 5001023

Key Words : Mass Transportation, Rail Transit, Ankaray, Ankara Metrosu.

Page Number : 110

Adviser : Dr. M. Kürşat Çubuk

## TEŞEKKÜR

Beni Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimi görmek üzere teşvik eden, yönlendiren ve her zaman yardımlarını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Süleyman Pampal'a "Gazi Üniversitesi" ve Dr. Zeynel Yetgin'e "Ankara Büyükşehir Belediyesi", tez çalışmalarım boyunca yoğun mesaisine rağmen her müracaatımda kapısını açık bulduğum danışmanım Dr. M. Kürşat Çubuk'a "Gazi Üniversitesi", bilimsel araştırma yöntem ve metotları ile ilgili çok faydalı bilgiler veren hocam Dr. Hatice Fatoş Gür Akınoğlu'na ve kaynaklara ulaşmamda yardımcı olan araştırma görevlileri Ebru Öztürk "Gazi Üniversitesi" ile Seda Hatipoğlu'na "Gazi Üniversitesi" teşekkürlerimi sunmayı bir borç kabul ediyorum.

Ayrıca kendisine ayırmam gereken vakitten çalarak tez çalışmalarımı sürdürdüğüm çok sevgili ve biricik oğlum Eren'e de en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>		<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1.	Geleneksel ve çağdaş ulaşım yaklaşımlarının özellikleri..	13
Çizelge 2.2.	Alternatif ulaşım türlerinin taşıma yükleri .....	16
Çizelge 2.3.	Türkiye’de 21 kente ait nüfus, gerekli raylı sistem uzunlukları ve taşıt sayıları .....	17
Çizelge 2.4.	Özel oto sahipliği - şehir karşılaştırması .....	19
Çizelge 3.1.	Otobüs türlerinin kapasite, fiyat ve ömürleri .....	24
Çizelge 4.1.	Ulaşım türlerinin yolcu kapasiteleri .....	33
Çizelge 4.2.	Geçiş üstünlüğü bakımından sistemlerin özellikleri .....	34
Çizelge 4.3.	Ulaşım türlerinin güvenlik açısından karşılaştırılması .....	36
Çizelge 4.4.	Raylı sistemlerin altyapı yatırım maliyetleri .....	37
Çizelge 4.5.	Toplu taşıma araç maliyetleri .....	38
Çizelge 4.6.	İki şeritli yol için ekipman maliyetleri .....	38
Çizelge 4.7.	Türlerin yolcu-km başına enerji tüketimi .....	40
Çizelge 4.8.	Birim işletme maliyetleri .....	41
Çizelge 4.9.	Toplu taşıma türlerinin yolcu-km cinsinden işletme maliyetleri .....	41
Çizelge 4.10.	Ulaşım türlerinin sıklıkları .....	46
Çizelge 4.11.	Toplu taşıma türlerinin seferlerini zamanında tamamlayabilme yüzdeleri .....	48
Çizelge 4.12.	Toplu taşıma sistemlerinde konfor .....	49
Çizelge 4.13.	Müsaade edilebilir ivme ve ivme değişimleri .....	49
Çizelge 4.14.	Ulaşım sistemlerinin neden olduğu kirlenme .....	52

Çizelge 4.15.	Toplu taşıma türlerinin çevresel etkileri .....	53
Çizelge 5.1.	Toplu taşımanın elektrik raylı sistemlerle yapılması halinde sağlanacak akaryakıt ve ham petrol tasarrufu .....	56
Çizelge 5.2.	ARS ve HRS çeşitli özelliklerinin karşılaştırılması .....	59
Çizelge 5.3.	Dünyada çeşitli ARS ve HRS örnekleri .....	63
Çizelge 6.1.	Ankara kenti ulaşım türleri dağılımı .....	69
Çizelge 7.1.	Ankaray ve Ankara Metrosunun sistem-teknolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması .....	86
Çizelge 7.2.	Ankaray ve Ankara Metrosunun hizmet sunum özellikleri bakımından karşılaştırılması .....	89
Çizelge 7.3.	Ankaray ve Ankara Metrosunun maliyet ve ekonomik durumları ile ilgili özelliklerinin karşılaştırılması .....	90
Çizelge 7.4.	Ankaray ve Ankara Metrosunun taşıdıkları yolcu sayısı itibarı ile dünyanın diğer hafif raylı ve ağır raylı sistemleriyle karşılaştırılması .....	94
Çizelge 7.5.	Ankaray ve Ankara Metrosunun giderler itibarıyla dünyanın diğer hafif ve ağır raylı sistemleriyle karşılaştırılması .....	95

**ŞEKİLLERİN LİSTESİ**

<b>Şekil</b>		<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1.	Kent içi toplu taşıma sistemlerinin gelişim kronolojisi	8
Şekil 2.2.	Geleneksel ulaşım yaklaşımının çözümsüzlüğü	11
Şekil 4.1.	Fiziksel özerklik – güvenilirlik ilişkisi	31
Şekil 4.2.	Fiziksel özerklik – trafik esnekliği ilişkisi	32
Şekil 4.3.	Yolcu başına ulaşım giderleri	42
Şekil 4.4.	Toplu taşıma türleri arası ekonomik kademelenme	42
Şekil 4.5.	Toplu taşıma türleri arası maliyet karşılaştırması	43
Şekil 4.6.	Ulaşım türlerinin kapasite ve işletme maliyetleri ilişkisi	44
Şekil 4.7.	Ulaşım türlerinin kapasite ile toplam maliyet ve işletme maliyetleri	44
Şekil 6.1.	Sovyetler Birliği'nden ithal edilen ilk otobüsler	65
Şekil 6.2.	Ankara'da günlük motorlu araçlı yolculukların türlere dağılımı	70
Şekil 6.3.	Ankara'da günlük toplu taşıma türleri dağılımı	70
Şekil 6.4.	Ankara Metrosu	79
Şekil 6.5.	Ankaray Hafif Raylı Sistemi	80
Şekil 7.1.	Ankara'da varolan raylı sistemler	85

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
CO	karbonmonksit
CO <sub>2</sub>	karbondioksit
dB	desibel
gr	gram
h	hour
HC	hidrokarbon
kcal	kilokalori
kg	kilogram
km	kilometre
km <sup>2</sup>	kilometrekare
m	metre
m <sup>2</sup>	metrekare
NO <sub>x</sub>	azotoksit
s	saniye
SO <sub>2</sub>	kükürtdioksit
s <sup>2</sup>	saniye kare
s <sup>3</sup>	saniye küp
\$	Dolar

**Kısaltmalar**

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKUÇ	Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması
ARS	Ağır Raylı Sistem
AŞOT	Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali
AŞTİ	Ankara Şehirlerarası Terminal İşletmesi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DM	Deutsche Mark
EGO	Elektrik Gaz Otobüs
FF	Fransız Fransı
HRS	Hafif Raylı Sistem
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
TFB	Transit Fact Book
TL	Türk Lirası
UKOME	Ulaşım Koordinasyon Merkezi
US	United States

## 1. GİRİŞ

Günümüz toplumlarında nüfus, kentlerde, özellikle de metropol niteliği kazanmış büyük kentlerde yoğunlaşmış ve buna bağlı olarak büyük nüfus kitlelerine kaliteli ve eşitlikçi hizmetlerin sunulması kaçınılmaz olmuştur. Bu hizmetlerin en önemlilerinden bir tanesi de ulaşımdır. Artık güvenli, hızlı, konforlu, ucuz ulaşım seçenekleri üretilmeli, ulaşımda halka eşit hizmetler sunulmalıdır. Gelişmiş ülkelerde ulaşım hizmetlerinin sağlıklı yürütülebilmesi için, 1960'lı yıllardan başlamak üzere ulaşım planlamasının önemi gündeme gelmiş ve ulaşımda insan unsurunun ön planda tutulması bir esas olarak kabul görmeye başlamıştır. Bu kabule bağlı olarak taşıta öncelik tanıyan ulaşım anlayışı terk edilerek, toplu taşıma ağırlık verilmek suretiyle insana öncelik tanıyan ulaşım anlayışı benimsenmiştir. Böylelikle çağdaş yaşamın en önemli şartlarından olan eşitlik prensibi de korunmaya çalışılmıştır.

Özellikle nüfusu 1 milyonu geçen kentlerin ulaşım sorunlarının çözümünde hizmet kalitesi ve çevre açısından olumlu niteliklere sahip olan raylı sistemler ön plana çıkmıştır. Ülkemizde raylı sistemler kent içi toplu taşımacılığında Osmanlı İmparatorluğu döneminde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak sonraki yıllarda özellikle ekonomik nedenlere dayanılarak İstanbul merkezli olan az sayıdaki raylı sistemler işletmeden kaldırılmıştır. 1970'li yılların başından itibaren gelişmiş ülkelerde kent içi ulaşımına çözümde en önemli alternatif olarak ortaya konulan raylı sistemler, ülkemizde de benimsenmeye başlamış ancak raylı sistem uygulamaları 1990'lı yıllardan itibaren gerçekleştirilebilmiştir.

Ülkemizde son 10 yıl içerisinde İstanbul, Ankara, İzmir, Konya, Bursa illerinde kent içi raylı sistemler hizmete sokulmuş ya da inşa çalışmaları sürdürülmektedir. Ayrıca nüfusu 200 bini geçen bir çok diğer kentte yapılan



ulaşım planlamaları çalışmalarında da raylı sistem alternatifleri gündeme getirilmiştir.

Başkent Ankara'da da ilk yapılan ulaşım planlamalarından itibaren raylı sistem alternatifleri değerlendirilmiş ve projelendirilmiştir. Metro yapımı için çeşitli girişimlerde bulunulmuş ancak 1990'lı yıllara kadar bu çalışmalardan bir sonuç alınamamıştır. ağın gerektirdiği hizmet kalitesine ve standartlarına ulaşılabilmesi için, Ankara'da raylı sistemlerin kaçınılmaz bir gerek olduğu unutulmamış ve sırasıyla Ankaray ve Ankara Metrosu sistemleri hizmete sokulmuştur. şu anda da Metronun uzatması olarak Metro 3 projesinin (Batıkent-Sincan uzatması) yapılabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir.

Gerek Ankaray gerekse Ankara Metrosunun planlama, yapım ve işletme süreçleri içerisinde çeşitli tartışmalar yapılmış; her iki sisteme de bazı eleştiriler yöneltilmiştir. Bu alışmada, Ankaray ve Ankara Metrosu projelerinin doğruluğu ve işletme performansları hakkında bir sonuca ulaşabilmek ve böylece yapılacak, planlanacak yeni güzergah ve sistemler hakkında bir kanaat sahibi olabilmek amacıyla, her iki sistemde bazı temel ltler göz önünde tutularak değerlendirilecektir.

## **2. KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ VE TARİHİ GELİŞİMİ**

### **2.1. Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Tanımlanması**

Kent yaşamının en önemli unsurlarından bir tanesi de ulaşımır. İnsanlar kent içerisinde bir noktadan diğer bir noktaya en kısa ve en güvenilir biçimde ulaşabilmek amacıyla çeşitli ulaşım araçlarını kullanırlar.

Kentsel ulaşırmada amaç, kentte yaşayan insanların sosyal, ekonomik, kültürel isteklerine yönelik belirli bir hacim ve nitelikteki ulaşım ihtiyaçlarının zaman ve ücret gibi uygun şartlarda karşılanmasıdır. Bunun için kentlerde yaşayan insanlar daha hızlı, daha güvenli, daha konforlu ve daha temiz olabilecek ulaşım sistemlerine ihtiyaç duyduklarından alternatif ulaşım sistemlerinin sunulması gerekmektedir [1].

Kent içi ulaşımında özel oto kullanımının artmasına bağlı olarak trafik ve çevre ile ilgili sorunlar ön plana çıkmıştır. Özellikle az gelişmiş ülkelerde karayolu altyapısının yetersizliği, toplu taşıma araçlarının talebe cevap verememesi ve özel oto kullanımının yüksek olması, trafik sıkışıklığı, çevresel kirlilik ve bunlara bağlı olarak ta ekonomik, sosyal ve estetik zararların doğmasına neden olmaktadır.

Kentlerin büyüklüklerine ve yerleşim özelliklerine bağlı olarak farklı ulaşım türlerine talep doğmaktadır. Özellikle büyük kentlerde iş – okul yolculuklarının büyük bir bölümü toplu taşıma araçları ile yapılmaktadır. Bu seçimi etkileyen temel etkenler ise yolculuk mesafesi, yolculuk maliyeti, servis sıklığı ve konut ile iş alanlarının yoğunluğudur. Temel veri koşullarını dikkate alarak bir değerlendirme yapan Kaplan [2], binek taşıtı sahiplerinin

% 62'sinin iş yolculuklarında toplu taşıma araçlarını kullanacağını belirlemiştir.

Günümüzde kırsal alanlardan kentlere doğru yaşanan yoğun göçün ardından kent nüfusu hızla artmış, bu artışa paralel olarak ta daha gelişmiş toplu taşıma araçlarına ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda özellikle büyük şehirlerde ve metropollerde ulaşım hizmetlerini karşılayacak finansmanı ve teknolojiyi sağlamak neredeyse imkansız hale gelmiştir.

67 Milyona ulaşmış olan ülke nüfusumuzun, 47 milyonu (% 70) kentlerde yaşamaktadır. Kent nüfusunun ise çok büyük bir oranının büyük şehir statüsüne ulaşmış olan kent merkezlerinde (İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Adana, Kayseri, Konya, Trabzon, vb) yaşadığı göz önüne alındığında, bu kentlerin ulaşım sorunlarının çözümü daha da önemli olmuştur.

Bu kentlerin ulaşım sorunlarının çözüme kavuşturulması amacıyla yapılan ulaşım planlaması çalışmalarında, çözüm önerisi olarak hafif ve ağır raylı sistemler ön plana çıkmaktadır.

## **2.2. Dünyada Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Gelişimi**

Toplu taşıma türleri ilk olarak 19. yüzyılda kullanılmaya başlanmış, bugünkü türlerin bir çoğu ise ancak 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma planlaması ihtiyacının ilk olarak gündeme geldiği 1950'li yıllardan başlayarak alternatif sistemler üzerinde durulmaya başlanmıştır.

### 2.2.1. Toplu taşıma sistemlerinin ilk örnekleri

Dünyada ilk toplu taşıma örneklerini demiryolları üzerine inşa edilen raylı sistemler oluşturmaktadır. 1801 Yılında Wandsworth ile Croydon arasında toplu taşımaya yönelik ilk demiryolunun yapımına izin verilmiştir. Üç yıl sonra hizmete giren yaklaşık 16 km uzunluğundaki bu sistemde raylar üzerinde hareket eden taşıtları atlar çekiyordu. Ama 1802’de Vivian ve Trevithick adlarındaki iki İngiliz ilk buharlı lokomotif ruhsatını almışlardı. 1806’ya doğru Vivian köşebent raylar yerine tekerleklerin klavuzlaması için çıkıntılı çubuk raylar geliştirdi. Bu raylar üzerinde oluklu makaralardan oluşan tekerlekler çalışacaktı. Daha sonra makaranın yalnız iç çıkıntısını koruyarak günümüzdeki demiryollarının ilk örneğini verdi [3].

1827 Yılında Fransız mühendis Marc Seguin’in borulu kazanı bulması bu alanda dev bir gelişme sağladı; ardından bir İngiliz madencisinin oğlu George Stephenson gazları sürüklemek amacıyla egzoz buharını bacaya püskürttü. Böylece ocağın iyi çalışması için gereken çekme elde edilmişti; işte bu gelişme, sürekli iyileştirme çalışmalarına konu olan çağdaş lokomotiflerin temelini oluşturur. Stephenson’un 1829’da Rainhill yarışmasında ödül kazanan “Fusee” adlı lokomotifi, saatte yaklaşık 24 km hızla 12 924 kg’lık yükü çekmeyi başardı. Bir lokomotifin bütün temel organlarını içeren bu çekici, buharlı lokomotiflerin atası kabul edilir [3].

İlk toplu taşıma türünün, 1827 senesinde New York’ta işletmeye açılan, atla çekilen ve yaklaşık olarak 18 kişilik arabalardan oluşan “omnibus” adı verilen sistem olduğunu belirten Coşkun, hafif raylı sistemlerin gelişimini üç evrede gruplandırmıştır [4]:

Buna göre omnibus’tan hemen kısa bir süre sonra 1832 yılında yine New York’ta ilk raylı sistem, birinci kuşak hafif raylı sistem olarak

tanımlanabilecek atlı tramvaylar işletmeye konulmuştur. Tramvayların yaklaşık ağırlığı 2 000 kg, kapasitesi ise 20-25 kişilik olup, bir veya iki atla çekilmekte idi. Omnibus'dan daha hızlı olan atlı tramvay hızla dünyaya yayıldı.

İlk kez 1873 yılında San Francisco'da işletmeye açılan ve halatla çekilen tramvaylar ise ikinci kuşak hafif raylı sistemler olarak tanımlanabilir. Bu sistem en kötü hava şartlarında dahi yüksek meyillere tırmanma özelliğine sahipti. Sistemin gücü başlangıçta buharla sağlanırken daha sonra elektrikli makinelerden elde edilmiştir.

Üçüncü kuşak hafif raylı sistem olarak değerlendirilen elektrikli tramvayların ilk denemeleri 1835 senesine kadar uzanmaktadır. Bu sistemin ilk düzenli örneği, 1886 senesinde Montgomery (Alabama)'da açılan ve 9,7 km / saat maksimum hıza sahip olan sistemdir. Çok kısa sürede yayılan ve halatlı sistemin yerini alan elektrikli tramvaylar, 1917-1923 senelerinde dünyada en yaygın dönemini yaşamıştır.

Hafif raylı sistemlerle birlikte 19. yüzyılın ortalarından başlamak üzere ağır raylı sistemlerin ilk örnekleri de geliştirilmeye başlanmıştır. Yer altında işletmeye açılan ilk demiryolu örneği, Londra'da yayaların kullandığı Thames Tüneli'ne 1843 yılında demiryolu hattı döşenerek işletmeye açılmasıyla ortaya çıkmıştır [5]. Böylece yer altında inşa edilen metro için ilk adım atılmıştır.

Dünya metrosunun ilk örneği olarak kabul gören ve Londra Metrosunun ilk bölümü olan dört mil uzunluğundaki Metropolitan Line 1863 yılında işletmeye açılmıştır. Metro, Londra'dan sonra ilk olarak 1863 yılında New York'ta kullanılmaya başlanmıştır. 1870 Yılında Thames nehrinin altında açılan demiryolu tüneli, metro yapımında tüp-tünel yönteminin ilk kez

kullanılmasıdır. 1879 Yılında elektrikli lokomotifin icadıyla birlikte metro teknolojisinde yeni arayışlar başlamış; ve on bir yıl sonra da ilk elektrikli metro hattı (City-South London Railway) yine Londra'da hizmete açılmıştır. Bu sistemde t p-tünel yöntemiyle inŒa edilmiŒtir. Bu iki  rneği sırasıyla Chicago (1892), BudapeŒte (1896), Glasgow (1897), Paris (1900) ve Berlin (1902) metroları izlemiŒtir [5, 6].

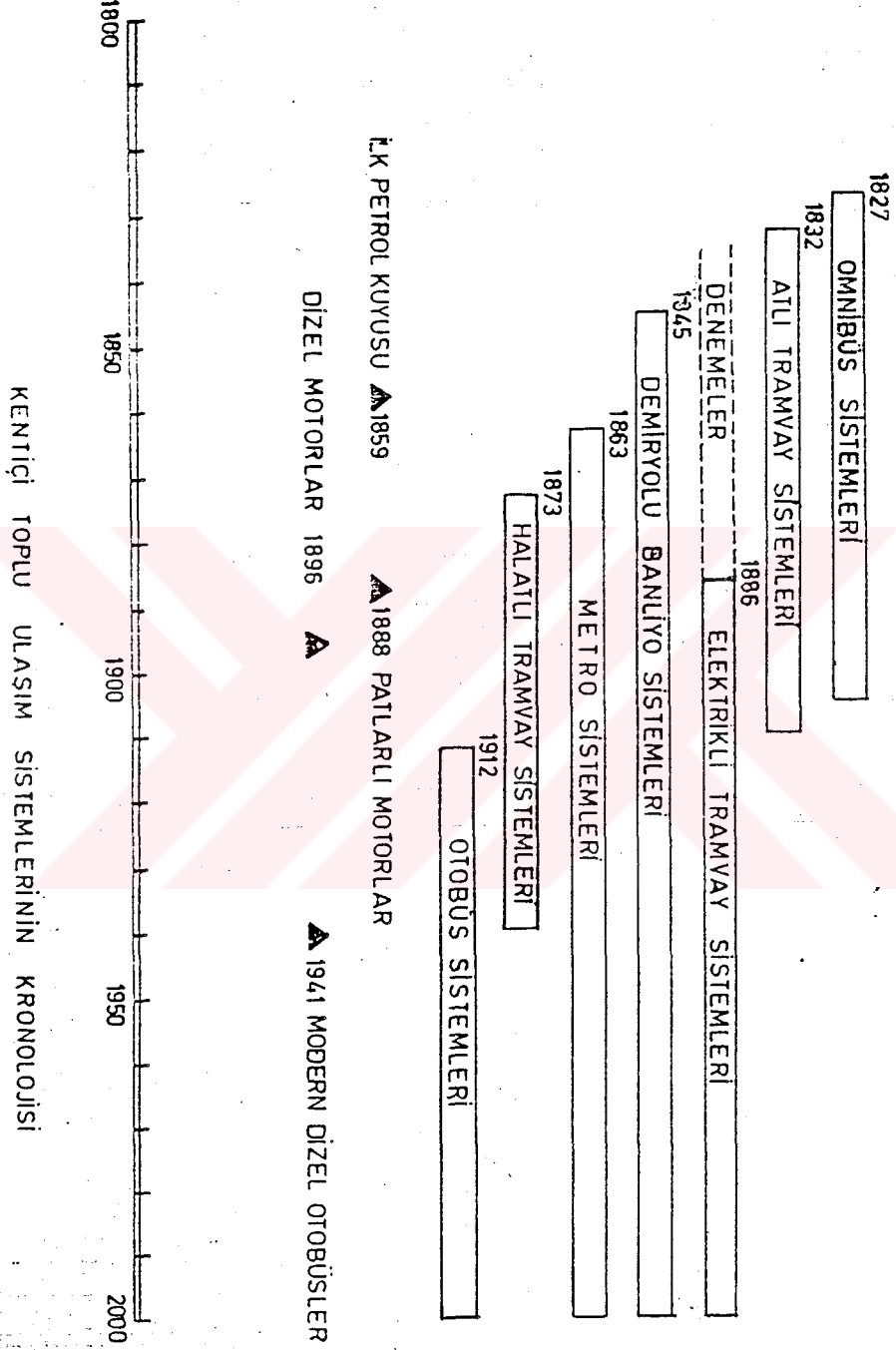
Dünyada tramvay, metro ve otobüs gibi kent içi toplu taŒıma sistemlerinin tarihi geliŒimi Œekil 2.1'de g sterilmiŒtir.

## **2.2.2. Toplu taŒımada geleneksel yaklaŒımlar**

Dünyada kentsel ulaŒtırmanın  nemi, İkinci Dünya SavaŒının ardından otomobilin ve motorlu taŒıtların sayılarının hızla artıŒına bağlı olarak ön plana ıkmıŒtır. Otomobil arzının artması, buna karŒılık karayolu ağlarının yetersizliği, kent içinde trafik sorunun doğmasına neden olmuŒtur. Bu sorunun çözümlenmesi amacıyla bir takım alıŒmalar ve planlamalar yapılması gereği ortaya ıkmıŒtır. Bu alıŒmaların tarihi geliŒimi incelendiğinde aŒaęıdaki tarihsel sıralama ortaya çıkmaktadır [7, 8, 9, 10, 11].

### **2.2.2.1. 1950'li yıllar dönemi (TaŒıt  ncelikli dönem)**

Bu döneme kadar ulaŒtırma içerisinde ayrıcalıklı ve az sayılı özel araçların sayısında birden patlama meydana gelmiŒtir. İnsanların  zel otolara olan talebi sadece büyük kentlerde hariç, toplu taŒıma araçlarının kaybolmasına neden olmuŒtur. Buna bağlı olarak trafiğe çözüm üretebilmek d Œ ncesiyle kentlerde yeni yol ağları oluŒturulmuŒ ve kent merkezlerine de otoparklar inŒa edilmiŒtir. Yaya ulaŒımının dıŒlandıęı, toplu taŒıma araçlarından yüz çevrilen



Şekil 2.1. Kent içi toplu taşıma sistemlerinin gelişim kronolojisi [4].

bu dönemde bir çok yerde varolan tramvay rayları sökülüştür. Böylece bu dönemde toplu taşıma en büyük yarasını almıştır.

#### **2.2.2.2. 1960'lı yıllar dönemi (Ulaşım planlaması dönemi)**

Bu dönemde dünyada meydana gelen hızlı teknolojik gelişmelerin etkisinde kalınmış ve sorunların çözümünde teknolojinin yeterli olacağı düşünülmüştür. Bu düşünce planlama çalışmalarını olumsuz yönde etkilemiştir.

1962 Yılında bir rapor yayınlayan Buchanan [11], otomobilin ulaşım için çok pahalı ve sorunlu bir çözüm olacağını ortaya koymuştur. Buchanan bu nedenle nüfusu 100 bini aşan kentlerde mutlak başka sistemlerin geliştirilmesi gerekliliğini açıklamıştır.

Ancak yine de bu dönemde teknolojinin olanaklarından yararlanılarak otomobil öncelikli ulaşımın sorunlarına çözüm üretilebileceği düşünülmüştür. Dolayısıyla otoyol ve ekspres yollarının yapılması öngörülmüştür. Aynı dönemde toplu taşıma ile ilgili de çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Paris'te caddelerin yarısından fazlası tek yön olarak değiştirilmiş, toplu taşıma yönelik olarak ta otobüslere özel şeritler tahsis edilmiştir.

Bu dönemde büyük kentlerde trafik sıkışıklığına çözüm üretilememiş, ayrıca kirlilik ve gürültü kaygı verici düzeylere ulaşmıştır.

Özel oto kullanımının revaçta olduğu bir dönemde, bunun teknik, ekonomik ve toplumsal açılardan kent içi ulaşımın gerekleriyle çelişkili olduğunu ortaya koyan A.B.D. Başkanı Richard Nixon, 1969 yılında yaptığı konuşmasında büyük bir ileri görüşlülükle şunları söylemiştir [12] :



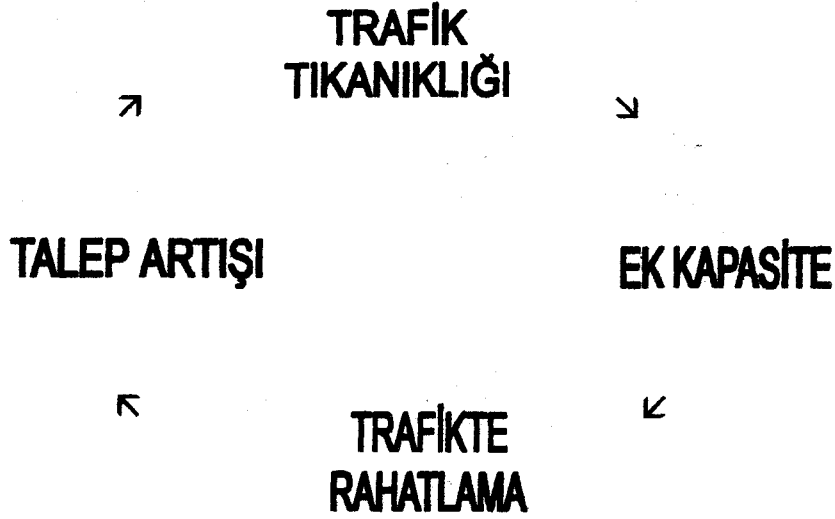
“Toplu taşıma özel oto kullanıcılarını çekinceye kadar, trafik tıkanıklığından kurtulmamıza yetecek ölçüde çabuk karayolu yapabilme imkanına sahip değiliz. Bugün karayollarımızın tıkanıklıklarına ve kent merkezlerimizin felçli durumuna bakarak, 2000 yılına doğru kentlerdeki nüfusumuz 100 milyon daha artış gösterdiğinde, durumumuzun ne olacağını kestirebiliriz.”

Konuşma, toplu taşımayı geliştirmek için uzun dönemli tasarımların gerçekleştirilebilmesi amacıyla finansman kaynaklarının en elverişli koşullarla ve zamanında sağlanacağı belirtildikten sonra şöyle bağlanıyor:

“Böylece otobüs, tren ve metro kullanıcıları daha iyi hizmete kavuşmuş olacaklar ve özel oto sahipleri daha az kalabalık yollarda seyredebilecekler. Yoksul katmanlara mensup kişiler işlerine daha kolay gidebilecek, o zamana kadar onlar için ulaşılmaz olan bölgelerde iş bulabilecek ve eğitim kurumlarına rahatlıkla ulaşabilecekler. Büyük kentlerin merkezleri felç olmaktan kurtulacak ve banliyölerde oturanlar çalışmak ya da alışveriş yapmak için kente daha kolay ulaşabilecekler.

Asıl olan ülkemizin yarar sağlamasıdır. Aya insanlar gönderen bu ülke ulaşım konusunda kentlerin gereksinimlerini karşılayabileceğini de kanıtlayacaktır.”

Aslında dikkatle incelendiğinde ilk iki dönem yaklaşımlarının aynı politikanın ürünü olduğu ortaya çıkmaktadır [9]. Yaklaşımlardaki sorun, ulaşımın yüzeysel yaklaşımlarından birisi olan trafiğin tıkanmasıdır. Sorun böyle tespit edildiğinden, çözüm olarak ta ek yollar yapılması ve kapasitenin artırılması gerektiği düşünülmüştür. Bu çözüm başlangıçta geçerli olmakta ve belirli bir süre trafiği rahatlatmaktadır. Ancak trafiğin uygun olması özel oto kullanımını daha da artırmakta ve sonuçta bu artışa paralel olarak trafik sıkışıklığı yeniden gündeme gelmektedir. Böylece sorun ve çözümü bir kısır döngüye dönüşmektedir (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Geleneksel ulaşım yaklaşımının çözümsüzlüğü [9].

### 2.2.3. Toplu taşımada çağdaş yaklaşımlar

Yukarıda belirtilen geleneksel yaklaşımlar tamamıyla ulaşım arzının planlanmasına yönelik iken, günümüzde ulaşım sorunlarının çözümü ulaşım talebinin yönetilmesini de içermektedir. 1970'lerin sonlarından başlayarak daha çok kabul gören ve genellikle yolculuk talep yönetimi olarak adlandırılan politika da böyle bir yaklaşımdan doğmuştur.

Geleneksel yaklaşımlarda artan talebe paralel olarak arz da artırılmakta; çağdaş yaklaşımlarda ise denge, talebin özel önlemlerle bastırılarak, mevcut arzı aştırmaması yoluyla kurulmaktadır.

#### 2.2.3.1. 1970'lı yıllar dönemi (İnsan öncelikli dönem)

Bu dönemde geriye dönük olarak 20 yılda yapılan hataların farkına varılmış ve daha gerçekçi, ekonomik ve uygulanabilir projeler gündeme getirilmiştir.

Otomobilin artmasına paralel olarak ortaya çıkan sorunların teknoloji ile çözümlenemeyeceği ve toplu taşıma sistemlerine ihtiyaç duyan büyük kitlelerin var olduğu fark edilmiş, böylece taşıt yerine insan öncelikli planlar yapılmaya başlanmıştır.

Ayrıca ekoloji ve estetik değerlerin ön plana çıkması toplu taşıma araçlarının çözüm olarak görülmesini sağlamıştır.

1973-1974 Yıllarında petrol krizinin patlak vermesi de toplu taşımayı tek alternatif kılmıştır. Böylece özel oto ulaşımının maliyeti yükselmiş, taşıtlar için kurulacak karayolu ağları finanse edilemez hale gelmiştir. Bu durum otomobil odaklı ulaşım düşüncesinin değişmesini zorunlu kılmıştır.

#### **2.2.3.2. 1980 Sonrası (Taşıt talebine yönelik uygulamalar)**

Kent içi ulaşım sorunlarının çözümlenebilmesinde tek çıkar yolun toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi olduğunun anlaşılmasıyla birlikte, yolcular için güvenilir toplu taşımacılık sistemlerinin kurulması ve özel otomobil sürücülerinin de özendirici ve caydırıcı bir takım uygulamalarla toplu taşıma sistemlerine çekilmesi bu dönemin temel stratejisidir.

Bu yaklaşım içerisinde başta raylı sistemler olmak üzere, kent merkezlerinde büyük kapasiteli toplu taşımacılık sistemlerine öncelik verilmeye ve entegre toplu taşımacılık sistemleri oluşturulmaya başlanmıştır. Kişilere mümkün olduğunca çok yolculuk alternatifi sunulmuştur. Bu sunuşların ana hedefi ise kişilerin özel oto ile kent merkezine giriş taleplerini azaltmaktır.

Toplu taşımda geleneksel yaklaşımlar ile çağdaş yaklaşımlar arasındaki farklılıklar Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Geleneksel ve çağdaş ulaşım yaklaşımlarının özellikleri [9].

<b>GELENEKSEL YAKLAŞIMLAR</b>	<b>ÇAĞDAŞ YAKLAŞIMLAR</b>
Ulaşım arzının planlanması	Talebin yönlendirilmesi
Taşıtlara öncelik	İnsanlara öncelik
Ek kapasite yaratma	Mevcut altyapıyı verimli kullanma
Yolculukların türlere mevcut dağılımı veri olarak alınıyor	Yolculuklar daha yüksek kapasiteli ve daha dolu taşıtlara kaydırılıyor
Otomobil kullanıcılarının sorunlarına yönelik	Toplumun çeşitli kesimlerinin ihtiyaçlarını dengeleyici
Sermaye yoğun yatırımlar	Küçük / gerçekleştirilebilir yatırımlar
Geri dönülmez kararlar	Esnek kararlar
Fiziksel çözümlen ağırlıklı	Yönetsel/yasal/ekonomik çözümler
İnşaata yönelik	Çevreye duyarlı

#### 2.2.4. Son 20 yılda Avrupa ülkelerinde toplu taşıma

Son 15 yıllık dönem içerisinde sanayileşmiş Batı Avrupa ülkelerindeki ulaşım politikalarının gelişimi üç ayrı dönemde görülmektedir [13].

Birinci dönemde özel oto sahipliği ve karayolları yer almamaktadır. Bu dönemde hükümet geniş toplu taşıma araçları alternatifleri sunmuştur. Ayrıca yaya yolculuk yüzdesi bütün diğer ulaşım türlerinin toplamının üzerindedir.

İkinci dönemde ise kişi başına düşen ortalama gelirden meydana gelen hızlı artış nedeniyle özel oto kullanımında ve otoyolların sayısında büyük bir artış meydana gelmiştir. Tabii aynı zamanda hem kent içi hem de kentler arası ulaşımında yol kapasitesi hızlı bir biçimde artmıştır. Özel oto kullanımının büyük oranlara ulaşmasıyla birlikte bir çok kentte toplu taşıma araçları zarar etmeye başlamış ve bazı kentlerde ancak toplam ulaşımın % 20'si toplu taşıma araçları ile gerçekleştirilir hale gelmiştir. Bu dönemde İngiltere genelinde iş yolculuklarının dağılımında özel otolar % 50,2'lik bir paya sahipken, toplu

taşıma araçlarının (otobüs, raylı sistemler) toplam payı yalnızca % 21,7'dir [14].

Üçüncü dönemde de özel oto kullanımının artması ve buna bağlı olarak toplu taşıma araçlarının kullanımının azalması nedeniyle trafik sıkışıklığı artmış, çevre kirliliği de ürkütücü boyutlara ulaşmıştır. Bu nedenden ötürü özel oto kullanımını sınırlayıcı ve toplu taşıma araçlarını özendirici çalışmalar yapılmıştır. Bu dönemde tekrar hızlı raylı sistemlere yatırım yapılması kararlaştırılmıştır.

### **2.3. Ülkemizde Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Gelişimi**

Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemlerinden itibaren ülkemizde raylı sistemlerle ulaşım başlamıştır. 1869 Yılında yabancı bir şirket tarafından İstanbul'da işletmeye sokulan atlı tramvaylar ile, kentsel ulaşımında çağdaş bir döneme adım atılmıştır. Açılan yeni hatlarla kısa zamanda tramvay uzunluğu 33 km'ye ulaşmış ve 1912 yılından itibaren de elektrikli çekişe geçilmiştir. Londra'da açılan ilk metro hattından sadece 11 yıl sonra, 1874'de tünelde yolcu taşımacılığına başlanmıştır. İstanbul'da geçmişte yapılmış olan bir diğer raylı sistem de 27,6 km uzunluğundaki Sirkeci-Halkalı ve 44,2 km uzunluğundaki Haydarpaşa-Gebze banliyö hatlarıdır. Ancak I. ve II. Dünya Savaşlarıyla birlikte genç Cumhuriyet ekonomik sıkıntılara uğramış, bu nedenle 1966 yılında son tramvay hattı da kapatılmıştır. Böylece sadece sembolik olarak banliyö ve tünel ile raylı taşımacılık kalmıştır [15].

İstanbul'da 1908 yılından beri süren metro girişimleri de en sonunda Taksim-4. Levent hattı ile 1999 yılında işletmeye açılmıştır.

Türkiye'de ulaşım politikalarını planlı döneme geçinceye kadar ulaşım ve planlı dönemde ulaşım diye iki başlıkta inceleyen Elmas ve Yıldızhan [16],

Cumhuriyet öncesi ulaşım politikalarının temel olarak yabancı politikalara dayandığının altını çizmişlerdir.

Osmanlı İmparatorluğu'nda karayolu yapımı oldukça geridir. Devlet karayolu yapımında başarısız olmuştur. Devlet, en son olarak, bir Fransız şirketiyle karayolu yapımı için 2 milyon franklık bir anlaşma yapmıştı. Ancak 400 km yol yapımının ardından çıkan I. Dünya Savaşı yolu engellemiştir. Bu dönemde karayolları motorlu taşıtlar için uygun özelliklerde değildi. Anadolu'da toprak karayolu uzunluğu 9 711 km idi. Tüm otomobil sayısı 1 000 idi ve bunun 800'ü İstanbul'daydı [17].

Cumhuriyetin ilk yıllarında yaşanan ekonomik sorunlar nedeniyle ne karayolu ne de demiryollarına ciddi yatırımlar yapılamamış; ancak eldeki kısıtlı imkanlara rağmen 3 360 km yeni demiryolu yapılmıştır [18].

1950'den itibaren A.B.D. tarafından sağlanan Marshall yardımı ile karayolu ulaşımına öncelik verilmesi temel bir ekonomi politikası olarak benimsenmiştir. Bu yardım çerçevesinde sert yüzeyli yollar 1950'de 1 700 km'den 1955'te 3 500 km'ye, 1965'te de 10 750 km'ye yükseldi. Bu dönemde devlet karayollarının uzunluğu da 24 bin km'den 25 bin km'ye çıktı. Bu dönemde demiryolları tamamıyla geri plana itilmiştir [16].

Planlı dönemin başında, 1963 yılında, toplam şehirler arası yolcu taşımacılığında karayollarının payı % 73, demiryollarının payı % 24 ve denizyollarının payı da % 3 oranındaydı. 1965 Yılında sert yüzeyli yolların uzunluğu toplam 10 750 km'ye ulaşmıştı [19].

Görüldüğü gibi Cumhuriyet'in ilk yıllarında gelişmiş ülkelere paralel olarak demiryolu yapımı ön planda tutulmuş; ancak 1950'de Marshall yardımı ile başlayan süreçte bu öncelik tamamıyla karayollarına kaymıştır.

1997 İtibariyle alternatif ulaşım türlerinin taşıma yükleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

1970'li yıllardan itibaren dünyada ortaya çıkan çağdaş ulaşım yaklaşımlarına paralel olarak, ülkemizde de 1980-1990 yılları arasında 7 büyük kentte (İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa, Konya, Kayseri) 22 adet kent içi ulaşım çalışması yapılmış ve bu çalışmalarda raylı sistem alternatifleri planlanmıştır.

Çizelge 2.2. Alternatif ulaşım türlerinin taşıma yükleri [20]

Yıl	Karayolları		Demiryolları		Denizyolları		Havayolları	
	Yük %	Yolcu %	Yük %	Yolcu %	Yük %	Yolcu %	Yük %	Yolcu %
1960	37,8	72,9	47,7	24,3	14,4	2,0	0,1	0,8
1970	60,9	91,4	21,2	7,6	17,8	0,3	0,1	0,7
1980	73,5	94,8	10,1	4,5	16,3	0,2	0,1	0,5
1990	81,0	94,6	10,0	4,5	8,9	0,1	0,1	0,8
1997	92,6	94,8	7,2	3,4	0,01	0,1	0,2	1,7

Bu planlara paralel olarak İstanbul'da "Çağdaş Hızlı Tramvay" 10,12 km, İstanbul Metrosu, Ankara'da Ankaray ve Ankara Metrosu, Konya'da 24 km'lik hafif raylı sistem hizmete sokulmuş; Bursa'da Bursaray ve Adana'da hafif raylı sistemin inşaatına başlanmıştır.

Ancak yapılan bu çalışmalar oldukça yetersiz olup, büyük kentlerdeki toplu taşıma ihtiyaçlarına cevap verecek düzeyde değildir.

Dünyada gelişmiş kentlerde ki raylı sistemler ve nüfus ilişkisini irdeleyen Evren [21], ülkemizin 1990 nüfus sayımına göre, nüfusu 200 000'in üzerinde olan 21 kent üzerinde değerlendirme yapmış ve gerekli raylı sistem uzunlukları ile taşıt sayılarını öngörmeye çalışmıştır (Çizelge 2.3.).

Çizelge 2.3. Türkiye’de 21 kente ait nüfus, gerekli raylı sitem uzunlukları ve taşıt sayıları [21]

Şehir	Nüfus (000)	Sanal Raylı Sistem Uzunluğu (km)	Tramvay		Hafif Metro		Metro	
			Yol Uzunluğu (km)	Taşıt Sayısı	Yol Uzunluğu (km)	Taşıt Sayısı	Yol Uzunluğu (km)	Taşıt Sayısı
Denizli	204	49,2	49,2	136	-	-	-	-
Elazığ	204	49,3	49,3	136	-	-	-	-
Sivas	221	51,5	51,5	141	-	-	-	-
K.Maraş	228	52,3	52,3	143	-	-	-	-
Erzurum	242	54,1	54,1	147	-	-	-	-
Kocaeli	256	56,0	56,0	151	-	-	-	-
Ş.Urfa	276	58,6	58,6	157	-	-	-	-
Malatya	281	59,3	59,3	158	-	-	-	-
Samsun	303	62,2	62,2	165	-	-	-	-
Antalya	378	71,8	71,8	186	-	-	-	-
Diyarbakır	381	72,2	72,2	187	-	-	-	-
Eskişehir	413	76,4	76,4	196	-	-	-	-
Kayseri	421	77,4	77,4	198	-	-	-	-
İçel	422	77,6	77,6	198	-	-	-	-
G.Antep	422	77,6	77,6	198	-	-	-	-
Konya	513	89,4	22,3	70	33,5	71	-	-
Bursa	834	131,1	32,8	97	49,2	95	-	-
Adana	916	141,8	35,4	103	53,1	101	-	-
İzmir	1,757	251,1	7,6	29	15,2	43	53,2	446
Ankara	2,559	355,4	10,7	38	21,5	53	75,3	669
İstanbul	6,600	880,8	26,6	81	53,3	101	186,8	1 788
<b>Toplam</b>		<b>2,795,9</b>	<b>1,081,8</b>	<b>2 914</b>	<b>226,0</b>	<b>465</b>	<b>315,5</b>	<b>2 903</b>

#### 2.4. Gelişmemiş Ülkelerde Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri İle İlgili Sorunlar

Birkaç istisnanın dışında üçüncü dünya ülkelerinde kent içi ulaşım, kapasiteyi aşan hızlı bir talep büyümesi ile kendini gösterir. Yollarda trafik sıkışıklığı had safhada olup, toplu taşıma araçları ihtiyaca cevap veremez durumda ve kaynak yetersizliği nedeniyle yollar genellikle bakımsız durumdadır. Üçüncü dünya



lkelerinde kişi başına düşen gelir ortalaması 700 \$/yıl kadarken, bu sanayileşmiş toplumlarda 14 500 \$'dır. Bu fark iki kesimin sunacağı ulaşım hizmetleri standartları arasında meydana gelecek uçurumu açık kılmaktadır. Sürekli ekonomik kriz yaşayan, i sorunlarla mücadele eden, halkının en temel ihtiyaçları olan, sağlık, eğitim ve sosyal beklentilerine cevap veremeyen bu ülkelerde toplu taşıma alternatiflerinin de sınırlı olması doğaldır.

nc dünya ülkelerinin kent nüfusu her yıl ortalama olarak % 6 artmaktadır. Bu artış oranı in, Mozambik ve Tanzanya'da % 11, Malawi, Burundi ve Kenya'da ise % 9'a yakındır. Kentlerde meydana gelecek nüfus artışının büyük bir bölümünün kentlerin az gelişmiş kenar mahallerinde olacağı açıktır. Bu artış da toplu taşıma araçlarına olan yoğun talebi artıracaktır. Bu Şehirlerde toplu taşıma araçlarına olan talep nüfus artış oranının üzerinde gerçekleşmektedir [22].

Sanayileşmiş ülkelerin aksine, gelişmekte olan ülkelerde yolculuklar genellikle toplu taşım türleri ya da yaya olarak yapılmaktadır. Genel olarak özel oto kullanımı oldukça sınırlı olmakla birlikte, geliri çok düşük ülkelerin dışındaki ülkelerde hızla artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ki özel oto sahipliği sanayileşmiş ülkelerle kıyaslandığında bu durum anlaşılabilir olmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde toplu taşımada en büyük paya otobüsler ve minibüsler (dolmuş) sahiptir. Bunlara ilave olarak ülkelerde farklılık gösteren bir çok değişik ara türler mevcuttur. Taksi dolmuşlar, pik-updan dönüştürülmüş araçlar, minibüsler, motorsuz/pedalalı araçlar, vb. bunlardandır. Ayrıca bireysel kullanım için taksiler de bulunmaktadır. Bazı Şehirlerde toplu taşıma araçlarına öncelik sağlanmasıyla ayrılmış otobüs yolları bulunmaktadır.

Çizelge 2.4. Özel oto sahipliği - şehir karşılaştırması [22, 23]

<b>Şehir</b>	<b>1 000 Kişiye Düşen Oto Sayısı</b>
<b>Shangai</b>	2
<b>Pekin</b>	9
<b>Lagos</b>	15
<b>Bombay</b>	20
<b>Seoul</b>	31
<b>Jakarta</b>	44
<b>Nairobi</b>	50
<b>Bangkok</b>	87
<b>Sao Paolo</b>	145
<b>Ankara</b>	137
<b>İstanbul</b>	98
<b>İzmir</b>	88
<b>New York</b>	218
<b>Londra</b>	318
<b>Stuttgart</b>	442

Bazı şehirlerde de banliyö trenleri ile ihtiyaç karşılanmaktadır. Yine de sanayileşmiş ülkelerle karşılaştırıldığında ağır raylı sistemler ve hafif raylı sistemler yok denecek kadar azdır. Bu ülkelerde tramvay ve banliyö trenlerinin daha yaygın olması tamamıyla sistemlerin maliyeti ile ilgilidir. Dünya Bankası raporlarına [24] göre, yer üstünde yapılacak raylı sistemlerin inşaat maliyetleri 6 ile 10 milyon \$/km arası ve kişi başına işletme maliyeti ise 0,1 ile 0,15 milyon \$/km arasındadır. Buna karşılık yer yüzeyinden yükseltilmiş sistemlerin inşaat maliyeti 25 milyon \$/km, yer altında ise bu maliyet 40 milyon \$/km'ye kadar çıkmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde bir diğer ulaşım problemi de fakirlik çeken insanların ulaşımıdır. Bu ülkelerde gelir dağılımında görülen büyük fark dolayısıyla bir çok büyük kentte açlık sınırının altında yaşayan insanlar bulunmaktadır. Bu insanların yolculuklarının maliyeti de önemli bir sorun teşkil etmektedir.

Bu ülkelerde yüksek oranlardaki trafik kazaları da bir başka sorundur. Yayaaların sayısının çok fazla olması, yol altyapısının ve araçların yetersiz ve bakımsız olması ve trafik işaret ve işaretçilerinin yetersizliğine bağılı olarak çok sayıda trafik kazası gerçekleşmektedir. Bütün bu sorunların çözümü için gerekli olan yan sanayilerin gelişmemiş olması (otomotiv, inşaat, vb.) da ayrı bir sorundur.

Bu sorunların giderilebilmesi şüphesiz çok boyutlu gelişmelere bağılı olarak mümkün olacaktır. Dolayısıyla kent planlaması uzmanları, ekonomistler, trafik ve inşaat mühendisleri, sosyal bilimciler ve bunlara destek sağlayacak politikacılar bir araya gelerek uzun erimli plan ve projeler geliştirerek, sorunların çözümünü araştırmalıdır.

Bugün gelişmekte olan ülkelerde tür seçimi yapılırken maliyet esas kabul edilmektedir. Fakat tek bir değişkene bağılı olarak verilen kararlar sonuçta olumsuzluklar doğurmaktadır. Dolayısıyla tür seçimi yapılırken sadece maliyet değil bu seçimden etkilenecek olan bireyleri ilgilendiren bütün değişkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak hala bir çok kentte ulaşım hizmetleri özel oto sahipleri baz alınarak düzenlenmekte, bu da özel oto sahipliğinin çok düşük olduğu bu kentlerde büyük nüfus kitlelerin ulaşım ihtiyaçlarının ötelenmesine neden olmakta ve buna bağılı olarak eşitliğin zedelenmesi sonucunu doğurmaktadır.

## **2.5. Sanayileşmiş Ülkelerin Gelişmemiş Ülkelerin Ulaşım Politikalarını Yönlendirmesinden Doğan Sonuçlar**

Ülkemizde de olduğu gibi sanayileşmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere karşı tutumu da olumsuz bir takım sonuçlar doğurmuştur. Ülkemizde Marshall yardımı ile birlikte raylı sistemlerin yapımı neredeyse son bulmuş ve ağırlık tamamıyla karayollarına verilmiştir. Başta A.B.D. olmak üzere sanayileşmiş

batı ülkeleri üçüncü dünya ülkelerinde sürekli olarak karayollarını teşvik etmek suretiyle, hem petrol gelirlerini hem de otomotiv gelirlerini artıracak pazar arayışına girişmişlerdir.

Karayolları, az gelişmiş ülkelere yansız ve planlı bir politika sonucu girmemiştir. Bilakis dışa bağımlı bir teknolojinin tüm sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Ekonomik bir bağımlılık yaratan bu süreç, gerek kendi sanayisi (otomotiv) gerekse diğer sanayilerin ihtiyaçları açısından önemlidir. Bütün bunlara geçimini taşımacılıktan kazanan bir ara tabakanın katılmasıyla, adeta ülkelerin taşımacılık ve ulaşım politikalarından bağımsız bir endüstri dalı ortaya çıkmıştır [25].

Taşımacılık ağlarının yoğunluğu bir ülke veya bölgenin kalkınmışlığının göstergesi olarak takdim edilmektedir. Gelişmiş ülkelere gelen uzmanların hazırladıkları planlarla, bu ülkelere alınan yardım ve kredilerle aslında yalnızca doğal kaynaklar bir ihracat limanına doğru yönlendirilmektedir. Böylece karayolu taşımacılık sistemi gelişmiş ülkelerin kaynaklarının sömürülmesi hızlandırılmıştır [25]. Halbuki gelişmiş ülkeler kendi ulaşım ağlarını tüm ülkeye yoğun bir biçimde yaymakta, değişik araçlarla taşımacılık hizmeti gerçekleştirmekte ve kesinlikle yalnızca karayollarına bağımlı kalmamaktadırlar.

İkinci Dünya Savaşı sonrası ekonomik olarak sıkıntıya giren sanayileşmiş batılı ülkeler, gelişmekte olan ülkelere otomotiv sanayisine çok uygun şartlarda yatırım yapma fırsatı buldular. Bu ülkelere ekonomik baskı, kültürel çekicilik ve siyasi işbirliği yaratarak; karayolu taşımacılığının her şartta desteklenmesini sağlayacak bir ortam hazırladılar. Otomotiv endüstrisi bu ülkelere karayolu taşımacılığının vergilendirilmesine karşı çıkararak, ülkelerin gelir elde etmesine engel olmuş; diğer taraftan akaryakıt sübvansiyonlarına destek olarak çıkar elde etmişlerdir [25]. Az gelişmiş ülkelerin ulaşım

sistemlerini biçimlendiren bu ortak süreçler, karayollarının demiryollarını öldüren bir dinamizmle gelişmesine yol açmıştır [26].



### **3. KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI**

Kent içi toplu taşıma türleri kara, deniz ve hava toplu taşıma türleri olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Bu türlerin içerisinde kara toplu taşıma türleri en çok kullanılan türler iken, deniz ulaşımı yalnızca kıyı şehirlerinde mümkündür. Kent içinde hava ulaşımı henüz fazla kullanılan bir tür değildir.

#### **3.1. Kara Ulaşımı**

Kent içi kara toplu taşıma türleri Vuchic [27] tarafından üç temel alt gruba ayrılmıştır . Bunlar sırasıyla:

1. Düşük yolcu kapasiteli türler
2. Orta yolcu kapasiteli türler
3. Yüksek yolcu kapasiteli türlerdir.

##### **3.1.1. Düşük yolcu kapasiteli türler**

Düşük yolcu kapasiteli türler, ayrıca yaygın olarak ara toplu taşıma türleri (paratransit) diye de adlandırılmaktadır. Bu türler taksi ile otobüs arasında kalan taksi dolmuş, dolmuş, minibüs, vb türleri kapsamaktadır.

Ara toplu taşıma araçları düşük yolcu kapasiteleri, sayılarının fazlalığı ve genellikle belirli bir hatlarının olmaması nedeniyle toplu taşıma olumsuz etkiler yapmakta, trafik sıkışıklığı ve çevresel zararlara yol açmaktadır.

##### **3.1.2. Orta yolcu kapasiteli türler**

Orta yolcu kapasiteli türler, genellikle düşük hızlı toplu taşıma araçlarını ifade eder. Bu kategoride otobüsler, trolleybüsler ve tramvaylar yer alır [27].

Otobüsler belirli bir hatta ve belirli aralıklarla çalışan ve 20 kişilik kapasiteden başlayan minibüslerden, 190 kişilik kapasiteye sahip süper körüklü/eklemlili otobüslere kadar uzanır. Otobüsler şehir içinde bütün hatlarda, caddelerde, kenar mahallerde çalışmaya uygun türlerdir. Farklı otobüs türlerinin kapasite, fiyat ve ömürleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Otobüs türlerinin kapasite, fiyat ve ömürleri [28]

ARAÇ TİPİ	YOLCU KAPASİTESİ			FİYAT (ABD \$)	ÖMÜR (YIL)
	Oturma	Ayakta	Toplam		
Küçük Otobüs	20	10	30	40 000	10
Standart Otobüs	40	40	80	50 000	12
Büyük Otobüs	50	50	100	80 000	15
Çift Katlı Otobüs	80	40	120	100 000	15
Körüklü Otobüs	55	65	120	130 000	15
Süper Körüklü O.	55	135	190	150 000	15

Trolleybüs diğer türlere de açık yolları kullanan, lastik tekerli olmaları nedeniyle otobüslere benzeyen, üstten iki telle elektrik enerjisi alarak çalışan ulaşım sistemidir [29]. Yatırım maliyetlerinin yüksek ve işletiminin otobüslere kıyasla daha karışık olması ve otobüslerle aynı hizmeti sunabilmesi nedeniyle bugün dünyada çok az kullanılan bir türdür. Daha önce işletilmiş olduğu bir çok kentte de hizmetten kaldırılmıştır.

Tramvaylar genellikle caddelerde çalışan, elektrik enerjisi kullanan, 1 ile 3 arası araçtan oluşan türlerdir . Bu türler cadde üzerinde işletildiklerinde ciddi biçimde trafik sıkışıklığına neden olur ve özellikle otomobil trafiğini olumsuz etkiler.

Amerika’da kullanılan tramvaylar 100 yolcu taşıyabilen, 14 metre uzunluğunda, kent merkezindeki hızı 20 km/saat’in altında olan araçlardır.

Durak aralıkları 400 metredir ve saatte 5 000 yolcu taşıyabilmektedirler. Kent merkezi dışında erişebilecekleri en yüksek hız saatte 70 km'dir [30].

### **3.1.3. Yüksek yolcu kapasiteli türler**

Yüksek yolcu kapasiteli türler kendi arasında hızlarına bağlı olarak, yarı hızlı ve hızlı toplu taşıma türleri olarak iki gruba ayrılır. Bu iki grup ta kendi içlerinde, hizmet, kapasite, teknoloji ve güvenilirliklerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadırlar.

#### **3.1.3.1. Yarı hızlı toplu taşıma türleri**

Yarı hızlı toplu taşıma türlerini, yarı hızlı otobüsler ve hafif raylı sistemler oluşturur.

Yarı hızlı otobüsler kendilerine ayrılmış özel yollarda işletilen otobüslerdir. Trafiğin yoğun olduğu kent merkezlerinde ayrılmış yollar otobüslerin performansını artırmaktadır.

Hafif raylı sistemler ise metropollerde kullanılan, elektrik enerjisi ile beslenen, tek araç ya da dizi olarak çalıştırılabilen, zeminde geçiş üstünlüğü olan, tünelde ve askıda işletilebilen sistemlerdir. Hafif raylı sistemlerin (HRS) tanımlanmasında bir takım zorluklar çekilmektedir. HRS, tramvay ile metronun arasında bir takım hizmet ve teknolojik özelliklere sahip bir sistemdir. HRS istenildiği zaman metro gibi tünele dalan, ya da tramvay gibi yüzeyde gidebilme (diğer trafikten ayrı bir yolda) özelliklerini taşıyan bir sistemdir. HRS, metro ile tramvay arasında çeşitli özellikler sergilediğinden tanımlanmasında bir takım sıkıntılar doğmaktadır. Tramvaya yakın HRS ile birlikte metroya yakın özellikte de HRS mevcuttur. Bu nedenle bu sistemlere



ön metro, pre-metro, hafif metro, yarı metro vb. gibi çok çeşitli isimler verilmektedir [12, 30, 31].

Yukarıda bahsedilen tanımlama/kavram kargaşasından ötürü Vuchic tramvay ile metro arasındaki hafif raylı sistemleri; hafif raylı toplu taşıma sistemleri (light rail public transit systems) ve hızlı hafif raylı toplu taşıma sistemleri (light rail rapid public transit) olmak üzere iki ayrı tür olarak sınıflandırmıştır [27].

### 3.1.3.2. Hızlı toplu taşıma sistemleri

Hızlı toplu taşıma türlerini aşağıdaki dört tür oluşturmaktadır [27]:

1. Hızlı hafif raylı sistemler : Bu tür, hızlı ulaşımın ayrılmış yolda işletilen küçük ölçekli bir örneğidir. Şu anda bu türün örnekleri az sayıda olmakla birlikte tam otomasyona geçilmesiyle birlikte daha da hızlı yayılmaktadır. Hızlı hafif raylı sistemler kapasite ve teknoloji açısından hafif raylı sistemler ile metro arasında yer almasına rağmen işletme maliyetleri açısından diğer raylı sistemlere göre % 20 daha fazladır [32].

Kılınçaslan da hafif raylı sistemi tanımlamak için “önmetro” kavramını kullanırken, hızlı hafif raylı sistemleri tanımlamak için “yarımetro” kavramını kullanmıştır [30].

2. Lastik tekerlekli hızlı toplu taşıma sistemleri: Bu tür toplu taşıma araçları genellikle büyük araçlardan oluşur. Lastik tekerleklerle desteklenmiş ve yönlendirilmiş, tahta, çelik veya beton bir zeminde, büyüklüğü 36-53 m<sup>2</sup> arasında değişen 5-9 adet araçtan oluşan katarlarla yapılmaktadır [27, 32].

3. Hızlı raylı toplu taşıma sistemleri : Bu türe ağır raylı sistemler (ARS), ya da yaygın olarak metro adı verilmektedir. Tamamıyla otomatik olarak işletilen bu sistemin yatırım maliyeti diğer tüm türlerden daha fazladır. Dizideki araç sayısı 10'a kadar çıkabildiğinden yolcu taşıma kapasitesi tek yönde 70 bine kadar çıkabilmektedir. Genel olarak tünellerde inşa edildiğinden diğer türlerle aynı yolu kullanmaz ve hızı, güvenilirliği diğer sistemlerin üzerindedir [27, 32].

4. Bölgesel Tren : Vuchic tarafından bölgesel tren olarak adlandırılan bu türe yaygın olarak banliyö denilmektedir. Bu tür genellikle kent merkezlerinden uzakta kalan ve yoğun nüfusa sahip bölgeleri kent merkezine bağlar. İstasyon aralıkları uzun, yolcu taşıma kapasitesi ve hızı yüksek, işletme ve enerji giderleri düşük olan sistemin yol inşaatında düz hatlar gerekmektedir [27, 32].

Yukarıda genel hatları ile tanımlanan toplu taşıma türlerinin yanı sıra son 30 yıl içerisinde teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni türler ortaya çıkmıştır. Tek ray (monoray), shuttle loop transit (ring servisli toplu taşıma), group rapid transit ve özellikle son yıllarda geliştirilen hızlı trenler yeni türlerdendir.

### **3.2. Deniz Ulaşımı**

Deniz kıyılarında yer alan kentler için ulaşım türleri alternatifleri arasında deniz ulaşımı türlerine de yer verilmelidir. Özellikle adalarda ve boğazlarda ulaşım için deniz ulaşımı ön plana çıkmaktadır. Bu durumda deniz ulaşımının alternatifleri köprüler ve su altı tünelleri olmaktadır. Ancak her iki alternatifin de yatırım maliyetleri oldukça yüksek olduğundan kent nüfusunun yüksek olmadığı yerlerde deniz ulaşımı türleri ile yetinmek gerekir. Deniz ulaşımı güvenlik, konfor ve çevresel faktörler açısından da olumlu niteliklere sahip olduğundan yolcular tarafından tercih edilmektedir.

Deniz ulaşımında kullanılan türlerin taşıma kapasiteleri diğer tüm türlere oranla daha yüksektir. Bu özelliği nedeniyle toplu taşıma en uygun türlerdir. Deniz altyapısını kullanan bu sistemlerin doğal olarak işletme giderleri de diğer türlere oranla çok daha düşük olduğundan, yolcu/mil maliyeti de tüm diğer türlerden daha düşüktür. Ancak ilk yatırım maliyetinin yüksek olduğu da göz önünde bulundurularak bu türün seçimine karar verilmelidir; aksi takdirde ilk yatırım maliyetinin büyüklüğü oranında bir işletme performansı ortaya çıkmayabilir.

Dünyada bir çok büyük kentte çeşitli boyutlarda ve teknik özelliklerde deniz ulaşım araçları kullanılmaktadır. Teknolojik gelişmeye paralel olarak yeni deniz araçları üretilerek hizmete sokulmaktadır. Bölgesel ölçekte hizmet veren düşük hızlı türler (vapur, feribot, vb.) yanında, yüksek hıza sahip türler de (hava yastıklı, ayaklı ve katamaran tekneler) bir çok bölgede kullanılmaktadır [30].

### **3.2. Hava Ulaşımı**

Hava ulaşımı sağlayan türler diğer türlerden sonra ortaya çıkmış türlerdir. Bu türler son yıllara kadar yalnızca kentler arası ya da ülkeler arası ölçeklerde hizmet vermekteyken, son yıllarda helikopter teknolojilerinin gelişmesi ve dikey iniş kalkış yapabilen uçakların geliştirilmesi ile birlikte kent içi ulaşımında da kullanılmaya başlanmıştır. Diğer tüm türlere oranla altyapı maliyeti düşük, hızı yüksek olan bu türün en önemli olumsuzluğu, araç maliyetlerinin ve yolcu/km maliyetinin yüksek olmasıdır.

Günümüzde kent içi toplu taşıma amaçlı olarak çok az kullanılan hava ulaşımı, genel olarak özel şirketlerin yolcularına helikopter kiralarak hizmet sunması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Şu ana kadar toplu taşıma sorunlarına bir çözüm

üretilebilmesi amacıyla hava ulaşımı türlerinin uygulamaya sokulması söz konusu olmamıştır.



#### 4. KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Kent içi toplu taşıma türlerinin karşılaştırılabilmesi için, öncelikle karşılaştırılmaya esas kabul edilecek ölçütler belirlenmelidir. Bu ölçütler belirlenirken, yolcuları etkileyen ölçütler (bilet fiyatları, seyahat süresi, güvenilirlik, vb.), şehir ve trafiği etkileyen ölçütler (kent yapısına uygunluk, güvenlik, trafik sıkışıklığı, vb), ülke ve kentte yaşayan diğer insanları etkileyen ölçütler (enerji gereksinimi, çevre kirliliği, alan kullanımı, kaynak gereksinimi, vb. ) ve işletmeciyi etkileyen ölçütler ( esneklik, diğer sistemlere uygunluk, ekonomik işletme şartları, personel gereksinimi, vb) belirlenmelidir [4].

Yukarıda belirtilen ölçütler genel olarak teknolojik özellikler, ekonomik özellikler, hizmet sunum özellikleri ve çevresel özellikler olmak üzere dört başlık altında gruplandırılmaktadır [12, 31, 33].

##### 4.1. Teknolojik Özellikler Açısından Karşılaştırma

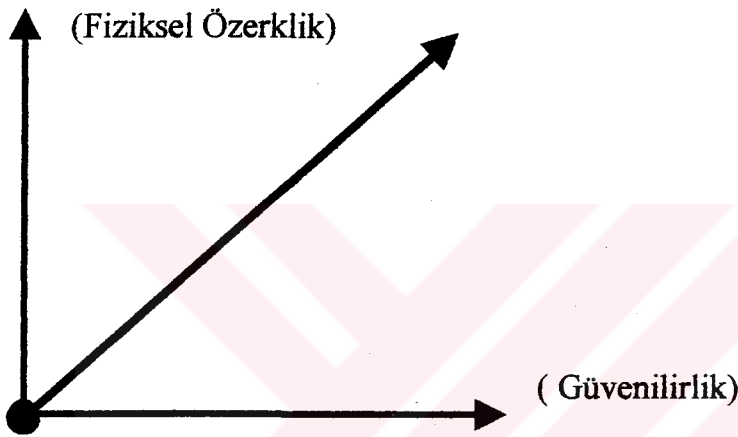
###### 4.1.1. Fiziksel özerklik

Bir türün fiziksel özerkliği diğer türlerden bağımsız olarak işletilebilmesini ifade eder. Böylece işletici açısından işletme ve denetim kolaylığı ve kullanıcılar açısından da düzenlilik ve sisteme güven artmaktadır. Dolayısıyla ortak yolları kullanan türlerde fiziksel özerklik düşük olduğundan buna bağlı olarak sistemin güvenilirliği de düşük olur.

Toplu taşıma türleri arasında, ara toplu taşıma türlerinin fiziksel özerkliği yoktur. Otobüsler ve tramvaylar ise bölünmüş yollarla ve geçiş üstünlüğü sağlanarak kısmi özerkliğe sahip olabilirler. Diğer yandan hafif raylı sistemler

de yarı özerkliğe sahiptir. Ağır raylı sistemler, banliyö ve vapur ise fiziksel özerkliği tam olan türlerdir.

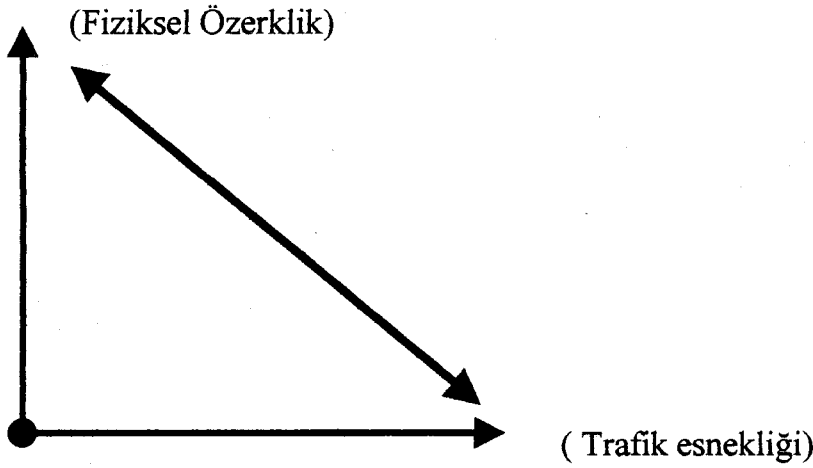
Fiziksel özerkliğe sahip türler trafik sıkışıklığına maruz kalmayacağından güvenilirlikleri de tamdır. Fiziksel özerklik ile güvenilirlik arasındaki ilişki Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Fiziksel özerklik – güvenilirlik ilişkisi.

#### 4.1.2. Trafik esnekliği

Esnek, kısa veya uzun dönemde meydana gelebilecek, beklenmedik olumsuz gelişmelere uyum sağlayabilme yeteneğini ifade eder. Dolayısıyla esnekliğe sahip türlerde çıkacak bir sorunu takiben alternatifin sunulması ve yolcuların mağdur duruma düşmemesi sağlanabilmektedir. Ancak trafik esnekliğine sahip olan türlerde de fiziksel özerklik yoktur. Bu iki özellik ters orantılıdır. Genel olarak lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarının esnekliği daha yüksektir. Fiziksel özerklik ile trafik esnekliği ilişkisi Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Fiziksel özerklik – trafik esnekliği ilişkisi.

#### 4.1.3. Hız

Toplu taşıma türlerinin erişebilecekleri en yüksek hız (serbest hız) türler arasında fazla farklılık göstermemektedir. Türlerin en yüksek hızları genel olarak birbirlerine oldukça yakındır. Ancak duraklarda ve kavşaklarda bekleme, trafik sıkışıklığında meydana gelen tıkanmalar, yavaşlama ve hızlanma ivmelerine bağlı olarak sistemlerin hızı büyük farklılıklar göstermektedir.

Taşıtların ticari (işletme) hızı serbest hızdan büyük oranlarda farklı olabilmektedir. Ticari hız, sistemin fiziksel özerkliğinin, yolcu kapasitesinin, taşıta giriş çıkış kapasitesinin, durak aralığının, taşıtın ivme ve serbest hızının işlevidir [33].

#### 4.1.4. Yolcu kapasitesi

Toplu taşıma türlerini birbirlerinden ayıran en önemli özelliklerden birisi, sistemlerin saatlik yolcu taşıma kapasiteleri arasındaki farktır. Bir sistemin yolcu kapasitesi, o sistemdeki her bir taşıtın yolcu kapasitesinin, taşıtların doruk saatteki doluluk oranının, işletmenin elverdiği iki taşıt arası sürenin,

sistemin iz başına taşıt kapasitesinin işlevidir. Ancak karayolu altyapısını ortak kullanan sistemlerde (dolmuş, otobüs, minibüs, vb), karşılıklı etkileşme nedeniyle taşıtlar arası süre kuramsal değerlere ulaşmayabilir. Dolayısıyla bu türlerin yolcu kapasitelerine kesin değerler gözüyle bakılması doğru olmayacaktır [33].

Doruk saatler dışında toplu taşıma türlerindeki doluluk oranları büyük oranda değişebilmektedir. Özellikle yüksek kapasiteli araçların doruk saatler dışında kalan saatlerde yolcu kapasitesi büyük oranda azalırken, kapasitesi düşük olan araçlarda bu oran daha az olmaktadır. Ortalama doluluk oranındaki değişimlere bağlı olarak, yolcu başına taşıma maliyetleri de değişiklik göstermektedir [33].

Bunun yanı sıra raylı sistemlerin ek araçlarla katarlaştırılabilme özelliğine sahip olması bu sistemlerin taşıma kapasitelerini artırmaktadır [31]. Böylece doruk saatlerde yapılan katarlaştırma yolculuk taleplerine daha yüksek oranda cevap verilebilmesini sağlamaktadır.

Çizelge 4.1. Ulaşım türlerinin yolcu kapasiteleri [33]

<b>Taşıt Türü</b>	<b>Taşıt Kapasitesi (yolcu)</b>	<b>Taşıtlar Arası Süre (saniye)</b>	<b>İz Başına Taşıt Kapasitesi (taşıt/saat)</b>	<b>İz Başına Yolcu Kapasitesi (yolcu/saat)</b>	<b>En Üst Yolcu Taşıma Sınırı (yolcu/saat)</b>
<b>Otomobil</b>	4	3	1 200	1 600	4 800
<b>Dolmuş</b>	7	10	360	2 140	2 520
<b>Minibüs</b>	11	12	300	2 800	3 300
<b>Otobüs</b>	80	30	120	6 400	9 600
<b>Tramvay/HRS</b>	300	45	80	16 000	24 000
<b>Metro</b>	1 000	90	40	27 000	40 000
<b>Tren</b>	2 000	120	30	40 000	60 000



Çizelge 4.1’de tüm türlerin % 100 dolu olduğu varsayımı ile her sistemin erişebileceği en üst yolcu taşıma sınırı verilmiştir.

#### 4.1.5. Geçiş üstünlüğü

Toplu taşıma türleri arasında en önemli özelliklerden bir tanesi de geçiş üstünlüğüdür. Ulaşım türünün kapasitesi, hızı ve düzenliliği bu özelliğe bağlıdır. Geçiş üstünlüğü açısından toplu taşıma türleri üç grupta sınıflandırılmıştır [12] :

1. Genel trafik içinde hareket eden ulaştırma türleri - Kontrolsüz
2. Kısmen özel yola sahip ulaştırma türleri – Yarı kontrollü
3. Özel yola sahip ulaştırma türleri - Tam kontrollü

Genel trafik içinde hareket eden ulaşım türleri, karayolunu diğer araçlarla paylaştıklarından ticari hızları düşük, seyahat süreleri uzun olmakta ve bu iki faktöre bağlı olarak ta yolcu kapasiteleri düşmektedir. Bununla birlikte güvenlik de kontrolsüz türlerde en düşük olurken, kontrollü türlerde en yüksek olmaktadır. Otobüs, dolmuş, minibüs kontrolsüz türlerdir. Tramvay, hafif raylı sistemler genellikle yarı kontrollüdür. Ağır raylı sistemler ve banliyö ise tam kontrollüdür. Bu faktör aynı zamanda fiziksel özerklikle de doğrudan ilgiye sahiptir.

Çizelge 4.2. Geçiş üstünlüğü bakımından sistemlerin özellikleri

ÖZELLİKLER	SİSTEMLER		
	Tam Kontrollü	Yarı Kontrollü	Kontrolsüz
Servis kalitesi	Çok yüksek	Yüksek	Düşük
Yolcu çekimi	Çok yüksek	Yüksek	Düşük
Yatırım maliyeti	Çok yüksek	Yüksek	Çok düşük
Otomatizasyon imkanı	Tam	Kısmi	Yok

Geçiş üstünlüğü bakımından türlerin karşılaştırılması Çizelge 4.2' de verilmiştir.

#### **4.1.5. İz kapasitesi**

Aynı miktarda yolcu taşımak için türlerin ihtiyaç duyduğu yol kapasitesi, bu türlerin iz kapasitelerini belirler. Yolcu kapasitesi yüksek olan türlerin iz kapasiteleri de yüksektir. Yolcu kapasitesi ile iz kapasitesinin ilişkisi ve türlerin iz kapasiteleri Çizelge 4.1'de görülmektedir.

#### **4.1.7. Alan kullanımı**

Ulaşımaya ayrılan alan, doğal olarak sanayi, konut, alışveriş ve yeşil alana oranla daha az olmaktadır. Alan kullanımından doğan çevre maliyetinin belirlenmesinde, sistemlerin gerektirdiği alan, bu alanların değeri ve başka amaçlarla kullanılması durumunda sağlayacağı fayda dikkate alınmalıdır [34].

Bugün ulaşım ağı oldukça iyi olan ülkelerde bile ulaşımaya ayrılan toplam alan ancak % 5 dolaylarında olup, bunun yarıdan daha azı, raylı ulaşım sistemlerine düşmektedir ve bu oranın içinde şev ve yeşil alanlar da bulunmaktadır [35].

Alan kullanımı da iz kapasitesi ile aynı özelliği ifade ettiğinden, aynı kapasitede yolcu taşımak için raylı sistemlerin diğer sistemlere oranla daha az alan gerektireceği ortadadır. 250 Yolcunun taşınması için gerekli taşıt sayısı tramvayda 1, otobüste 3, minibüste 18 ve otomobilde ise 125'dir [9]. Büyüyen taşıt sayısına bağlı olarak alan ihtiyacı da artmaktadır.

#### 4.1.8. Güvenlik

Taşıma türlerinin güvenliği kaza riskinin ve tehlikenin olmamasını ifade eder. Güvenlik yalnızca seyahat esnasını kapsamaz; aynı zamanda durak ve istasyonların giriş çıkışında ve durak ve istasyonlardaki zamanı da kapsar [4]. Özellikle belirli bir ize bağlı olarak çalışan ve iklim şartlarından diğer türler kadar etkilenmeyen raylı sistemlerde güvenlik daha yüksektir.

Fiziksel özerklik ve geçiş üstünlüğüne sahip türlerin güvenlik açısından diğer türlerden ileride olmasının temel nedeni bu türlerle aynı yolu paylaşmamalarıdır. Almanya'da 8 büyük kentte toplanan verilere göre; otomobillerde 22 kaza/milyon yolcu-km, otobüs ve tramvaylarda 3,35 kaza/milyon yolcu-km ve metrolarda ise 0,82 kaza/milyon yolcu-km olduğu tespit edilmiştir [4].

Ülkemizde de raylı ulaşım sistemlerinde toplam yıllık ölüm sayısı 200'ün altında iken, bu rakam karayollarında 5 000 ile 6 000 arasında değişmektedir [35].

Çizelge 4.3. Ulaşım türlerinin güvenlik açısından karşılaştırılması

Taşıt Türü	GÜVENLİK
Otomobil	Çok düşük
Dolmuş	Düşük
Minibüs	Düşük
Otobüs	Düşük
Tramvay -HRS	Yüksek
Metro	Çok yüksek
Tren – Banliyö	Çok yüksek

## 4.2. Ekonomik Özellikler Açısından Karşılaştırma

### 4.2.1. Altyapı maliyetleri

Taşıma türünün altyapı maliyetleri tamamen incelenen sistemin özel koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir. Altyapı maliyetlerinin temel olarak güzergahın tünelde, viyadükte ve yüzeydeki kesimlerinin uzunluklarına, gabariye, zemin cinsine ve yapım yöntemine bağlı oldukları söylenebilir. Paris Metrosu uzmanları, 2,60 m genişliğinde taşıtlar kullanıldığında metronun kilometrelik altyapı yatırım maliyetinin 10 – 15 milyon FF arasında olacağını belirtmişlerdir. Değişik raylı sistemlerin altyapı yatırım maliyetleri Çizelge 4.4’de verilmiştir [12].

Çizelge 4.4. Raylı sistemlerin altyapı yatırım maliyetleri

Raylı Ulaştırma Türleri	Maliyet (DM/km)
Tramvay	750 000
Hafif Metro	1 800 000
Metro	30 – 50 000 000
Banliyö	50 – 80 000 000

### 4.2.2. Taşıt maliyetleri

Paris Metrosu uzmanlarının taşıt yatırımları için öngördükleri tutar ise, hattın kilometresi ve bir yönde saatte sunulan yer başına 600 FF’dir [12].

Ancak taşıt maliyetleri, modellerine, üretildikleri yere, konfor düzeyine ve markalarına bağlı olarak büyük oranda farklılık gösterebilir. Çizelge 4.5’de toplu taşıma araçlarının 1985 yılı itibariyle taşıt maliyetleri verilmiştir.

Çizelge 4.5. Toplu taşıma araç maliyetleri [28]

TAŞIT TÜRÜ	KAPASİTE		FİYATI ( ABD \$)	ÖMÜR (YIL)
	OTURMA	TOPLAM		
Minibüs	12	20	25 000	8
Küçük otobüs	20	30	40 000	10
Standart otobüs	40	80	50 000	12
Büyük tek katlı otobüs	50	100	80 000	15
Büyük çift katlı otobüs	80	170	120 000	15
Çift katlı otobüs	80	120	100 000	15
Körüklü otobüs	55	120	130 000	15
Süper körüklü otobüs	55	190	150 000	15
Tramvay	60	100	300 000	20
HRS Aracı	50	300	800 000	25
ARS Aracı	50	350	1 000 000	30

#### 4.2.3. Ekipman maliyetleri

Ekipman maliyetleri; araçların üzerinde işletildiği yollar, sinyalizasyon işaretleri, güç iletim sistemleri, istasyonlar, depolar ve atölyelerin maliyetinden oluşmaktadır. Çizelge 4.6'da farklı toplu taşıma türleri için, iki şeritli bir yolun ekipman maliyetleri verilmiştir.

Çizelge 4.6. İki şeritli yol için ekipman maliyetleri [28] (x milyon ABD Doları)

TESİSLER	OTOBÜS YOLU	TRAMVAY	HAFİF TREN	HIZLI TREN	ÖMÜR
Kot Artırımı (km)	-	-	20-40	20-40	40-60
Tünel (km)	-	-	60-90	60-90	100
Ayrılmış Yol (km)	2-7	-	1,5-5,5	5-10	40-60
Güzergah (km)	-	1-2	1-2	1-1,5	20-35
Sinyaller (km)	-	-	0,5-1	1-5	20-30
Güç (km)	-	2,5-3	2,5-3	1-3	30-35
Yüzeyde İstasyon (adet)	< 0,05	< 0,05	0,1-0,15	0,2-0,5	40-60
Yüksek Kotta İstas. (adet)	-	-	1-3	2-5	40-60
Yeraltında İstasyon (adet)	-	-	4-10	8-20	100
Depolar (adet)	5-20	5-20	10-40	10-40	40-60
Atölyeler (adet)	10-30	10-30	15-50	15-50	40-60

#### 4.2.4. Enerji tüketimi

Enerji tüketimi hususunda raylı sistemlerin diğer sistemlere üstünlüğü söz konusudur. Almanya'da yapılan bir çalışmada yolcu taşımacılığında demiryolunda tüketilen enerjinin 1 kabul edilmesi halinde, otoyolda tüketilen enerji 3, hava yolunda ise 5,2 olduğu belirlenmiştir [34].

Ulaştırma Bakanlığı Ulaştırma Koordinasyon İdaresi'nin yaptığı araştırmalara göre ise, Türkiye koşullarında kent içi ulaşımda yolcu/km başına (K.cal) olarak enerji tüketimi, raylı sistemlerde 85, otobüslerde 105, dolmuşlarda 275, otomobillerde 550'dir. Buna göre raylı sistemlerde tüketilen enerji 1 kabul edildiğinde, otobüste 1,24, dolmuşta 3,24 ve otomobilde 6,47 olmaktadır [12].

Enerji tüketimi göz önüne alınarak yapılacak tür seçiminde dikkat edilmesi gereken bir başka nokta da, türlerin kullandığı enerjidir. Karayollarında işletilen türler genellikle petrole bağlı iken, raylı sistemler elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. Dolayısıyla elektrik enerjisini kendisi üreten bir ülkede raylı sistemlerin öncelikli olarak değerlendirilmesi gerekir.

Elker [33], trenin enerji tüketimini 100 kabul ederek, Patin, Bouladan, **Transit Fact Book (TFB) -ABD** ve Miyazaki'den (Paris) aldığı değerlere dayanarak türlere göre enerji tüketimini ortaya koymuştur :

Çizelge 4.7. Türlerin yolcu-km başına enerji tüketimi (Tren= 100)

Taşıt Türleri	Patin	Bouladon	TFB(DorukDışı)	Paris(1975)	ORTALAMA
Otomobil	611	350	736	365	515
Dolmuş	-	-	-	-	250
Minibüs	-	-	-	-	200
Otobüs	97	100	114	73	96
Tramvay	133	90	-	-	112
Metro	101	100	100	85	97
Tren	100	100	100	100	100

#### 4.2.5. İşletme giderleri

İşletme maliyetlerini oluşturan başlıca unsurlar, personel giderleri, bakım onarım ve tamir yenileme çalışmaları ve enerji harcamasıdır. Bununla birlikte yönetim ve uzmanlaşma giderleri de önemli bir tutara sahiptir.

İşletme maliyetleri temel olarak 3 ana grupta toplanabilir [28]:

1. Mesafeye bağlı işletme giderleri: Araçların enerji, bakım ve onarım masraflarını içeren giderlerdir. Mesafeye bağlı maliyet, araç filosu tarafından katedilen toplam yol için hesaplanır; birimi araç-km'dir.
2. Zamana bağlı işletme maliyetleri: Çalıştırılan personel giderlerini içerir. Zamana bağlı maliyetler, araç filosunun toplam işletildiği zaman için hesaplanır ve birimi araç-saat'tir.
3. Yola bağlı işletme maliyetleri: İstasyonların, sinyal işaretlerinin, enerji iletim hatlarının ve yolların bakım ve onarımı için yapılan harcamalardır. Yola bağlı maliyetler, kilometre başına günlük ve yıllık olarak hesaplanır.

Mesafeye ve zamana bağlı olan işletme maliyetlerine değişken maliyet denilir. Bazı toplu taşıma türlerinin işletme maliyetleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Birim işletme maliyetleri [28] (ABD Doları olarak)

TOPLU TAŞIMA TÜRLERİ	İŞLETME MALİYETLERİ		
	Mesafeye Bağlı Maliyetler (araç-km)	Zamana Bağlı Maliyetler (araç-saat)	Yola Bağlı Maliyetler (yol km-gün)
Otobüs	0,30-0,50	12-18	2-20
Hafif Raylı Sistem	1-1,50	8-12	150-200
Ağır Raylı Sistem	0,90-1,40	8-13	600-900

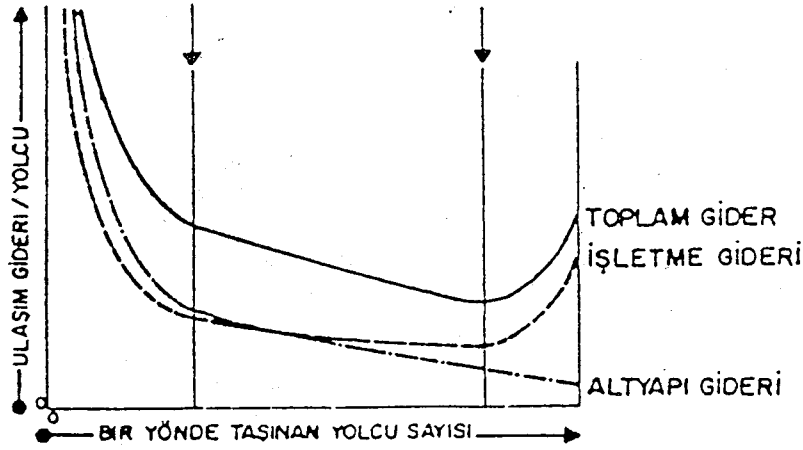
İşletme maliyetlerinin hesaplanmasında bir başka ölçüt olan yolcu-km işletme maliyetleri ise Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Toplu taşıma türlerinin yolcu-km cinsinden işletme maliyetleri [28]

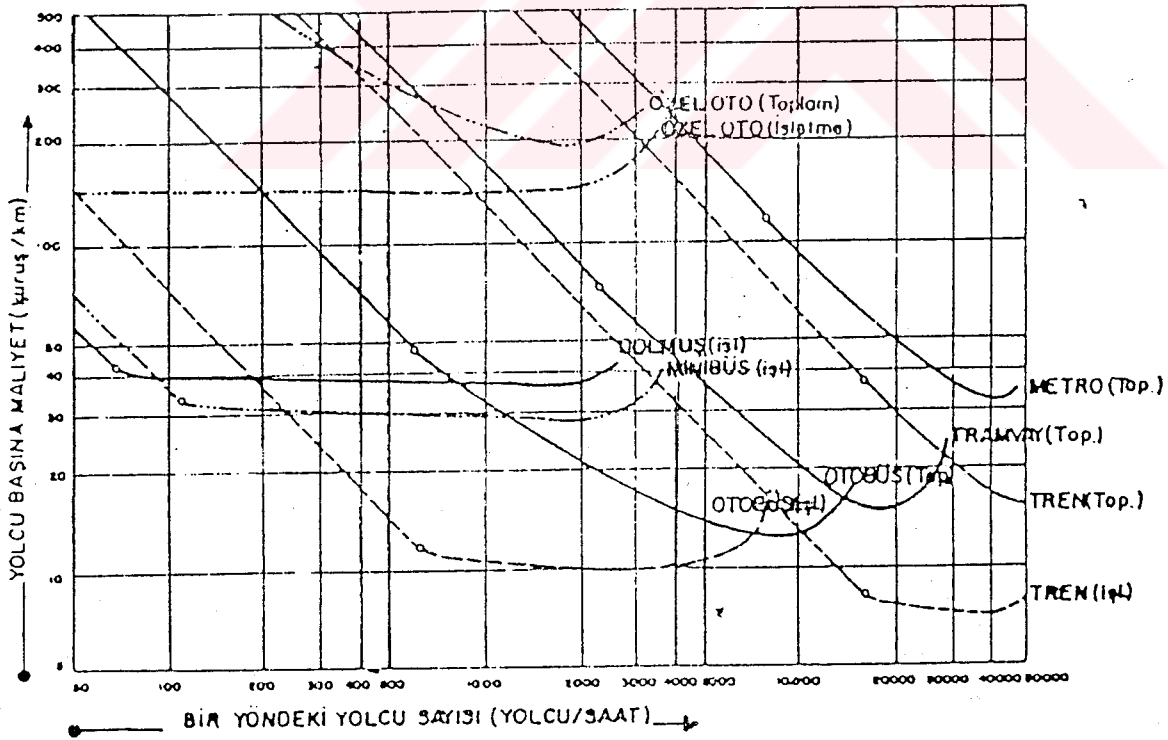
TOPLU TAŞIMA TÜRÜ	MALİYET (ABD Doları) (Yolcu-km)
Otobüs (Karma Trafik)	0,02-0,05
Otobüs (Bölünmüş Yol)	0,02-0,05
Otobüs (Ekspres Yol)	0,05-0,08
Tramvay	0,03-0,10
Hafif Raylı Sistem	0,10-0,15
Yüzeyde Ağır Raylı Sistem	0,10-0,15
Yüksek Kotta Ağır Raylı Sistem	0,12-0,20
Yeraltında Ağır Raylı Sistem	0,15-0,25

Şekil 4.3'de yolcu başına ulaşım giderlerinin altyapı gideri, işletme gideri ve toplam giderlerle olan ilişkisi; Şekil 4.4'de toplu taşıma türleri arası ekonomik kademelenme; Şekil 4.5'de en uzun 5 dakika bekleme süresi esas alınarak türler arası yolcu başına maliyet ortaya konulmuştur. Ayrıca Şekil 4.6'da yolcu başına işletme maliyetinin türlerin yolcu kapasitesiyle olan ilişkisinin ve Şekil 4.7'de de işletme ve toplam maliyetin türlerin yolcu kapasiteleriyle olan ilişkisinin ters orantılı geliştiği gösterilmiştir.

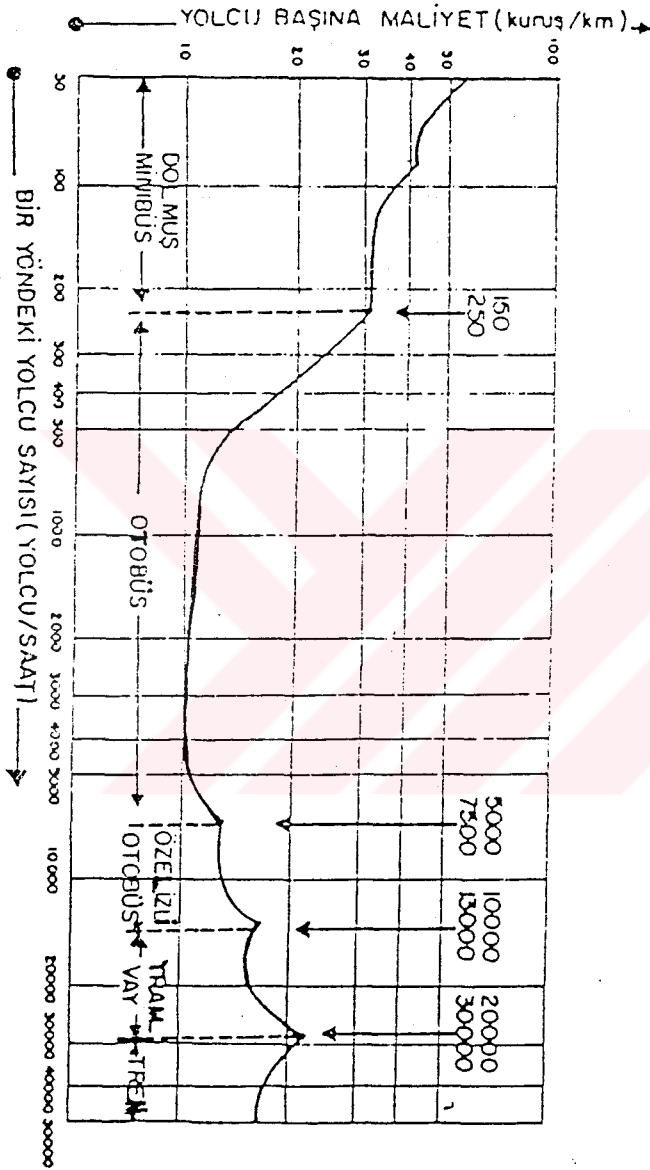




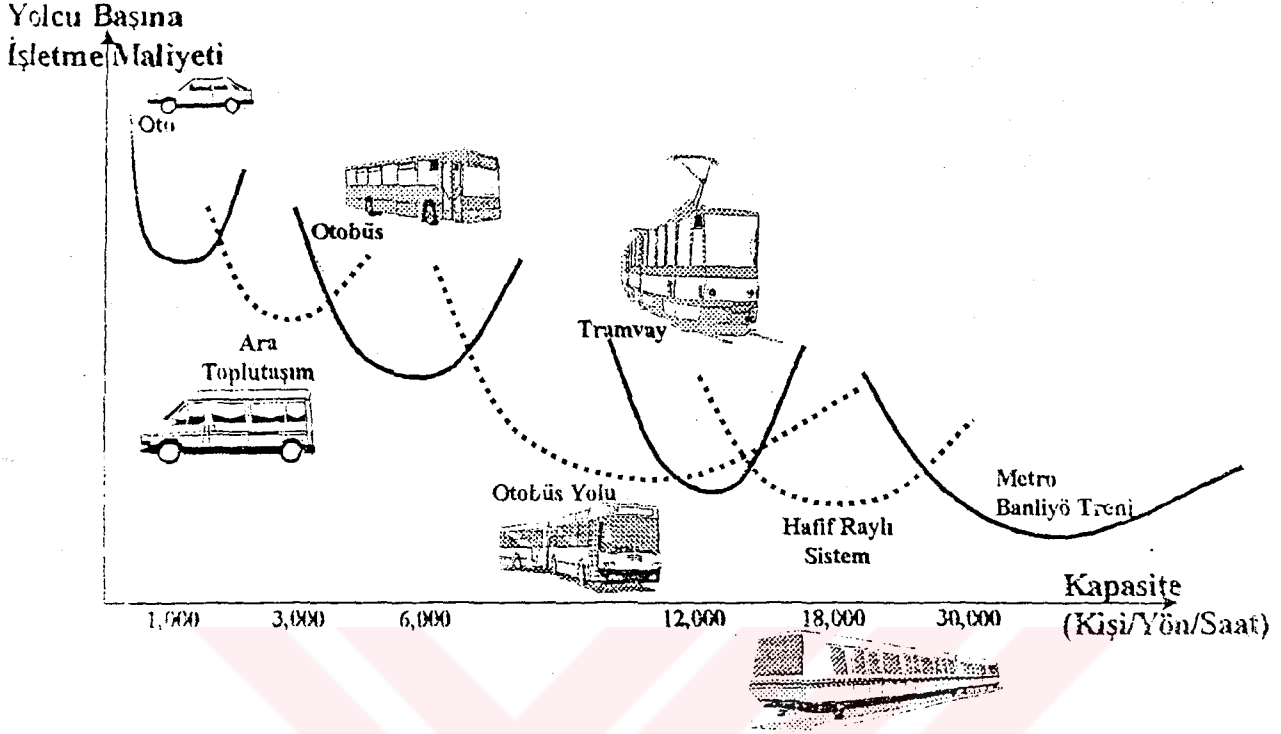
Şekil 4.3. Yolcu başına ulaşım giderleri [33]



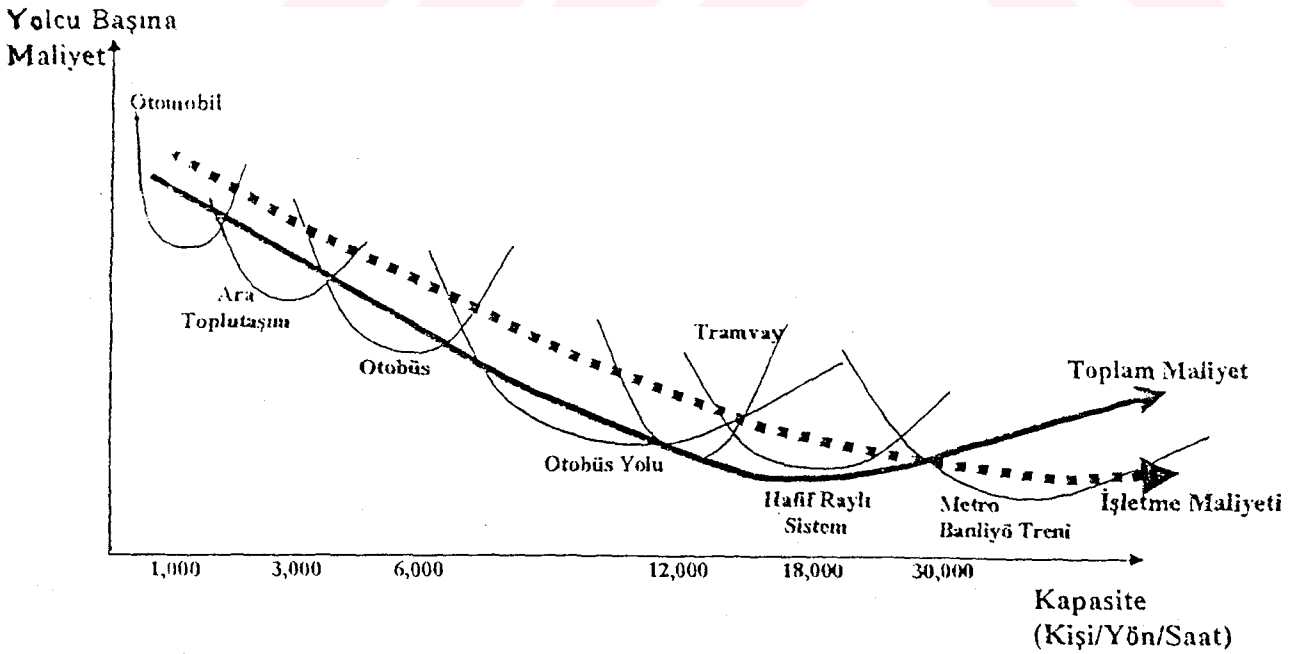
Şekil 4.4. Toplu taşıma türleri arası ekonomik kademelenme [33]



Şekil 4.5. Toplu taşıma türleri arası maliyet karşılaştırması [33]  
(En uzun bekleme 5 dakika kabul edilerek)



Şekil 4.6. Ulaşım türlerinin kapasite ve işletme maliyetleri ilişkisi [36]



Şekil 4.7. Ulaşım türlerinin kapasite ile toplam maliyet ve işletme maliyetleri ilişkisi [36]

#### 4.2.6. Ulaşım maliyeti / Kullanıcının geliştirilmiş maliyeti

Evren [12], geliştirilmiş maliyeti şu şekilde tanımlamıştır:

“Geliştirilmiş maliyet, bir kullanıcının ulaşım gereksinmesini karşılamak üzere katlandığı parasal ve parasal olmayan yüklerin toplamı olarak tanımlanabilir. Bilinçli bir kullanıcının seçimini bu ölçüte göre yapması gerekir.”

Parasal olan yük yolculuk için ödenen fiyatı, parasal olmayan yükler ise, ulaşım sürecinde geçen zamanı ve ulaşım esnasında katlanılan her türlü zorluğu ifade eder.

Raylı ulaşım sistemlerinin fiziksel özerkliği ve buna bağlı olarak ticari (işletme) hızlarının diğer sistemlerden fazla olması nedeniyle parasal olmayan maliyetleri çok daha düşüktür.

Bekleme süresi ve aktarmalar sırasında geçen süre, kullanıcıları taşıtlar içerisinde geçen süreye oranla daha fazla olumsuz etkilemektedir. Bazı ülkelerde yapılan araştırmalar, bekleme süresinin parasal karşılığa çevrildiğinde, yolculuk için ödenen fiyata oranla 1,5-2 kat daha fazla olduğunu göstermektedir [12]. Bu nedenle trafik özerkliği ve sıklık ulaşımında büyük bir önem taşımaktadır.

#### 4.3. Hizmet Sunum Özelliklerinin Karşılaştırılması

Toplu taşıma türlerinin hizmet sunum özellikleri, kullanıcıları doğrudan ilgilendiren özelliklerdir. Yolcuların doğrudan etkilendiği bu özellikler sefer sıklıkları, yolculuk süresi, güvenilirlik, araçların konforu, yolculuğun maliyeti ve kötü hava şartlarından korunmadır. Aşağıda detayları verilecek bu özelliklerin yanı sıra; bilet alınmasında kolaylık, yol boyunca tarihi, coğrafi ve

estetik güzellikler, gizlilik/özellik, yaşlılar, sakatlar ve çocuklar için gerekli kolaylıkların düzenlenmiş olması, sistemlerin kullanımı hakkında bilgi edinebilme ve yolcunun beraberinde çanta, valiz, vb. eşyalarını taşıyabilmesi gibi özellikler de kullanıcıların tür seçimini etkilemektedir [4].

#### 4.3.1. Sıklık

Topu taşıma türlerinin sıklığı, servisler arasındaki frekansı ifade etmektedir. Birbirini izleyen iki servis arasında geçen zaman aralığına sıklık denilir. Bu zaman aralığın düşük olması sıklığın yüksek olması anlamına gelmektedir. Sıklığın yüksek olmasına bağlı olarak ta kullanıcıların bekleme süresi azalacağından, sıklık kullanıcılar için en önemli tercih ltleri arasında gelmektedir. Geçiş stnlğ ve özerklik gibi etkenler de sistemlerin sıklığı üzerinde belirleyicidir. Çizelge 4.10'da toplu taşıma türlerinin sıklıkları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere en düşük geçiş aralıkları otobüslerde 60 saniye, tramvaylarda 72 saniye ve metrolarda ise 120 saniye olarak gerçekleşmektedir.

Çizelge 4.10. Ulaşım türlerinin sıklıkları [37]

ULAşIM TÜRÜ	Zirve Saatte Maksimum Araç Sıklığı (kesim/araç)	Diğer Saatlerde Maksimum Araç Sıklığı (kesim/araç)	Maksimum Araç Sayısı (araç/saat)
Otobüs	-	-	60
Tramvay	14	5-12	50
Hafif Raylı Sis.	40-120	5-12	30
Ağır Raylı Sis.	20-40	5-12	30
Banliyö	6-30	1-4	-

### 4.3.2. Yolculuk süresi

Kullanıcıların ulaşım türleri arasında en fazla önem verdikleri ölçütlerden bir tanesi de yolculuk için harcanan süredir. Yolculuk süresi aşağıdaki bölümleri içermektedir [4]:

- 1- Yürüme zamanı
- 2- Durak ya da istasyonda bekleme zamanı
- 3- Taşıtta geçen zaman

Yürüme zamanı istasyon ya da duraklardan yürünen mesafe ve aktarma noktaları arasındaki mesafeye bağlıdır. Bekleme zamanı ise doğrudan sıklıkla ilgilidir. Taşıtta geçen zaman ise türlerin yukarıda ifade edilmiş olan ticari / işletme hızları ile aynı şartlardan etkilenir. Dolayısıyla yolculuk süresi, güzergah uzunluğunun ticari hıza bölümü ile elde edilir. Bu formülden hareketle ticari hızın yükselmesine bağlı olarak yolculuk süresinin azaldığı görülmektedir.

### 4.3.3. Güvenilirlik / Düzenlilik

Yapılan araştırmalara göre, sıklığın 10 dakikanın altında olduğu sistemlerde yolcular zaman tarifesini dikkate almaksızın istasyon ya da durağa gelmektedirler. Ancak sıklık arttığı zaman bekleme süresini kısaltmak amacıyla servislerin zaman tarifesine uydukları tespit edilmiştir [4].

Güvenilirliğin sağlanabilmesi için sistem sık sık arıza yapmamalı; kaza, güvenlik, vb. nedenlerle seferler iptal edilmemeli ve zaman tarifesine mutlaka uyulmalıdır. Özellikle elektrikle çalışan sistemlerde enerji kesintisi de güvenilirliği etkileyecek önemli bir etkendir. Şekil 4.1'de de gösterildiği gibi güvenilirlik fiziksel özerlikle doğru orantılı olarak artmaktadır. Geçiş

üstünlüğü (kontrol faktörü) de güvenilirliği etkileyen diğer bir önemli etkidir.

Çizelge 4.11. Toplu taşıma türlerinin seferlerini zamanında tamamlayabilme yüzdeleri [38]

Ulaşım Türü	Seferlerini Zamanında Tamamlama Yüzdesi
Otobüs	99,5
Hafif Raylı Sistem	99,7
Ağır Raylı Sistem	99,9

Çizelge 4.11’de toplu taşıma türlerinin her 100 seferden kaçını zamanında tamamladığına göre güvenilirlikleri gösterilmiştir.

#### 4.3.4. Konfor

Yolculuğun konforu oldukça görece bir kavram olup, kullanıcıların rahatlık hislerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yolculuğun konforunu etkileyen temel etkenler arasında; taşıta binilen ve taşıttan inilen platformun taşıtla aynı zeminde olması, oturma ve ayakta durma oranları, taşıtın ısıtma ve havalandırma şartları, taşıt içerisindeki gürültü, frenleme ve hızlanmaya bağlı etkiler, taşıtın temizliği, koltukların rahatlığı, aydınlatma, vb gelmektedir.

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi oturma kapasitesi açısından otobüs raylı sistemlere üstünlük sağlarken, inme binme kolaylığı açısından en olumsuz türdür. İnme-binme kolaylığı açısından da ağır raylı sistemler diğer sistemlere göre üstünlük göstermektedir.

Çizelge 4.12. Toplu taşıma sistemlerinde konfor [38]

Toplu Taşıma Türleri	Oturan yolcuların ayakta kalma oranı	Hızlanma ivmesi (metre/s <sup>2</sup> )	Kapı açılma aralığı (metre)	Havalandırma	Isıtma
Otobüs	% 61	0,09-0,98	3,80	Yok	Var
HRS	% 50	1,37-1,56	4,10	Var	Var
ARS	% 45	1,19-1,61	5,10	Var	Var

Yolculuk esnasında araçların yolcular açısından müsaade edilebilir frenleme ve hızlanma ivmeleri, oturan ve ayakta duran yolcular için ayrı ayrı olmak üzere Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Müsaade edilebilir ivme ve ivme değişimleri [4]

İvme	Ayaktaki yolcu için	Oturan yolcu için
Boyuna ve yanal ivme değişimi	1,5 m/s <sup>3</sup>	2,5 m/s <sup>3</sup>
Boyuna ve yanal ivme	2,5 m/s <sup>3</sup>	5 m/s <sup>3</sup>
Acil frenleme ivmesi	4 m/s <sup>2</sup>	8 m/s <sup>2</sup>
Düşey ivme	1,2 m/s <sup>2</sup>	1,2 m/s <sup>2</sup>

Raylı sistemler, frenleme, hızlanma sırasında ve kurbalarda meydana gelen ivmeler ve ivme değişimleri açısından yolcu rahatlığı için diğer sistemler göre çok daha uygundur.

#### 4.3.5. Kötü hava koşullarından korunma

Yolcuların durak ya da istasyonlarda bekledikleri süre içerisinde yağmur, kar, rüzgar, soğuk, su sıçraması, çamur gibi olumsuz hava koşullarından etkilenmeleri seçimleri üzerinde belirleyici olabilmektedir. Raylı sistemler, özellikle de istasyonları tamamıyla kapalı olan metrolar bu açıdan diğer sistemlere üstünlük sağlamaktadır [4].



#### **4.3.6. Yolculuk maliyeti / Tarife**

Türlerin yolculuk maliyetine yukarıda ekonomik koşullardan bahsedilirken (kullanıcının genelleştirilmiş maliyeti başlığı altında ) değinilmiştir. Yolculuk tarifelerinin / fiyatının düşük olması, abonman uygulamaları, biletlerin diğer sistemlerde de geçerli olması kullanıcılar açısından önemli tercih nedenleridir.

#### **4.4. Çevre Etkileri Açısından Karşılaştırma**

Çevre etkileri içerisinde, toplu taşıma türlerinin neden olduğu, gürültü, hava, su ve toprak kirlenmesi, kent yapısına uyum ve estetik özellikler değerlendirilecektir.

##### **4.4.1. Gürültü**

Gürültüye aynı zamanda ses kirliliği de denilmektedir. Araçların motorlarından çıkan gürültüyle birlikte, tekerleklerin zemine sürtünmesinden kaynaklanan düzensiz titreşimlerin oluşturduğu ses de çevreyi rahatsız etmektedir. Ulaşımdan kaynaklanan gürültü çevrede yaşayan insanların psikolojik ve biyolojik sağlıkları üzerinde olumsuz etki bırakmaktadır.

Ulaştırma sistemlerinde en rahat seyahat için gürültü seviyesinin üst düzeyi 65 desibel (dB A), tahammül seviyesi 65-75 desibel ve rahatsızlık seviyesi de 75-120 desibel olarak kabul edilmektedir. Karayolu araçlarında gürültü, motorun hacmine ve susturucunun özelliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda karayolundaki gürültü şiddetinin 72-92 desibel arasında değiştiği kaydedilmiştir. Ağır taşıtlarda ise bu rakam 103 desibele kadar çıkmaktadır. Hava yollarında ise gürültü şiddeti 103-106 desibeldir. Bunlara karşılık saatte 150 km hızla seyreden bir trenin gürültüsü ise 65-75 desibeldir. İnsan sağlığı açısından 8 saatlik bir çalışma için

gürültü sınırının en fazla 90 desibel olduğu göz önüne alındığında raylı sistemlerin önemi çarpıcı bir biçimde ortaya çıkmaktadır [34].

Günümüzde gelişmiş ülkelerde taşıt trafiğinin 10 000 taşıt/saat'i aştığı ana hatlarda yol kenarlarına ses perdeleri inşa edilerek, gürültüyü, bir kısmını yansıtmak, bir kısmını yutmak ve ses dalgalarını kırmak suretiyle azaltmaya çalışılmaktadır. Fransa'da inşa edilen değişik tip perdeler seste 6-16 desibel arasında azalmalar sağlamıştır [39].

#### 4.4.2. Kirlenme

Ulaşım sistemlerinde çevre kirlenmesine neden olan en önemli etken enerji sağladıkları yakıtlardır. Özellikle karayolunda işletilen motorlu taşıtlarının kullanmış oldukları petrolün yanmasıyla ağırlıkla, karbonmonoksit (CO), hidrokarbonlar (HC), azotoksitler (NO<sub>x</sub>), karbondioksitler (CO<sub>2</sub>), kükürtdioksitler (SO<sub>2</sub>), sıvı ve katı partiküller meydana gelir. Bunların arasından azotoksitler ve kükürtdioksitler direkt olarak ya da suyla birleşerek oluşturdukları asitler yoluyla, insan ve diğer canlıların sağlıklarına zarar vermektedirler. Genel olarak inceleme yapıldığında, yerleşim bölgelerinde insanlar tarafından meydana getirilen kirletici oluşumlarda, motorlu taşıtların payı yaklaşık olarak azotoksitlerde % 55, hidrokarbonlarda % 40, karbonmonoksitlerde % 65 ve partiküllerde ise % 10'dur. Büyük yerleşim yerlerinde yaz aylarında karbondioksit emisyonunun % 90'ından fazlası taşıt araçlarının motorlarından kaynaklanmaktadır [40].

Taşıtların ürettiği gazlardan en zararlısı, renksiz ve kokusuz bir gaz olan karbonmonoksittir. Bu gazla birlikte hidrokarbon ve azotoksit de özellikle içten patlamalı otomobil motorlarınca üretilmektedir. Kükürtdioksit ve ince parçacıklar ise daha çok dizel motorundan kaynaklanır. Gelişmiş ülkelerde yapılan araştırmalar karayolu taşıtlarının milyon tonlarla ölçülecek oranda

karbondioksit ve bin tonlarla ölçülecek oranda kanserojen bir madde olan benzopyerene ürettiğini göstermiştir [41]. Çizelge 4.14’de ulaşım türlerinden kaynaklanan zararlı gazlar ve miktarları gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Ulaşım sistemlerinin neden olduğu kirlenme (33)

ULAŞIM TÜRÜ	ZEHİRLİ GAZLAR (GR/YOLCU-KM)			
	NO	CH	CO	CO <sub>2</sub>
OTOMOBİL	1,5	2,9	21	240
OTOBÜS	0,9	0,5	1	70
TREN	0,3	0,004	0,1	80

Çizelge 4.14’de de görüldüğü gibi raylı sistemlerin zehirli gaz üretimi karayolu sistemlerinin oldukça altındadır. Özellikle tamamıyla elektrik enerjisi ile beslenen raylı sistemlerde kirlenme oranı daha da azalmaktadır. Genel olarak raylı ulaşım sistemlerinin hava kirliliğindeki payı % 5 iken, karayollarının payı % 85 civarındadır. Bununla birlikte raylı sistemlerin toprağın ve suların kirlenmesinde de payı oldukça azdır. Karayolu araçlarından çıkan yağlar, benzin istasyonlarındaki sıvı karbüranlardan oluşan değişik maddeler, taşıtların lastiklerinden kopan parçalar toprağa ve sulara zarar vermektedir. Bir elektrikli tren ile 42 km yolculuk esnasında çevreye 1 kg karbondioksit yayılırken; aynı miktarda karbondioksit, otobüsle 12 km’de, otomobil ve uçakla 7 km’de yayılmaktadır [42].

Ulaşım sistemlerinin ürettiği zararlı gazlarla birlikte, bir diğer olumsuz yanları da oksijeni tüketmeleridir. 1 Litre yakıtın yanması sırasında 200 litre oksijen tüketilmektedir. Diğer yandan bir insan ise 200 litre oksijeni ancak 24 saatte tüketebilir [34].

#### 4.4.3. Estetik / Görsel etki

Kentlerde ulaşım türleri arasında seçim yapılırken dikkate alınması gereken önemli etkenlerden bir tanesi de, seçilecek sistemin kentin yapısına ve estetik özelliklerine uygun olmasıdır. Bu nedenle kentin coğrafi, tarihi ve turistik değerlerini zedeleyecek türler tercih edilmemelidir. Kentin yeşil dokusuna zarar vermemeye dikkat edilmelidir. Kent merkezinde korunması önem arzeden yapıların bulunması halinde en uygun seçenek, yer altında inşa edildiğinden bu yapılara hiçbir zarar vermeyecek olan sistem metrodur.

Bununla birlikte yüzeyde işletilen raylı sistemler, özellikle de tramvay sistemlerinin kent yapısı ile uyumunda sorunlar yaşanmaktadır. Çünkü raylı sistemlerde alt - üst geçitler, geniş kurlar, viyadükler, büyük istasyon alanları gerekmektedir. Ancak tamamıyla tünelde inşa edilecek metro sistemlerinde bu sorunlarla hiç karşılaşmayacaktır. Çizelge 4.15’de toplu taşıma türlerinin çevreye etkileri toplu olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Toplu taşıma türlerinin çevresel etkileri [28]

ULAŞIM TÜRÜ	HAVA KİRLİLİĞİ	GÜRÜLTÜ	ÇEVRE GÖRÜNÜMÜ	EMNİYET
Karma trafikte otobüs	Fazla	Orta	İyi	Orta
Tercihli yolda otobüs	Orta	Orta	İyi	Orta
Bölünmüş yolda otobüs	Az	Az	İyi	Yüksek
Tramvay	Çok az	Orta	Orta	Orta
Yüzeyde HRS	Çok az	Orta	Orta	Yüksek
Yüzeyde ARS	Çok az	Az	Zayıf	Yüksek
Viyadükte ARS	Çok az	Az	Zayıf	Çok yüksek
Yeraltında ARS	Çok az	Çok az	Çok iyi	Çok yüksek

## **5. KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLER VE BU SİSTEMLER ARASI SEÇİM ÖLÇÜTLERİ**

### **5.1. Kent İçi Raylı Sistemlerin Tanımlanması**

“Taşıt, raylar üzerinde hareket ediyor ve tekerlekleri elektrik motoru ile tahrik ediliyorsa böyle bir ulaşım sistemine; elektrikli raylı ulaşım sistemi denilir” [42].

Toprak [32] ise raylı ulaşım sistemlerini şu şekilde tanımlamaktadır:

“Raylı ulaşım sistemleri en geniş anlamıyla ‘sabit bir yola (ize, raya vb. ) bağımlı olarak hareket ederek yük ve yolcu taşıyan tek ya da birleşik araçlarla, bunların yardımcı tesislerinden oluşan sistemler olarak’ tanımlanabilirler.”

Kent içi raylı toplu taşıma türlerine ve bu türlere ait özelliklere 3. Bölümde yer verilmiştir.

### **5.2. Kent İçi Raylı Sistemlerin Gerekliği**

Büyük kentlerdeki ulaşım sorunları, bu kentlerin ekonomik, sosyal ve çevresel olarak yaşanabilirliklerini doğrudan etkilemektedir. Gürültünün, hava kirliliğinin azalması, enerji kaynaklarının daha olumlu kullanımı, konforlu, güvenilir ve emniyetli ulaşım gibi özellikleri ile ön plana çıkan raylı sistemlerin kent içi ulaşımında önemi büyüktür. Bu nedenle günümüzde hızla artan nüfus, işgücü ve araç sahipliğine paralel olarak hızlı bir biçimde büyüyen kent içi ulaşım sorunlarına, ekonomik ve verimli bir biçimde çözüm üretmek için diğer ulaşım sistemleri ile entegre olmuş bir raylı sistem ağının kurulması kaçınılmazdır [32].

Bugün raylı sistemler modern ülkelerin öncelikli olarak tercih ettikleri ulaşım sistemleridir. Tarihi 150 yıl öncesine kadar ulaşan raylı toplu taşıma sistemleri, bazı dönemlerde özel otomobil kullanımı dolayısıyla ikinci plana atılmış olsa da, her zaman ulaşımına bağlı olarak ortaya çıkan ekonomik, sosyal ve çevreyle ilgili sorunların çözümünde ilk akla gelen uygulamalar olmuşlardır. Modern ülkelerde, nüfusu 1 milyonu aşmış olan bütün kentlerde istisnasız olarak raylı toplu taşıma türlerine yer verilmektedir.

Büyük kentlerde doruk saatlerde yaşanan yüksek talebin karşılanması için toplu taşıma araçlarına gereksinim duyulmaktadır. Diğer yandan özellikle doruk saatlerde özel oto kullanımı ve ara toplu taşıma araçlarının yüksek talebe cevap verememeleri, bununla birlikte yol yüzeyini oldukça verimsiz kullanmaları, hem trafik sıkışıklığına neden olmakta, hem de ekonomik ve sosyal kayıplara yol açmaktadır. Bu nedenle fiziksel özerkliğe, geçiş üstünlüğüne ve yüksek güvenilirliğe sahip olan raylı sistem alternatiflerine başvurmak kaçınılmaz olmaktadır.

Belirli bir yönde doruk saatlerde ulaşım talebi 6 000 yolcuyu aşmıyorsa, bu yönde otobüs talebe cevap verecektir. Ancak bu rakam artınca, mutlak olarak geçiş üstünlüğü olan türlere müracaat edilmelidir. Saatte 20 000 yolcuya kadar olan yönlerde ise tercihli veya bölünmüş yolda işletilen otobüs ya da trolleybüslere, tramvaylara, hafif raylı sistemlere yer verilmeli; ancak 20 binin üzerindeki yolculuk taleplerinin karşılanması için hafif metro ve metro seçeneklerine müracaat edilmelidir.

Dolayısıyla kapasite tür seçiminde belirleyiciliği olan bir etken olarak ön plana çıkmaktadır. Raylı sistemlerin tercih edilmesinde ya da kaçınılmaz alternatif haline gelmesinde kapasitelerinin diğer sistemlere oranla yüksek olması en önemli etkindir. Kapasite, en elverişsiz kesitten birim zamanda geçirilebilecek yolcu sayısı ile ölçülmekte olup, bir dizide taşınan yolcu ile iki dizi arasındaki

süreye bağlıdır. Yukarıda verilen değerlere ulaşılması beklenecek raylı sistem alternatiflerinin geciktirilmesi de sonradan telafi edilmesi güç bedeller doğurabilir. Bu nedenle iyi bir kestirim ve planlama ile 20 – 30 yıl sonrasının ulaşım taleplerini belirlemek ve buna göre tür seçimi yapmak gerekmektedir. Marsilya’da hizmete sokulan metro, doruk saatte 7 000 yolculuk talebini karşılamak üzere işletmeye açılmıştı [12].

Ancak kapasite tek belirleyici etken değildir. Gelişmiş ülkelerde enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmak, enerji tasarrufu sağlamak, yolculara güvenilir, konforlu hizmet sunmak ve bunlarla birlikte gelişen çevre bilincine paralel olarak çevresel değerleri korumak amacıyla toplu taşıma türleri arasında raylı sistemlere öncelik verilmektedir.

Ülkemizde de raylı sistemlerin ihmal edilmiş olması, hem kent içi hem de kentler arası ulaşımın ihtiyaçlarına yeterli biçimde cevap verilememesine neden olmaktadır. Günümüzde nüfusu 1 milyonu aşmış olan kentlerimizin ulaşım sorunlarının çözümlenebilmesi raylı sistemlerin kullanımına bağlıdır (Çizelge 2.3.). Elektrikli ulaşım sistemlerinin ihmal edilmesinden kaynaklanan bedel yıllık en az 60 milyar \$’dır [43]. Berkmen de (44) toplu taşıma sistemlerinin kentsel elektrik raylı sistemlerle yapılması halinde akaryakıt ve ham petrolden yapılacak tasarrufun miktarını ortaya koymuştur (Çizelge 5.1.).

Çizelge 5.1. Toplu taşımanın elektrik raylı sistemlerle yapılması halinde sağlanacak akaryakıt ve ham petrol tasarrufu (1 000 ton) [44]

YILLAR	BENZİN	MOTORİN	HAM PETROL
1968	5,1	9,1	38,7
1972	6,4	11,4	49,2
1977	22,6	38,5	173,8
1982	44,3	78,9	340,8
1987	88,6	157,7	681,5
1995	270,0	480,5	2076,9

Kent içi raylı sistemlerin başlıca tercih edilme nedenleri şunlardır [10, 36]:

- Toplu taşımanın daha yaygın kullanımı yoluyla hareketliliği artırmak,
- toplu taşımayı çekici kılarak özel otomobil kullanımını azaltmak,
- otomobilin kent merkezi dışında kullanılmasını sağlamak,
- sıklığı ve talebi artırarak ekonomik canlılığı sağlamak,
- otomobil kullanımını azaltarak enerji tüketimini ve hava kirlenmesini azaltmak,
- trafik kazalarını azaltmak,
- kent merkezinin kirlenmesini engellemek,
- kent gelişimini yönlendirebilmek, yeni bir kentsel yerleşimin (konut, sanayi sitesi) gelişmesini sağlamak,
- yaşlılar ve engelliler için yaklaşılabılır ulaşım olanağı sunmak
- daha konforlu ve güvenilir bir alternatif sunmak,
- trafik sıkışıklığını çözmek,
- merkeze uzak bir yolculuk odağının (üniversite, sanayi, vb.) doruk saatteki yolculuk talebini karşılamak,
- toplu taşıma arzındaki yetersizlikleri (aşırı doluluk, düşük sıklık, vb.) ortadan kaldırmak,
- ve merkezde ara toplu taşıma araçlarının neden olduğu sorunların önüne geçmektir.

### 5.3. Kent İçi Raylı Sistemlerin Seçim Ölçütleri

Tarihi gelişim sürecinde ilk olarak tramvay ve banliyö ile başlayan, ardından metro ile zenginleşen ve nihayet hafif raylı sistemlerle kent şartlarına daha çok uyum sağlayan raylı toplu taşıma sistemleri, maliyet, kapasite ve performans açısından büyük farklılıklar sergilemektedir. Bir uçta genel trafik içinde, yüzeyde işletilen ve hızı, maliyeti ve kapasitesi düşük olan tramvay, diğer



uçta da tamamı trafikten ayrılmış hatlarda (tünelde, viyadükte, korunmuş olarak yüzeyde) işletilen yüksek kapasiteli ve yüksek maliyetli metro bulunmaktadır. Bu iki sistemi buluşturan hafif raylı sistemler ise giderek daha çok tercih edilmektedir. Tramvaylar fiziki özerkliğe sahip olmamaları ve otobüslerin çok üzerinde bir kapasite sunmamaları nedeniyle artık bir seçenek olarak düşünülmemektedir [36].

Ural [42], kent içi raylı ulaşım sistemlerin seçimi ile ilgili ölçütleri detaylı olarak ele almış ve şu şekilde formüllendirmiştir:

“Seçilen temel büyüklükler:

$V_s$ (km/h)	: taşıtın seyir hızı
$Z$ (kp)	: taşıtın tahrik düz. cer kuvveti
$H_o$ (km)	: ortalama duraklar arası mesafe
$Y_s$ (km/km <sup>2</sup> )	: şebeke yoğunluğu
$Y_{tr}$ (1/km)	: trafik yoğunluğu
$I_{tr}$ (kg)	: trafik akımı
$T_{te}$ (sene)	: tesisin ömrü
$t_{dks}$ (h)	: taşıtın devrede kalma süresi
$N_o$ (kw/t)	: ağırlık birimi başına elektrik gücü
$t_i$ (sene)	: taşıtın ömrü
$f_{og}$ (km.sene)	: en çabuk gitme faktörü
$y_k$	: yer kullanma faktörü
$t_{ya+fr}$ (s)	: yol alma ve frenleme zamanları toplamı
$W$ (kp)	: mukavim kuvvetler
$G_t$ (t)	: taşıt ağırlığı
$t_{ik}$ (sene)	: tesisin yapım süresi
$A_o$ (wh/t.km)	: özgül elektrik enerjisi tüketim miktarı
$f_{yk}$ (m <sup>2</sup> )	: yol yüzeyi kaplama faktörü

$$B = \frac{V_s \cdot Z \cdot H_o \cdot Y_s \cdot Y_{tr} \cdot I_{tr} \cdot t_{te} \cdot t_{dks} \cdot N_o \cdot t_i \cdot f_{og} \cdot Y_k}{K_b \cdot t_{ya+fr} \cdot W \cdot G_t \cdot t_{ik} \cdot A_o \cdot f_{yk}}$$

( $k_b = 277,76$  katsayı)

Genellikle büyüklükler,

$B_{trans} > B_{metro} > B_{hızlı\ raylı} > B_{trolleybüs}$  olarak gerçekleşmektedir. Hangi sistem için  $B$  büyükse o sistem tercih edilir.”

Ural'ın formülünde kullandığı temel büyüklüklerin tanım ve hesaplanmalarına Ek 1'de yer verilmiştir.

Yolculuk taleplerinin bir yönde saatte 20 bini geçmesi durumunda hafif raylı sistemler talebe cevap veremeyeceğinden, metro (ARS) seçilmelidir. Ancak metronun esnekliğinin düşük olması, kent yapısına uyumunun ve diğer sistemlerle entegrasyonunun zor olması ve maliyetinin yüksek olması nedeniyle zorunlu haller dışında hızlı hafif raylı sistemlerle çözüm üretilmeye çalışılmalıdır.

Çizelge 5.2. ARS ve HRS çeşitli özelliklerinin karşılaştırılması [2, 28, 32, 42]

Özellik	Birim	HRS	ARS
Taşıt Kapasitesi	M/T	110-250	140-280
Bir Dizideki Araç Sayısı	-	3-6	4-10
Şerit / Yol Kapasitesi	Yolcu/saat	20,000-36,000	50,000-70,000
Hat Kapasitesi	M/st	600-20,000	10,000-40,000
Azami Teknik Hız	Km/st	60-100	80-100
Normal İşletme Hızı	Km/st	20-45	25-60
Üretken Kapasite	(m-km/st) x 1000	120-600	400-1800
Tek Yön Şerit Geniliği	M	3,40-3,75	3,75-4,30
Güvenirlilik	-	yüksek	çok yüksek
Güvenlik (Emniyet)	-	yüksek	çok yüksek
İstasyon Aralıkları	M	350-800	500-2000
Beher Çift Hat İçin	Milyon \$ /km	3,5-12,0	8,0-25,0
Taşıt Maliyeti	\$	800,000	1,000,000
Tüm Sistemin Maliyeti	Milyon \$ /km	6-10	20-105
Yolcu-km Cinsinden Maliyet	\$	0,10-0,15	0,10-0,25
Özgül Tahrik Gücü	Kw/t	14	15
Yol alma İvmesi	m <sup>2</sup> /s	1,3	1,0
En Büyük Fren İvmesi	m <sup>2</sup> /s	2,9	1,2
Dizi Kapasitesi (min. 4 kişi / m <sup>2</sup> )	-	750	870
Özgül Enerji Tüketimi	w.h/t.km	50-75	40-60

#### 5.4. Dünyada Hafif Raylı Sistemlerin Örnekleri

Günümüzde hafif raylı sistemler dünyanın bütün bölgelerine yayılmış durumda ve kent içinde en çok kullanılan türler raylı sistemlerdir. Dünyada 300'den fazla kentte HRS bulunmakta olup, bunların yaklaşık % 30'u Rusya Federasyonu'nda, yaklaşık yarısı da Avrupa ülkelerindedir. En yaygın HRS'nin bulunduğu Rusya Federasyonu'nda, son 25 yıl içerisinde ekonomik yetersizlik nedeniyle yeni hatlar açılmamış ve mevcut hatlarda modernize edilememiştir [4, 11].

İkinci büyük grup HRS kullanıcısı ülkeler ise Varşova Paketi'ne bağlı olan Orta ve Doğu Avrupa ülkeleridir. Bu ülkelerden ekonomik durumu daha iyi olanlar sistemlerini yenilemiş ve uzatmış; özelde de Romanya yeni sistemler kurmuştur. Çekoslovak bir şirket ise, bu sistemlerde kullanılmak üzere her yıl 1 000 araç üretmektedir [11].

HRS'nin tüm dünyada yeniden yayılmasında Almanya'nın yaptığı yatırımların büyük bir payı olmuştur. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından toplu taşıma için en uygun seçenek olarak HRS'yi gören Almanya, teknolojik yenilikleri üretmiş ve bu sektörün pazarını ele geçirmiştir. Hollanda, İsveç ve İsviçre gibi diğer Avrupa ülkeleri de Almanya'yı örnek alarak, özel oto kullanımını sınırlandırmaya ve HRS'yi yaygınlaştırmaya çalışmışlardır. HRS ve diğer yeni sistemlerin yaygınlaştırılma çabalarında çevre duyarlılığı en önemli etken olarak görülmektedir. Fransa'da da yeni bir yatırım dönemi başlamış, özellikle Nantes ve Grenoble'de yeni hatlar açılmıştır. İtalya'da mevcut hatlar yenilenmekte ve mümkün olan kesimlerde ise hatlar mevcut trafikten ayrılmaktadır [11].

İngiltere'de başarılı uygulamalar sisteme olan ilgiyi diriltmiş; 50 kentte HRS yapımı ile ilgili araştırmalara başlanmıştır. Son 15 yıl içerisinde kent

merkezlerinde özel oto oranının iki katına kadar yükselmesi, çevre ve kent merkezindeki yaşam, alışveriş, iş ve eğlence alanlarının korunması kaygısını doğurmuştur [11].

Kuzey Amerika'da ulusal, bölgesel ve yerel kaynaklar kullanılarak yeni HRS hatları açılmaktadır. Orta ve Güney Amerika'da da, HRS de dahil olmak üzere raylı ulaşım sistemleri yeniden canlandırılmıştır. Hong Kong'ta yeni bir kent olan Tuen Muen'de toplu taşıma öncelikli trafik mühendisliğine dayalı yeni bir sistem kurulmuş; Filipinler'in Manila kentinde de tamamıyla yükseltilmiş, özel yollu bir HRS hattı inşa edilmiştir [11].

Afrika'da en gelişmiş örnekler Mısır'da olup, 1970'li yıllarda bu sistemler modernize edilmiş ve Helwan kentinde yeni bir HRS hattı açılmıştır. Tunus'da, Avrupa'dan alınan finansman desteği ve Alman teknolojisi ile kent merkezinde yüzeyde bir HRS hattı yapılmıştır [11].

### **5.5. Dünyada Ağır Raylı Sistemlerin Örnekleri**

Günümüzde nüfusu 1 milyonu aşmış olan ve yarısına yakını Avrupa ülkelerinde yer alan 100'den fazla metro (ARS) sistemi bulunmaktadır. Ancak nüfusu 1 milyonu aşan bütün kentlerde metro uygulaması tavsiye edilmeyebilir. Metronun kapasitesi oranında verimli olarak işletilebilmesi için yolculuk taleplerinin 20 binin üzerinde olduğu koridorlar bulunmalıdır.

Metro, altyapı maliyetleri çok yüksek olduğu için HRS kadar yaygın değildir. Dünyada çift yönlü olmak üzere saatte 150 bine yakın yolcu taşıyan metrolar (Paris, Toronto, Hong Kong) bulunmaktadır.

Trafik tıkanıklığına önemli bir çözüm olarak kabul edilen, trafik kazalarını da

büyük oranda azaltan, kirlenme ve enerji tüketimini düşüren metrolar; Kore, Brezilya ve Hindistan gibi bazı ülkelerde yerli mühendislik sanayiinin teşvik edilmesi için önemli bir görev görmüştür [11]. Dünyada bazı ARS ve HRS örneklerinin kapasite – maliyet ilişkisi Çizelge 5.3’de verilmiştir [4, 28].



Çizelge 5.3. Dünyada çeşitli ARS ve HRS örnekleri [4, 28]

ŞEHİR	TÜR	HAT BOYU (km)	BİR TRENDE OTURMA+ AYAKTA KAPASİTE	YILLIK TOPLAM YOLCU (milyon)	DORUK SAATTE EN FAZLA YOLCU	YILLIK İŞLETME GİDERİ (Milyon US\$)	YILLIK TOPLAM GİDER	YILLIK İŞLETME GELİRİ	BİLET FİYATI	İŞLETME GİDERİ-TOPLAM GİDERE ORANI	KM - KİŞİ BAŞINA GİDER (US\$)
KARAKAS	ARS	12,3	1 265	80,6	28 700	33,34	120,28	42,16	0,47	0,35	0,332
SANTIAGO	ARS	25,6	844	109,0	14 295	15,32	76,89	20,31	0,18	0,26	0,136
SAO PAOLO	ARS	25	666	347,0	58 000	67,15	210,54	40,68	0,07	0,19	0,081
BALTIMORE	ARS	12,8	540	7,8	-	99,20	147,33	48,10	0,75	0,33	2,518
BERLİN	ARS	100,8	1 182	346,2	40 000	126,44	498,15	104,05	0,78	0,21	0,228
CALGARY	HRS	12,5	324	11,9	4 650	5,44	15,43	-	0,81	-	0,146
CHICAGO	ARS	395,8	1 340	149,7	12 395	101,50	388,79	61,30	0,90	0,16	0,221
HONG KONG	ARS	26,1	2 250	412,0	60 000	60,96	152,06	132,27	0,06	0,87	0,049
LONDRA	ARS	388	750	563,0	23 000	440,08	1 094,58	440,99	0,51	0,40	0,259
MONTREAL	ARS	50,3	1 440	199,9	20 000	92,53	180,38	31,68	0,69	0,18	0,141
NAGOYA	ARS	57,5	603	330,0	43 697	127,09	326,43	158,73	0,72	0,49	0,432
NEW YORK	ARS	370	1 760	952,6	68 000	1 100,00	4 750,99	955,34	0,90	0,20	0,480
OSAKA	ARS	90,9	1 100	856,6	62 696	414,37	780,32	416,49	0,72	0,53	0,181
SAN DIEGO	HRS	25,6	376	4,7	1 267	5,30	14,86	4,34	0,50	0,29	0,524
SAN FRAN.	ARS	113,6	810	55,5	15 086	128,20	401,66	69,80	0,60	0,17	0,341
BOSTON	HRS	69,5	-	65,0	-	-	-	-	-	-	-
MELBOURNE	HRS	220,5	-	140,1	-	-	-	-	-	-	-
VİYANA	HRS	9,8	-	27,3	-	-	-	-	-	-	-

## 6. ANKARA KENT İÇİ ULAŞIMININ TARİHÇESİ – YAPISI VE ANKARA KENT İÇİ ULAŞIM PLANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

### 6.1. Ankara Kent İçi Ulaşımının Tarihçesi

Ankara başkent olduktan sonra hızlı bir büyüme sürecine girmiştir. Milli Mücadele yıllarında 20 000 dolayında olan kent nüfusu, Cumhuriyetin ilanından dört yıl sonra 75 000'e ulaşmıştı. 1950'de 225 000'i aşan nüfus o yıldan sonra yaşanan nüfus patlamasıyla günümüzde 4 milyona yaklaşmıştır [44, 45, 46].

1930'lu yılların başında kentte araçlı yolculukların oranı % 15 iken, 1980'lere gelindiğinde toplam yolculuklar içinde bu oran % 80'e ulaşmıştır. Bu süreç içinde hızla artan toplu taşıma talebi ise aynı hızla örgütlenmeyen ve kaynakları sınırlı bir kamu girişimciliği tarafından karşılanmaya çalışılmıştır [44, 45, 46].

1920'li yıllarda ilk kamu toplu taşımacılığı Ankara-Kayaş arasında açılan 9 km uzunluğundaki banliyö hattıdır. Bu yıllarda kale çevresinde yoğunlaşan 25 000 nüfuslu Ankara, 1930'ların başından itibaren Yenişehir ve Cebeci yönünde yayılmaya başlamış ve artan yolculuk talebi kaptı-kaçtı denilen küçük girişimcilerin otobüsleri ile karşılanmaya çalışılmıştır. Bu otobüsler 12 toplu taşıma hattında Belediye tarafından belirlenen tarifeye göre Ulus merkezli olarak çalışmıştır [44, 45, 46].



Şekil 6.1. Sovyetler Birliği'nden ithal edilen ilk otobüsler [47]

22 Ocak 1930 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile Ankara'da otobüs, minibüs ve elektrikli tramvay işletme yetkisi Belediye'ye verilmiştir; ancak Belediye ilk girişimini 1935'te yapabilmiş ve Ankara Belediyesi Otobüs İdaresi kurularak Sovyetler Birliği'nden 100 adet otobüs ithal edilmiştir. Ortalama 6 km uzunlukta 15 hatta hizmet veren bu otobüslere ek olarak, özellikle otobüsün işlemediği hatlarda kaptı-kaçtılar varlığını korumuştur [44, 45, 46].

1935 Yılında toplu taşımada isteme oranla bir sunum fazlalığı söz konusudur ve kent formunun etkisiyle araçlı yolculukların toplam yolculuklar içindeki payı % 22'yi geçmemiştir. Belediye otobüslerinin bu yolculuklardaki payı ise % 60'dır [45].

1940'ların başından itibaren sunumdaki bu gelişme sürdürülememiş, buna karşın araçlı yolculuk talebindeki artış hızlanmış ve bu yıllar toplu taşım sunumundaki kıtlığın başlangıcı olmuştur. 1944 Yılında otobüs idaresi katma bütçeli hale getirilerek "Ankara Otobüs İşletmesi" adını almış ancak işletme



gelişme olanağı bulamamıştır. Küçük girişimcilerin bu dönemde bulduğu çözüm "taksi-dolmuş" uygulamasıdır ve toplu taşıma talebi daha az araçla daha çok yolcu taşınarak karşılanmaya çalışılmıştır. Bu yıllarda kamunun payı % 70'ler düzeyindedir. 1946'da alınan 19 otobüse karşılık bir yangın sonucu 18 otobüs hizmet dışı kalmış, bu darboğazda Ankara Umum Otomobilciler ve Şoförler Derneği düzenli taksi-dolmuş hattı oluşturma isteklerini Belediyeye kabul ettirmişlerdir. Böylece Ulus-Cebeci, Cebeci-Sıhhiye, Ulus- Bakanlıklar gibi kentin en işlek kesiminde ilk dolmuş hatları oluşmuştur. 1947'de işletmeye alınan 10 adet trolleybüs Bakanlıklar-Ulus-Dışkapı hattında çalışmaya başlamış ve yangının etkisi bir ölçüde azaltılabılmıştır. Bu yıllarda kamunun taşımacılıktaki payı % 50'ye düşmüştür [44, 45, 46].

1950'li yılların ilk yarısı Ankara'da toplam araçlı yolculukların en hızlı arttığı dönem olmuştur. Belediye Otobüs İşletmesi 1.1.1950 tarihinden itibaren Ankara Elektrik Havagazı ve Otobüs İşletmesi adını almış ve yönetim esnekliği kazanmıştır. Bu dönem Türkiye'nin ithalatını artırma olanağı bulduğu bir dönemdir ve kamu araç parkını büyütmüş ve yenilemiştir. EGO hatlarının sayısı 28'e, toplam ağ ise 171 km'ye yükselmiş taşınan yolcu sayısı 2,7 kat artmış ancak kamunun payı % 65'e çıkabilmiştir. Bunun nedeni ise özel girişimcilerin de bu yıllarda araç parklarını genişletmeleri ve taşıdıkları yolcu sayısının artmasıdır. 1950'lerin ikinci yarısı ise dış ödemeler dengesindeki sıkıntılar nedeniyle araç artışının kısıtlı olduğu yıllardır. Buna karşın EGO'nun hat sayısı 42'ye, hat uzunluğu 273 km'ye çıkmış, EGO otobüsleri kentin yeni gelişen alanlarına hizmet verirken merkezi alanları özel girişimcilere bırakmıştır. Bu dönemde kamu payı % 50'nin altına düşmüştür. Mevcut hatların büyük çoğunluğu Ulus merkezli işinsal hatlardır. Bunlara kentin gelişmesine paralel olarak Bakanlıklar, Cebeci ve Samanpazarı uçlu hatlar da eklenmiştir. EGO'nun sunumunun özellikle kent merkezinde yetersiz kalması sonucu bu bölgelerde yeni küçük girişimcilik türleri doğmuş, 11 yolcu taşıyan

minibüs işleticileri 330 araçla 1959 yılında Bahçelievler-Dörtüyl, Aydınlikevler-Çankaya hatlarında çalışmaya başlamışlardır [44, 45, 46].

1960'lı yıllar EGO araç parkının ve hat sayısının büyük ölçüde sabit kaldığı yıllardır. Taşınan yolcu sayısı azalmış, kamunun payı ise % 30'lara düşmüştür. Bunun nedenlerinden biri de Türkiye'de minibüs üretiminin başlaması ve Belediyenin çıkardığı bir yönetmelikle minibüs hatlarını denetim altına alarak kontenjanları arttırmasıdır. Bu dönemde sunulan hizmetin sınıflara göre farklılaşması başlamıştır. Otobüs ve minibüsler düşük gelirli sınıflara hizmet verirken, minibüslerin Gazi Mustafa Kemal Bulvarı ve Atatürk Bulvarına girişlerinin yasaklanması sonucu ortaya çıkan 7 kişilik "steysin" dolmuşlar orta ve üst-orta gelir grupları için bir seçenek oluşturmuştur [44, 45, 46].

1969 Yılında EGO'nun 140 adet otobüs alımı araç sunumunda bir sıçrama yaratmış olmasına karşın, 1970'li yılların ilk yarısında yeni alımlar sürdürülememiş ve servise verilen araç sayısında artış sağlanamamıştır. Küçük girişimcilerin araç sayıları büyük ölçüde artmamış, daha az araçla daha çok yolcu taşınarak talep karşılanmaya çalışılmıştır. Yolcuların bekleme süreleri uzamış, bir önlem olarak çalışma saatlerinde kaydırmalar yapılarak sabah ve akşam doruklarının yayılmasına çalışılmıştır [44, 45, 46].

Toplu taşıma sunumundaki yetersizlik ve kamu kuruluşlarının kent merkezinden uzakta yer seçmeleri bir başka kent içi ulaşım türünün doğmasına yol açmıştır. Resmi kuruluşlar kendi personelini taşımak için servis aracı işletmeye başlamışlar ve bu araçların sayısı hızla artmıştır. 1970'li yıllarda görülen en önemli gelişmelerden birisi de yerli otomobil fabrikalarının üretime geçmesi ve kent içi trafikte hızla artan özel oto sayılarıdır. 1975 Yılında özel otoların kent içi yolculuklardaki payı EGO'nun payına ulaşmıştır [44, 45, 46].

1977 Sonrası kamu kesimi yeni atılımlara girişmiş, bu dönemde büyük sayıda otobüs alımlarıyla araç parkı yenilenmiş ve servise verilen araç sayısı artırılmaya çalışılmıştır. Yine bu dönemde otobüslerde biletçi uygulaması kaldırılarak tek tip ücret ve kumbara uygulaması başlatılmış, Dikimevi-Beşevler arasında 5,3 km'lik otobüs özel yolu hizmete açılmış, 1979-80 yıllarında ilk kez körüklü otobüsler servise verilmiş, böylece kent içi yolcu taşımacılığında bir rahatlama sağlanmıştır. Bunun sonucunda kamunun payı % 32'ye yükselmiş, EGO otobüs hatlarının ortalama uzunluğu 20 km'ye, hat sayısı 88'e çıkmıştır. Aynı dönemde özel girişimcilerin araç parkında bir gelişme olmamıştır. Küçük girişimci örgütlerin amacı araç sayısını sabit tutarak rantlarını korumaya çalışmak olmuştur [44, 45, 46].

1980'lerin başı, ekonomide alınan istikrar önlemlerinin etkisiyle kamu taşımacılığının gelişiminin durduğu yıllar olmuş, araç parkı geliştirilememiş, buna karşılık hat sayısı hızla artmaya devam etmiştir. Yine bu yıllarda doruk saatlerde yolcu talebini karşılayabilmek amacıyla ekspres işletmesine geçilmiştir. 1983'te, EGO 25'i ekspres 119'u normal olmak üzere 144 hatta hizmet vermekteydi. Yine bu dönemde banliyö hattında yeni elektrikli üçlü diziler çalışmaya başlamış ancak bu sınırlı gelişmeler kamunun payının düşmesine engel olamamıştır. Kamu servis araçlarının hızla artan sayılarının yanı sıra bu dönemin en önemli gelişmesi Özel Halk Otobüsleri'nin kent içi yolcu taşımacılığına katılmasıdır (1982). Bu dönemde steysin dolmuşların kent içi trafik ve çevre kirliliği açısından yarattığı olumsuzluklar nedeniyle tüm hatlarda kent içi taşımacılıktan kaldırılması kararı uygulanarak ticari faaliyetleri kesin olarak yasaklanmış, bu yasağa uğrayanlardan isteyenlere taksi veya minibüs dolmuş plakası hakkı verilmiştir. Bu sürede 11 kişilik minibüsler de yerini, 14 kişilik daha büyük araçlara bırakmıştır. Minibüs dolmuş taşımacılığındaki önemli bir gelişme merkezle konut alanları

arasındaki işinsal hatların yanı sıra, çevre içindeki iki nokta arasında yeni hatların ortaya çıkmasıdır [44, 45, 46].

## 6.2. Ankara Kent İçi Ulaşımının Yapısı

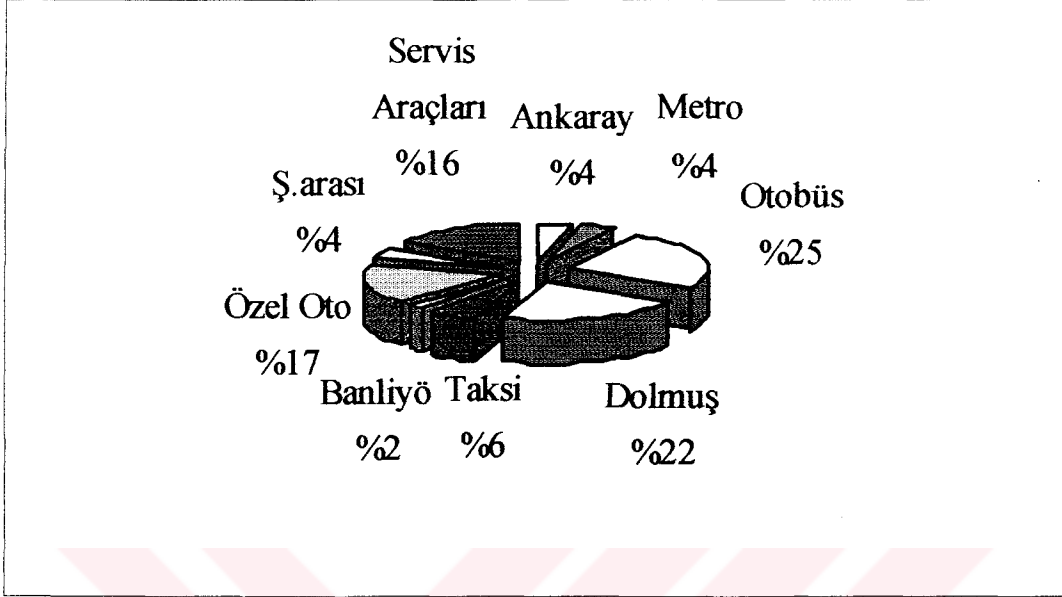
Ankara'da ulaşım taleplerini karşılamak için kullanılan toplu taşıma türleri arasında minibüs, otobüs ve raylı sistemler yer almaktadır. Ayrıca genellikle okullara ve kamu kurum kuruluşlarına hizmet eden servis aracı sayıları da oldukça ciddi boyutlara ulaşmıştır.

Ankara'da kişi başına günlük yolculuk üretimi 1,96'dır. Ankara'da bir iş günü içerisinde ortalama 4 milyonu aşan şehir içi yolculuk yapılmaktadır. Bu yolculukların yaklaşık olarak 750 bini EGO'ya ait otobüslerle, 200 bini özel halk otobüsleriyle, 900 bini minibüslerle, geriye kalan yolculuklar ise servis araçları, taksiler, özel araçlar, banliyö, Metro ve Ankaray ile yapılmaktadır [47].

Çizelge 6.1. Ankara kenti ulaşım türleri dağılımı [47]

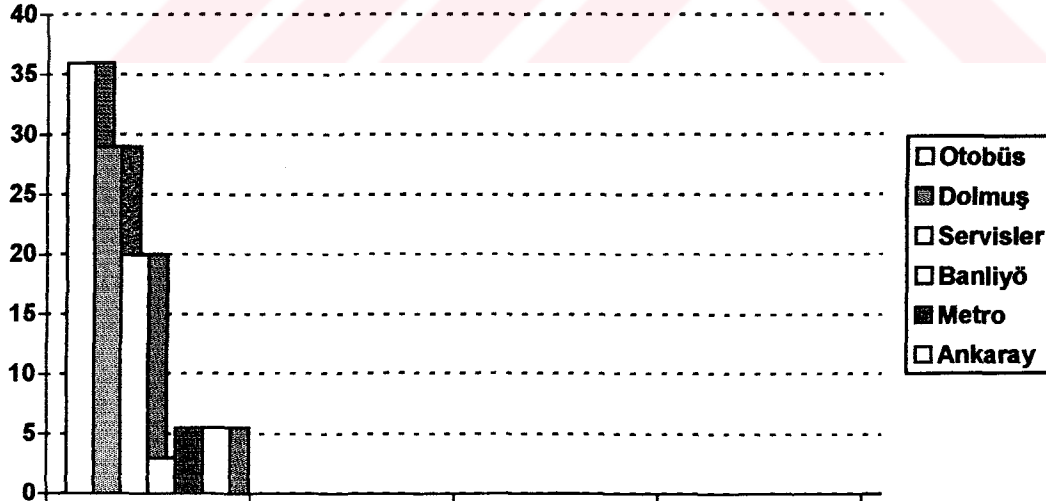
TÜRLER	Yolcu Sayısı	Toplu taşıma %	Genel %
Otobüs	1 315 000	36,38	27,93
Minibüs	990 000	29,64	22,76
Servis Araçları	685 000	20,51	15,75
Banliyö Treni	100 000	02,99	02,30
Ankara Metro'su	175 000	05,24	04,02
Ankaray	175 000	05,24	04,02
<b>TOPLU TAŞIM</b>	<b>3 340 000</b>	<b>100,00</b>	<b>76,78</b>
Özel Oto	750 000		05,98
Taksi	260 000		17,24
<b>ÖZEL TAŞIM</b>	<b>1 010 000</b>		<b>23,22</b>
<b>ARAÇLI YOLCULUK</b>			<b>100,00</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>4 350 000</b>		

Çizelge 6.1’de elde edilen verilere göre, günlük motorlu araçlı yolculukların türlerine göre dağılımı Şekil 6.2’de görülmektedir:



Şekil 6. 2. Ankara’da günlük motorlu araçlı yolculukların türlerine dağılımı

Yine Çizelge 6.1’de elde edilen verilere göre, günlük toplu taşıma araçlarının türlerine göre dağılımı Şekil 6.3’de görülmektedir:



Şekil 6.3. Ankara’da günlük toplu taşıma türleri dağılımı

Yukarıda yer alan çizelgede verilen rakamlarda ve grafiklerde de açıkça görüldüğü üzere, Ankara’da yapılan yolculukların  $\frac{3}{4}$ ’ünden daha fazlası toplu

taşıma araçları ile gerçekleştirilmektedir. Toplu taşıma araçlarının kendi aralarında ise sırasıyla otobüs, minibüs, servis araçlarının (lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarının) baskınlığı ortaya çıkmaktadır. Çizelgede de açıkça görüleceği üzere toplu taşıma araçları arasında raylı sistemlerin toplam payı % 15'in altındadır.

Bu oran gelişmiş ülkelerdeki yüksek nüfus sayısına sahip kentlerle karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Genel bir eğilim olarak nüfusu 1 milyonu aşan kentlerde raylı sistemlerle toplu taşıma sorunu çözümlenme yoluna gidilirken, nüfusu 4 milyona yaklaşmış olan Ankara'da raylı sistemlerin yüzdesi, tüm araçlı ulaşım arasında sadece % 10, toplu taşıma araçları arasında ise % 14'dür.

### **6.3. 1972-1987 Yılları Arasında Ankara'da Yapılan Ulaşım Planları**

Ankara raylı toplu taşıma sistemi ve ulaşım etüdü konusunda bugüne kadar yapılan toplam dört çalışma bulunmaktadır [45]:

#### **6.3.1. Ankara kenti ulaşım etüdü (1972)**

7 Ekim 1969 tarihinde kentin mevcut sorunlarının çözümlenmesi amacıyla otobüslerin modernleştirilmesi, mevcut durumun yeniden organize edilmesi ve Ankara'da metro kurulmasını içeren bu etüt, EGO Genel Müdürlüğü ve Sofretu işbirliği ile yapılmıştır. Bu çalışma Ankara'da ağır raylı sistemi ilk kez gündeme getiren planlama çalışmasıdır. Bu çalışma tümü tünelde olmak ve iki aşamada tamamlanmak üzere, toplam 14 km'lik metro sistemini önermiştir. Her aşama 7'şer km'lik hat uzunluğuna sahiptir. Birinci aşamanın

Kavaklıdere-Dışkapı, ikinci aşamanın ise Dikimevi-Beşevler arasında yapımı öngörülmüştür.

Proje, önerilen teknolojinin tamamıyla Fransız teknolojisine bağımlılığı getireceği ve finansman konusunda açıklık olmadığı gerekçeleriyle DPT tarafından geri çevrilmiştir.

### **6.3.2. 1978 – 1980 Yılları arasında yapılan çalışmalar**

Bu çalışma, herhangi bir yabancı danışmanlık firmasının desteği olmaksızın EGO tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma, o yıllarda EGO Genel Müdürlüğü bünyesi içinde kurulan kentsel ulaşım planlaması alanında uzmanlaşmış ayrı bir birim ile yürütülmüştür.

Bu birim proje faaliyetlerinin denetiminden sorumlu olup, yerel danışmanlık hizmetleri Yapı Merkezi tarafından sağlanmaktaydı.

Çalışma, üç aşamada, toplam uzunluğu 25 km ve % 90'ı hemzemin olan Batıkent-Kızılay arasında bir hızlı raylı toplu taşıma sistemi kurulmasını önermiştir. İlk aşamada Stad Oteli(Ulus)-İnönü Meydanı arasında 3,5 km uzunluğunda bir hat önerilmiştir.

Bu proje de aşağıdaki nedenlerle eleştirilmiştir:

- 1- Önerilen sistem tüm ulaşım sistemini içeren geniş kapsamlı bir ulaşım etüdü ve ulaşım ana planına dayanmamaktadır. Bunun yerine tek bir koridor analizine dayanmakta ve sistemin banliyö treni ve otobüs sistemi ile bütünleşmesini dikkate almamaktadır;
- 2- Önerilen hat, Ankara kentsel arazi kullanımı ana planındaki (Nazım Plan) kentsel büyüme stratejilerine uygun değildir;

3- Maliyet, gelir ve gelecek trafik düzeylerine ilişkin tahminler gerçekçi değildir.

Proje belgeleri Mayıs 1980'de onay için ilgili kamu kuruluşlarına verilmiştir. Dört ay sonra Belediye, hükümetin onayını beklemezsizin Opera Meydanı'nda inşaat başlatmıştır. İnşaat 19 gün sonra hükümetçe durdurulmuştur.

### **6.3.3. 1980 – 1984 Yılları arasında yapılan yapılabirlik ve proje çalışmaları**

Bu çalışma, daha önceki hızlı raylı toplu taşıma çalışmalarına ilişkin hükümet görüşlerinin de değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma ayrıca EGO-Yapı Merkezi Araştırmasının 1979 hane halkı anketinden de yararlanmış, ancak Yapı Merkezi Projesinin 110 kişi/hektar olan varsayımıyla daha düşük trafik düzeyi projeksiyonları getirmiştir. Böylece çalışma, bir hafif raylı sistemin yapılabilir olduğu sonucuna varmıştır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Teknik Yardım Programı çerçevesinde Belçika firması Transurb Consult'tan kısa süreli teknik danışmanlık yardımı sağlanmıştır. Proje Ağustos 1984'te 3030 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Yasasından önce bu tür projelerin onayından sorumlu olan Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca aşağıdaki nedenlerle reddedilmiştir:

- 1- 1979 Etüt sonuçları çalışmada güncelleştirilmeden kullanılmıştır;
- 2- Bu tür bir araştırmanın temeli geniş kapsamlı arazi kullanımı/ulaşım ana planına dayandırılmalıdır;
- 3- Projelendirilmenin 1990 yılı projeksiyonuna göre yapılmış olması nedeniyle kapasite yönünden yeterli değildir.



#### 6.3.4. Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması (1985 – 1987)

Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması (AKUÇ) ile ilgili olarak 19 Temmuz 1985'de Reid Crowther International Limited ile EGO Genel Müdürlüğü arasında bir ara anlaşma imzalandı. 3 Ekim 1985'de bu ara anlaşmanın yerini resmi anlaşma aldı. 1 Kasım 1985 günü Reid Crowther International ile Kutlutaş Mühendislik, Mümessillik, Müşavirlik Sanayi ve Ticaret A.Ş. arasında ortaklık anlaşması imzalandı. Aynı gün EGO Genel Müdürlüğü Kutlutaş'a işi sürdürmesi bildiriminde bulunarak Ankara Kentsel Ulaşım Çalışmasını resmen başlattı.

31 Aralık 1986 tarihinde tamamlanan Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması dört aşamadan oluşmuştur:

- (1) Ulaşım Etüdü,
- (2) Ulaşım Ana Planı,
- (3) Yapılabilirlik Çalışması ve Kavram Projesi,
- (4) Sistem Özellikleri ve Avan Proje.

Çalışmanın 1. aşaması olan Ulaşım Etüdü'nün iki amacı vardır. İlk amaç Ankara'daki mevcut ulaşım isteminin analiz edilmesidir. İkinci amaç ise tüm ulaşım sistemini oluşturan çeşitli öğelerin genel bir değerlendirmesinin hazırlanmasıdır. İlk amacın gerçekleştirilmesine yönelik olarak ulaşım isteminin analizi için üç ayrı mevcut veriden yararlanılmıştır. Bunlar;

- (1) Arazi Kullanım Verileri,
- (2) Ulaşım Etüdü Verileri,
- (3) Ulaşım Sistemi Verileridir.

Arazi kullanım verileri 1970'lerde Ankara Belediyesi için hazırlanan ve 1990 yılı için tahmini değerlerin yer aldığı Arazi Kullanım Nazım Planı'ndan elde

edilmiştir. Bu plan hazırlanırken Ankara'daki beş ilçenin (Altındağ, Çankaya, Keçiören, Mamak ve Yenimahalle) sahip olduğu 327 mahalle gruplandırılarak, 62 ulaşım bölgesi oluşturulmuştur. Ulaşım etüdü verileri arasında EGO Genel Müdürlüğü'nün başlattığı ulaşım çalışması kapsamında, 1979 yılında % 1 örnekleme ile gerçekleştirdiği konut anketi yer almıştır. Ulaşım konut anketi bilgisayarlı ulaşım modelinin kalibrasyonuna veri oluşturmuştur. Nüfus ve istihdam tahminleri 1990 yılı için geliştirilmiş ve model gelecekteki yıllar için yolculuk taleplerini hesaplamıştır. 1980 Yılında % 3 örnekleme ile 14 107 konutta ikinci bir ulaşım konut anketi uygulanmıştır. Bu anketten elde edilen veriler ulaşım çalışmasında kullanılacak duruma zamanında getirilememiştir. Veriler ancak 1980 sonrasında düzenlenebilmiş ve 1985 ulaşım planlama modelinin oluşturulması ve kalibrasyonunda kullanılabilmiştir. Bir diğer veri ise Ankara'nın merkezi bölgesinde 24 farklı yerde 1979-1980 yılları arasında yapılan trafik sayımı olmuştur. Ayrıca Kasım 1975 ve Nisan 1980'de tipik hafta içi günlerinde yolcu ve araç hacimleri belirlenmiştir. Bu sayımlar, benzer şekilde Mayıs 1985'de yeniden yapılmıştır. Bunlara ek olarak kavşak trafik sayımları ve EGO otobüs hattı yolcu yükü ve hız anketleri de Ulaşım Etüdü için önemli verilerdir. Ulaşım sistem verileri ise EGO otobüs hizmetlerinin yolcu ve işletme özellikleri hakkında toplanan istatistikler, özel oto, minibüs, taksi ve banliyö trenine ilişkin derlenen verilerdir.

2. Aşama olan Ulaşım Ana Planı'nın amacı geleceğe dönük eğilimleri değerlendiren ve aynı zamanda yönlendirip etkileyebilecek bütünsel bir kentsel ulaşım sistemine dönük bir planın geliştirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak yapılacak çalışmalar iki ana başlıkta toplanabilir; birincisi arazi kullanımına ilişkin çalışmalardır. Bu çalışmaların kapsamında nüfus kestirimi, iş dallarına göre işgücü tahmini, Ankara Nazım Planı'nın güncelleştirilmesi gibi etkinlikler yer almıştır. İkincisi ise gelecekteki ulaşım niteliklerinin

kestirimi, kentsel ulaşım seçeneklerinin geliştirilmesi gibi Kentsel Ulaşım Ana Planı'na ilişkin diğer etkinliklerdir.

Yapılabilirlik etüdü ve kavram projesi olan 3. aşamada amaç sistem belirlemesini ve avan proje etkinliklerini içeren bir sonraki aşama için yeterli planlama temelini sağlamak üzere kavram tasarımı ve ilk ekonomik ve mali çözümlenmeyi tamamlamaktır. Bu aşamada birinci öncelikli koridor için 1:5000 ölçekli güzergah planı, istasyon yerleri ile depo ve işlik yerlerinin belirlenmesinin yanında maliyet kestirimleri ve gelir kestirimleri yapılarak ekonomik değerlendirmeye ulaşılmış çevresel etüt ve mali analiz gerçekleştirilmiştir.

Sistem özellikleri ve avan proje çalışmanın 4. aşamasını oluşturmuştur. Hızlı raylı toplu taşıma sisteminin sunumu için özelliklerin hazırlanması ve sistemin sunucusuna sistem inşaatı için gerekli ayrıntıda tasarımını belirleyecek bir avan projenin hazırlanması bu aşamada amaçlanmıştır. Hizmet şartnamesi hazırlanmış, proje standartlarının tanımı yapılmış, topografya ve teknik altyapı haritalaması ile jeoteknik rapor tamamlanmış, avan projeye ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

22.9.1986 tarih ve 86/22 No'lu UKOME Genel Kurulu Kararı ile Kentsel Ulaşım Çalışmasıyla belirlenen Ankara Raylı Toplu Taşıma Sistemi'nin uzun vadeli 54,4 km'lik raylı sistem ağı ile 15 km'lik Birinci Aşaması'nın (Kızılay-Batıkent hattı) güzergah ve sistem özellikleri onaylanmıştır.

#### **6.4. Ankara Ulaşım Ana Planı**

İlk Ulaşım Ana Plan yaklaşımı 1985-1987 yılları arasında EGO tarafından hazırlanan AKUÇ çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. O dönemde onaylı Ankara

Nazım Planı 1990 hedefli idi ve yenisinin hazırlanması için gerekli örgütlenme yoktu. Bu nedenle ODTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümünden bir grup öğretim görevlisine 2015 Ankara Yapısal Plan'ı hazırlatılmıştır. Fakat bu iki planlama çalışması gerekli onaylama aşamalarını yaşamamış ve yasalaştırılmamıştır. 1989-1992 yılları arasında kentin gelişmesini etkileyen, Ankara Çevre Otoyolu, Kızılay-Batıkent Ankara Metrosu 1. Aşaması, Dikimevi-AŞTİ Ankaray 1. Aşaması ile çeşitli konut ve işyeri planlamaları gündeme gelmiştir. Bu gerekçelerle, 1987 yılında hazırlanmış fakat yasallaştırılmamış olan Ulaşım Ana Planı'nın güncelleştirilmesi için kapsamlı bir çalışma başlatılmıştır. Bu amaçla 1992 yılında bir dizi bilgi toplama çalışması (anketler, kavşak ve yol sayımları vb.) ve veri değerlendirme çalışması (yolculuk kestirim bilgisayar modellemesi) gerçekleştirilmiştir. Aradan geçen süre göz önüne alındığında ve benzer diğer bazı planlama çalışmalarında hedef yılı 2025'e taşınmış bulunduğundan planın 2015 hedefli önerilerine ek olarak ve 2025 yılı bakış açılı "2015 Sonrası Olası Düzenlemeleri" de somutlaştırılmıştır. Bunun ardından Ankara Ulaşım Ana Planı, sunulduğu Ankara Büyükşehir Belediye Meclisinin 07.03.1994 tarih ve 130 sayılı kararı ile kabul edilmiş, Ankara Ulaşım Koordinasyon Merkezi'nin (UKOME) 10.3.1994 tarih ve 94/3 sayılı kararı ile onaylanmıştır [45, 46].

Dolayısıyla bu planın güncelleştirilme çalışmaları sırasında, daha çok 1987 planı önerilerinin değişen koşullara göre sınılanması söz konusu olmuştur. Bu nedenle yeni plan seçeneklerinin üretilmesi ve seçenekler arasında irdeleme yapılması yoluna gidilmemiş, yalnızca temel kararların plan mantığı içinde geçerlilikleri sınılanmıştır.

#### **6.4.1. Planın amaçları**

Ulaşım sorunlarını bir bütün içinde ele alarak çözmek, geleceğin Ankara'sının ulaşım gereksinmelerini kestirimleyerek, bu gereksinimi karşılayacak önlem ve yatırımlara bugünden yön verebilmek, arazi kullanım kararları ile ulaşım döngü kararların uyumunu sağlayabilmek amacıyla Ankara Büyükşehir Belediyesi'nce "Ankara Ulaşım Ana Planı" hazırlanmıştır [46].

Kent içi ulaşım sorunlarına anlamlı, bütüncül ve uygulanabilir çözümler getirmek ve gelecekte oluşması istenen ulaşım yapısına yön verebilmek için uzun erimli ilke ve hedeflerin tanımlanması gerekmektedir. Ulaşım Ana Planı'nın temel işlevi; bu Temel İlkeleri ve Genel Hedefleri tanımlamak ve bunları uygulamaya dönüştürmek üzere Ulaşım Türlerine İlişkin Hedef ve Politikaları üretmektir [46].

#### **6.4.2. Kent içi raylı ulaşım alternatiflerinin planlanması**

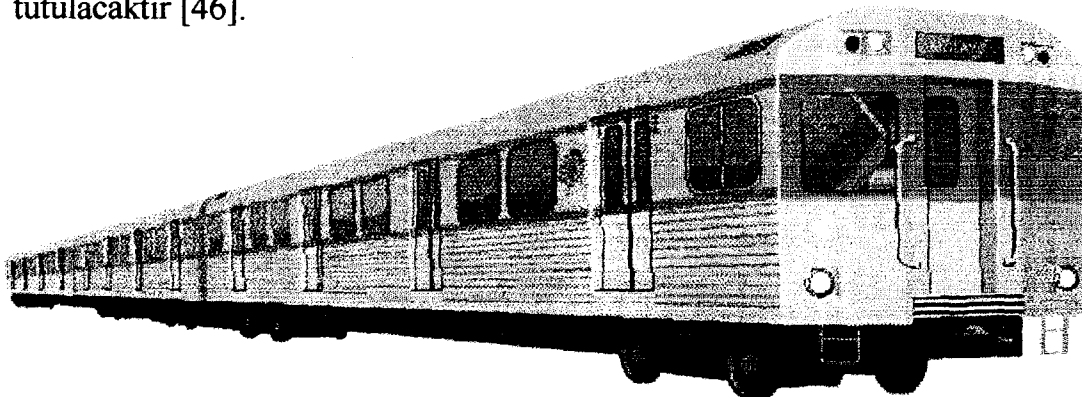
Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması'nda halen mevcut ve 2015 yılına kadar gerçekleştirilmek üzere metro, hafif raylı toplu taşıma sistemi ve banliyö treninden oluşan toplam 130 km'lik bir raylı toplu taşıma ağı önerilmiştir. Raylı sistemler için olası hatlar öncelik sıralamasında ikinci planda ve genel olarak 2015 yılı sonrası için düşünülmüştür. Raylı sistem hatlarının yapımına kadar geçecek süre içinde bu koridorların tümünde otobüs öncelikli uygulamalara gidilmesi planlanmıştır [46].

##### **6.4.2.1. Metro projesi**

Ulaşım Ana Planı'na göre metro sistemi 2015 yılına kadar 44,5 km'lik bir ağa sahip olacaktır. 2015 Erimli metro ağı aşağıdaki dört hattan oluşacaktır [46]:

- 1- Kızılay - Batıkent,
- 2- Kızılay - Çayyolu,
- 3- Ulus - Keçiören,
- 4- TBMM - Dikmen.

Metro sisteminin, Kızılay'daki, İskitler'deki, Atatürk Kültür Merkezi'ndeki ve Balgat'taki istasyon yapısı yolcuların Ankara Hafif Raylı Toplu Taşım Sistemine (ANKARAY) aktarma yapabilecek biçimde gerçekleştirilecektir. Balgat'taki istasyonda ise, yolcu aktarmasının biçimi ayrıntılı projelendirilmeden sonra ayrıca belirlenecektir. Metro Sisteminin ana depo alanı Macunköy'de bulunacaktır. Sistem genişlediğinde ve gereksinme oluştuğunda Çayyolu'nda ikinci bir depo alanı yapımına gidilecektir. Banliyö hattının genişletilme projesi metro ile birlikte düşünülecektir. Banliyö treninin Eryaman ve Sincan'ın kuzeyine doğru genişletilmesi herhangi bir nedenle olanaksızlaştığında Metro'nun Eryaman ve Sincan'ın kuzeyine hizmet verebilmesi için Kızılay - Batıkent hattı bu yöne doğru uzatılacaktır. 2015 Sonrasında ise Metro'nun Kızılay - Batıkent - Eryaman hattı ile Kızılay - Çayyolu hattının Etimesgut'un güneyine doğru uzanan bir hat ile birleşmesi sağlanacaktır. Banliyö Treni Sisteminin Eryaman ve Sincan'ın kuzeyine doğru genişlemesinin gerçekleşmesi durumunda bile 2015 sonrasında Osmaniye - Eryaman - Batıkent banliyö treni hattında metronun çalışacağı gözönünde tutulacaktır [46].



Şekil 6.4. Ankara Metrosu

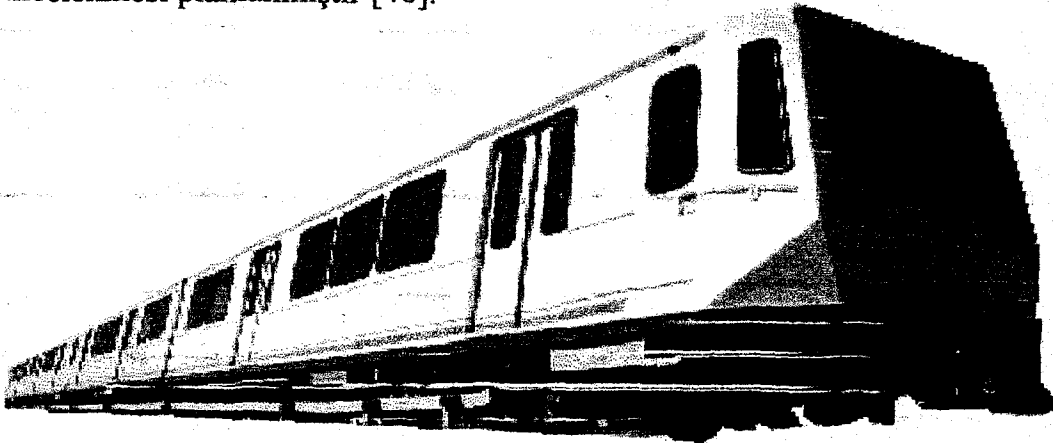
#### 6.4.2.2. Ankaray projesi

2015 yılına kadar gerçekleşecek Ankara Hafif Raylı Toplu Taşıım Sistemi (ANKARAY) ağının uzunluğu 22 km'dir. Ankaray şu hatlardan oluşacaktır [46]:

- 1- Dikimevi - AŐTI,
- 2- Kurtuluş - Siteler,
- 3- Maltepe - Etlik.

Ankaray Sistemi yukarıda Metro Sistemi başlığı altında belirtilen istasyonlarda metro ile aktarma yapacaktır; ayrıca, Maltepe - Etlik hattının Merkez Garı İstasyonunda, Kurtuluş - Siteler hattının Kurtuluş İstasyonunda banliyö treni ile yolcu aktarması sağlanacak, Kurtuluş - Siteler hattının Cebeci ve Demirlibahçe istasyonlarında yolcu aktarması yapması incelenecektir. Ankarayın merkez depo alanı Söğütözü'nde Ankara Şehirlerarası Terminal İşletmesi'nin (AŐTI) güneyinde yer alacaktır.

Sistem genişledikçe ve gereksinme ortaya çıktığında Ankaray Sisteminin Siteler'in kuzeyinde depolama alanı yapılacaktır. 2015 Sonrasında Ankaray hattının AŐTI'den Çukurambar'a ve Dikimevi'nden Doğukent'e uzatılması incelenmesi planlanmıştır [46].



Şekil 6.5. Ankaray Hafif Raylı Sistemi

## **7. ANKARAY VE ANKARA METROSUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI**

### **7.1. İki Sistemin Projelendirilme Safhası**

Ankara Ulaşım Ana Planı'nda raylı toplu taşıma sistemi yolağının tespit edilmesinde kullanılacak şu temel ölçütler benimsenmiştir [48]:

Kapasite kullanımı, kentsel gelişme stratejisine uygunluk, merkezi iş alanının (MİA) erişilebilirliği, hizmet götürülen alan, esneklik, işletme verimliliği, maliyetler ve çevresel etkiler.

Ankaray'ın planlanması ve yapılması aşamasında bu sistemle ilgili olarak birçok tartışma yapılmış ve özellikle bazı uzmanlar sistemin zamanlaması hakkında eleştirilerde bulunmuşlardır.

İşe başlama döneminde Ankaray projesini savunan dönemin EGO Genel Müdürü Cihan Altınöz, 4. Toplutaşıma Kongresi'nde şu gerekçeleri öne sürmektedir [49]:

“Ankaray güzergahındaki otobüslerin yolcu taşıma kapasitesi ihtiyacın çok altındadır. Diğer yandan bu ihtiyaca cevap vermek için bu hattaki otobüs sayısını artırmak çözüm sağlamayacaktır; çünkü bu hat yüksek sayıdaki otobüs sayısını kaldıramayarak sürekli tıkanmalar meydana gelecektir. 1990 Yılı verilerine göre bu hatta toplam 13 bin dolayında yolculuk yapılmaktadır. Yolcu sayısının 10 bini geçtiği hatlarda raylı sistemlerden başka çözüm yoktur.

İkinci olarak Metro projesinin faaliyete girmesi ile birlikte Kızılay'a çok sayıda insan gelecektir. Özellikle pik saatlerde Kızılay'a gelen bu yolcuların dağıtımında Ankaray önemli bir görev görecektir.



Bir başka gerekçe, Ankara Metrosu için Kızılay'da yapılan kazının Ankaralılara vereceği rahatsızlığın daha sonra yapılacak olan bir başka proje ile tekrar Kızılay'da bir müdahalenin yapılmasının getireceği zorluklardır. Bir inşaat eşgüdümü gerekliliği ile iki sistem bir arada yapılıyor.

Ayrıca bir başka yönü daha var: Hava kirliliği. Bu hat Ankara'nın en çukur olan bir bölgesidir ve bu bölgede otobüs taşımacılığının neden olduğu sıkıntılar Ankaray projesi ile aşılabacaktır."

4. Toplutaşım Kongresi'ne katılan Kitapçı (Şehir Plancıları Odası Başkanı) ise Ankaray'a karşı çıkarak, bu projenin Ankara Ulaşım Ana Planı'na aykırı ve ulaşım etüdünün yanlış olduğunu, ayrıca ekonomik fizibilite çalışmasının olmadığını ve mali fizibilite etüdünün de yanlış olduğunu söylemiştir [50].

Yine Kitapçı'nın tebliğinin eklerinde Ankaray ile ilgili olarak şu eleştirilere yer verilmiştir [50]:

"Ankara Ulaşım Ana Planı on beş ayda hazırlanmış bir çalışmadır. Bunun iki katı bir süredir görevde olmasına karşın yeni yönetim bu planı ne aynen onaylamış, ne de revizyonunu ya da yenisini yapmamıştır. Savsaklanan Metro 2. Aşama hattı yerine Ankaray'ın yapılması mevcut ulaşım ana planının ilke, hedef, veri tabanı ve doğal sonuçlarıyla çelişmektedir... Bir başka ilginç örnek de Ankaray Danışma / Değerlendirme Komisyonu çalışmasıdır. Söz konusu projeyi kentsel ulaşımın bütünlüğü perspektifi içerisinde ve dayanağı olan etütler açısından inceleyip olumsuz görüş belirten bir rapor bulunmaktadır. Bu rapor da bizzat Belediye'nin çağrıda bulunduğu üniversiteler ile odamız temsilcileri tarafından hazırlanmıştır. Böyle bir projenin arazi kullanım ve ulaşım planı ile uyumu, ulaşım ile fizibilite etütlerinin bulunup bulunmadığı ve eğer varsa doğruluğu ve geçerliliği; proje değerlendirmesinde herhangi bir boyut değil, diğer boyutların incelenmesine geçip geçmeme kararına esas olacak zorunlu iki aşamadır..."

Yine Senihi Kitapçı 1997 yılında yapılan 'Ankara Kentiçi Ulaşımının Dünü, Bugünü, Yarını Paneli'nde, yapılması planlanmış fakat yapılması konusunda somut bir adım atılmayan metronun ikinci aşamasının yapılması halinde 500 bin yolcu taşıyacağını, bu projenin yerine yapılan Ankaray'ın ise 390 bin

yolcu taşıyacağını varsayıldığını ancak sadece 125 bin yolcu taşıdığını belirtmiştir [51].

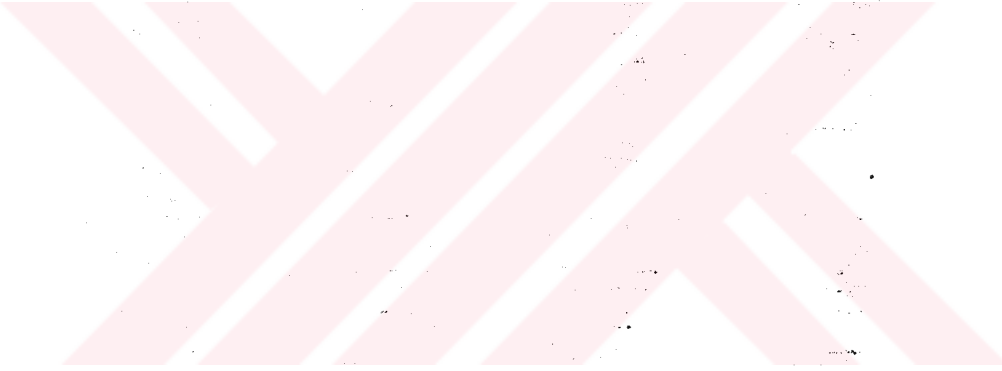
Aynı panelde Ankaray projesini eleştiren bir başka panelist Hülagü Kaplan da şunları söylemiştir [51]:

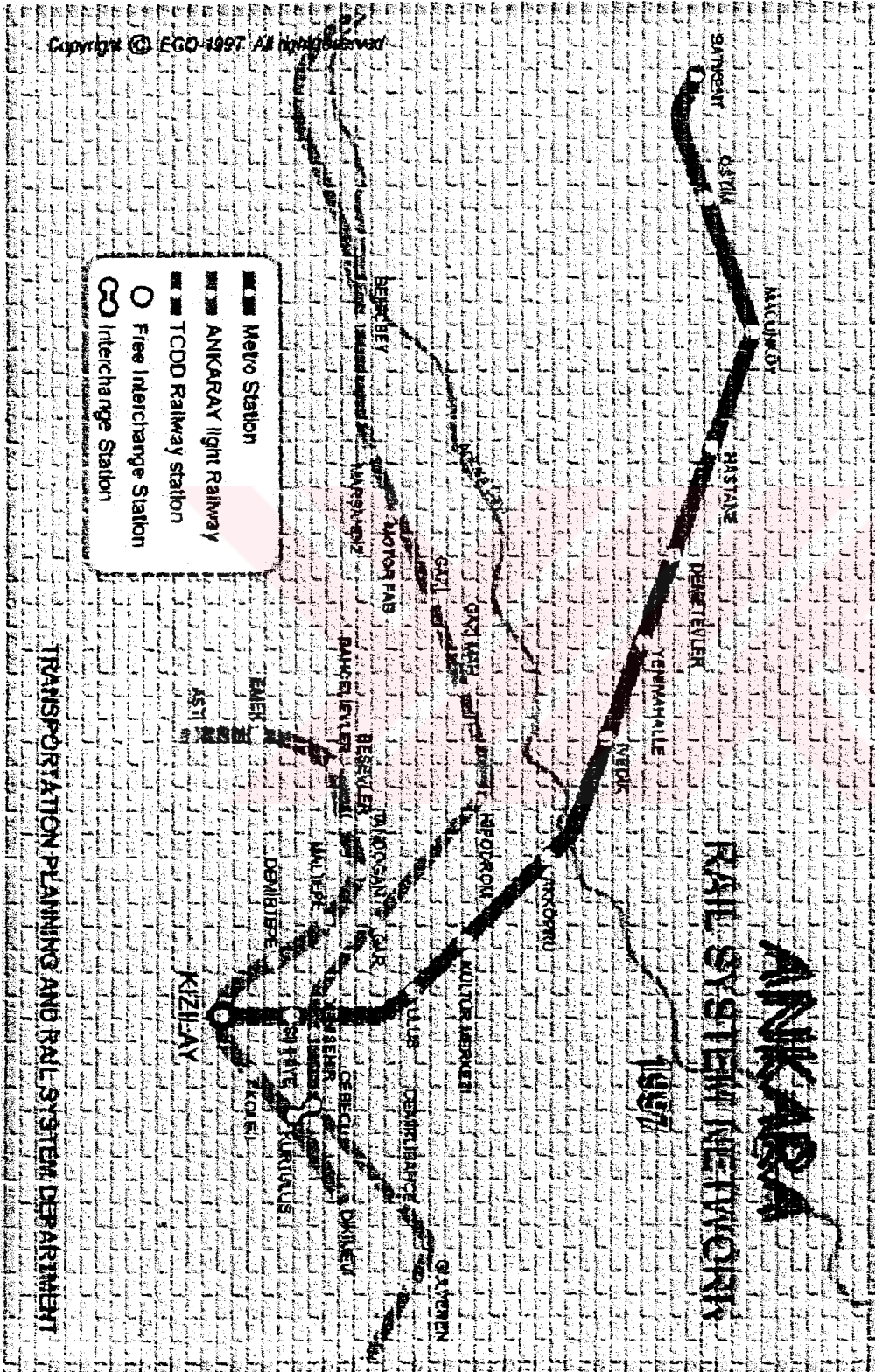
“...kentsel raylı sistemlerde, ağır raylı (metro) dediğimiz sistemin, Batıkent – Kızılay hattının öncelikle bitirilmesi gerekirken, Ankaray politik nedenlerle öne geçirilmiştir. Ben de Ankaray’ı kullanıyorum ve memnunum da. Ancak bu sistemin kentsel öncelikler arasında yeri neydi? Biz kendi kişisel ve kendi konfor çıkarlarımızın önüne, ulaşımda toplumsal konforu öne geçirebilirsek, o zaman ulaşım adına bir şeyler yapmış olabiliriz. Demek ki Ankaray’dan önce, ki Ankaray planda tam bir hat olarak görülmemektedir, Etlik’e bağlanması gereken ve ağır raylı sistem bittikten sonra gündeme alınması gereken bir sistem öne geçirilmiştir. Bu tabii tüm ulaşım politikası ile ilgili önlemleri ters yüz etmiştir.”

Görüldüğü gibi Ankaray sisteminin projelendirilmesi ve yapılması ile ilgili bir çok eleştiriler gündeme gelmiştir. Bu eleştirilerin temel nedeni yaklaşık iki yılda hazırlanan Ankara Kentsel Ulaşım Ana Planı’nda, Ankaray’dan önce yapılması öngörülen Metro 2 ve Etlik – Keçiören raylı sistemlerinin bulunmasıdır. H. Kaplan’a göre (1999, sözlü görüşme) Ankaray projesinin öne alınmasıyla birlikte, Keçiören ve Etlik uzatmaları tamamıyla göz ardı edilmiştir. Zaten plana aykırı olarak Ankaray’a öncelik verilmesi ulaşım politikası ile ilgili tüm önlemleri ters yüz etmiştir. Günümüzde de Metronun Sincan – Fatih uzatmasının dışında projelerin söz konusu bile edilmemesi Kaplan’ı tamamıyla doğrular niteliktedir.

Ankara Metrosu’nun birinci aşamasının ‘Kızılay – Batıkent’ planlanması ve yapılması ile ilgili benzeri eleştiriler söz konusu değildir. Planda önceliği olan bir hat olarak, inşaat önceliği de bu hatta verilmiştir. Metronun planlanması 1970’li yıllara kadar gitmektedir. Sistemle ilgili olarak ortaya çıkan en önemli sorun şüphesiz sistemin finansmanı olmuştur. Bu sorun nedeniyledir ki

metronun temelini üç ayrı kez atılması zorunda kalınmıştır! Ayrıca Ankaray güzergahının tamamını içeren etütlerin yapılmamasına bağlı olarak milyarlarca dolarlık ekonomik kayıp ve ayları bulan zaman kayıpları ortaya çıkmıştır. 1972 Yılında yapılmış olan Sofretu etütleri Ankarayın sadece belirli bir bölümünü kapsamaktaydı. Ankaray, güzergahın tamamını içeren etütler yapılmadan ihale edilmiş ve kesin proje uygulaması başlatılmıştır. Ancak bazı yetersizlikler ortaya çıkınca 1991-1992 yıllarında bir dizi yeni etüt yaptırılmış ve meydana gelen zararlar en aza indirilmeye çalışılmıştır [52].





Şekil 7.1. Ankara'da varolan raylı sistemler [47]

## 7.2. Ankaray ve Ankara Metrosunun Sistem ve Teknolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Çizelge 7.1. Ankaray ve Ankara Metrosunun sistem-teknolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması [46, 53]

	Birim	Ankaray	Ank. Metro su
Hat Uzunluğu	Km	8,527	14,661
İstasyon Sayısı	Adet	11	12
Ortalama İstasyon Aralığı	Km	0,783	1,283
Ticari Hız (İşletme Hızı)	Km/saat	35	38
Azami Teknik Hız	Km/saat	80	80
Günlük Çalışma Süresi	Saat	18	18
Minimum Dizi Aralığı	Saniye	120	90
Doruk Süre	Saat	2	2
Peron Boyu	m	90-95	140
Peron Eni	m	Orta peron: 10,75-12,55 Kenar peron: 2x(3,00-9,00)	O.p.: 9,80- 11,35 K.p.: 2x(6,5- 8,0)
Taşıt Boyu	m	29	22,86
Taşıt Ağırlığı	ton	40,5	30,34
Kontrol	-	Yarı otomatik	Tam otomatik
Taşıt Eni	m	2,65	3,124
Araç Enerjisi (3.Ray)	VDC	750	750

4. Bölümde yer alan değerlere bakılarak Ankaray ve Ankara Metrosunun sistem özellikleri (hat uzunluğu, istasyon aralıkları, işletme ve maksimum hız, vb) karşılaştırıldığında, Ankaray sisteminin genellikle Hafif Raylı Sistemlerin özelliklerinin üst değerlerine, Ankara Metrosunun ise daha çok ortalama değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.1'deki değerler de göstermektedir ki, Ankarayın sistem özellikleri Ankara Metro su'nunkine oldukça yakındır. Bu verilerden hareketle şu yargıya varmak doğru olacaktır: Ankaray, sistem özellikleri bakımından hafif raylı

sistemlerin en gelişmişleri düzeyinde yer alan bir örnek iken, Ankara Metrosu ise ağır raylı sistemlerin ortalama sistem özelliklerine sahiptir

Ayrıca bu çizelge göstermektedir ki her iki sistem birbirine çok benzemektedir. İki sistemin altyapı özellikleri arasında belirgin ayrılık ortaya çıkaran tek özellik, sistemlerin peron boylarıdır. Sistemlerin araçlarına ve enerji beslemelerine ait özellikler ise ortalama değerlerle örtüşmektedir. Dolayısıyla Ankaray sisteminin peron boyu ve kontrol özellikleri haricinde, Ankara Metrosu ile arasında önemli bir teknik fark yoktur denilebilir. Bu da yine Ankarayın hafif raylı sistemlerin en gelişmiş örneklerinden bir tanesi olduğunu kanıtlamaktadır.

Ancak HRS olarak kabul edilen sistemler ağırlıklı olarak yer yüzeyinde, ARS olarak kabul edilen sistemler de genel olarak tünelde inşa edilmesine rağmen, bu Ankaray ve Ankara Metrosunda ters olarak gerçekleşmiştir. Ankarayın büyük bir bölümü yer altında yapılmış; Ankara Metrosunun ise büyük bir bölümü yüzeyde yapılmıştır [36].

Bunlarla birlikte ülkemizde bulunan raylı sistemlerde yapılan teknik hataları ortaya koyan Erel, Ankara Metrosunda bulunan hatalı uygulamaları ve sorunları sıralamıştır [54]:

- Rayda yuvarlanma kontakt yorulması,
- Rayda öndülasyon,
- Tekerlek kontak yorulma çatlakları,
- Rayda hızlı yanal aşınma,
- Makas dil ve göbeklerinde hızlı aşınmalar.

Erel'in çalışmasında, Ankaray ile ilgili olarak tespit edilmiş her hangi bir hatalı uygulamaya yer verilmemiştir.

### 7.3. Ankaray ve Ankara Metrosunun Hizmet Sunum Özelliklerinin Karşılaştırılması

Çizelge 7.2'ye bakıldığında ön plana çıkan en önemli özellik, iki sistemin taşıdıkları yolcu sayılarıdır. Günümüzde Ankaray ve Ankara Metrosu eşit sayıda yolcu taşımalarına rağmen, Ankara Metrosunun sunduğu kapasite Ankarayınkinin çok üzerindedir. İki sistemin sahip olduğu ve buna karşılık da halihazırda ürettiği yolculuk kapasiteleri dikkate alındığında Ankarayın doluluk oranı ortalama % 50 civarında iken, bu rakam Ankara Metrosunda yaklaşık % 30'lara kadar düşmektedir. Çünkü her iki sistemin taşıdığı yolcu sayısı birbirine eşit sayılacak düzeydedir. Diğer yandan bu sistemler birbirlerinden farklı kapasitelere sahiptirler. Bu farklılık nedeniyle 2005 ve 2015 yılları yolculuk tahminleri yapılırken Ankara Metrosuyla daha fazla yolcu taşınması planlanmıştır.

Doluluk oranlarında farklılığın doğmasının temel nedeni güzergah seçimidir. Ankara Metrosu kenar semtleri şehir merkezine bağladığından ve bir ucu da şehir merkezi (Kızılay İstasyonu) olmasından dolayı, yolculuklar günün belirli saatlerinde belirli bir yöne doğru olmaktadır. Ankara Metrosu'nda sabah doruk saatlerde (07,30-09,30) yolculuklar şehir merkezi istikametinde olmakta, Batıkent istikametine giden diziler ise boş kalmaktadır. Akşam doruk saatlerde ise (17,00-19,00) yolculuk yoğunluğu ters istikamete dönmektedir. Ankaray ise genellikle iki yönlü olarak dolu çalışmaktadır. Doruk saatlerde taşınan yolcu sayısının günlük yolcu sayısına oranına (Çizelge 7.2.) bakıldığında da, Ankara Metrosunda bu oranın Ankarayda olduğundan çok ciddi bir biçimde fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Ankara Metrosu yalnızca tek yönlü olarak doluluğa sahip olmakla kalmayıp, aynı zamanda doruk saatlerde yüksek doluluk oranına sahip olmaktadır. Ancak ters yönde ve normal saatlerde sistem kapasitesinin çok daha altında bir doluluk oranı ile hizmet vermektedir. Bunun nedeni şehir merkezinin bir ara istasyon değil uç istasyon olmasıdır.

Çizelge 7.2. Ankaray ve Ankara Metrosunun hizmet sunum özellikleri bakımından karşılaştırılması [46, 53]

	Birim	Ankaray	Ank. Metrosu
1999 Günlük Taşınan Yolcu	Yolcu/saat	9 722	9 722
2005 Günlük Taşınacak Yolcu	Yolcu/saat	21 960	54 000
2015 Günlük Taşınacak Yolcu	Yolcu/saat	27 450	72 000
1999 Dizi Aralığı	Saniye	200	175
2005 Dizi Aralığı	Saniye	163	137
2015 Dizi Aralığı	Saniye	131	108
Dizi Kapasitesi (6 kişi/m <sup>2</sup> )	Yolcu	925	1 764
Taşıt Kapasitesi (6 kişi/m <sup>2</sup> )	Yolcu	308	294
Bir Taşıttaki Koltuk Sayısı	Adet	60	60
1 Dizideki Taşıt Sayısı	Adet	3	6
Dolaşım Süresi (Gidiş-Dönüş)	Dakika	31	48

#### 7.4. Ankaray ve Ankara Metrosunun Maliyet ve Ekonomi Özelliklerinin Karşılaştırılması

Ankara'nın iki önemli raylı sisteminin tamamlanma süreleri karşılaştırıldığında, Ankarayın bir km'sinin tamamlanma süresinin 5,6 ay, Ankara Metrosunun bir km'sinin tamamlanma süresinin ise 3,7 ay olduğu görülmektedir. Halbuki altyapı özellikleri, inşaat maliyetleri, iş gücü gereksinimi gibi etkenler göz önüne alındığında Ankarayın inşaat süresinin Ankara Metrosuna oranla çok daha düşük olması beklenmektedir. Ancak Ankaray sisteminin hafif raylı sistemlerin en ileri düzey örneklerinden olduğu



ve ayrıca sistemin bir çok hafif raylı sistemde olduğunun aksine % 21 tünel (delme) ve % 58 tünel (aç-kapa) olmak üzere toplam % 79'unun (istasyonlar hariç) tünel olduğu unutulmamalıdır [46]. Dolayısıyla Ankaray hattının büyük kısmı hafif raylı sistemlerin bir çoğunun aksine yer altında bulunmaktadır. Bu özelliği ile de Ankaraya 'ileri seviyede bir hafif raylı sistem' denilebilir. Çünkü Dünyada bir çok kentte kullanılan hafif raylı sistemler, genellikle diğer araçlarla aynı yüzeyi ya da yapıyı paylaşan ve cadde tramvaylarının geliştirilmesi sonucu kurulmuş sistemlerdir (örnek, Amsterdam). Ancak son yıllarda yapılan sistemler daha çok yer altı tünelleri kullanmakta ve ağır raylı sistemlerle eşgüdüm içerisinde inşa edilmektedir [55].

Çizelge 7.3. Ankaray ve Ankara Metrosunun maliyet ve ekonomik durumları ile ilgili özelliklerinin karşılaştırılması [46,53]

	Birim	Ankaray	Ank. Metrosu
Sistemin Tamamlanma Süresi	Ay	48	54
1 Km'nin Tamamlanma Süresi	Ay	5,6	3,7
Sistemin Toplam Maliyeti	Milyon\$/km	38	47
Taşıt Maliyeti	\$	800 000	1000 000
Bir Yolculuk İçin Km Maliyeti (1998)	TL	9 875	12 948
Km Başına Harcanan Enerji	Kw/saat	18,31	7,54
Personel Sayısı	Kişi	727	563
Gelir (1998)	TL x 1 000 000 000	3 446	3 224
Gider (1998)	TL x 1 000 000 000	2 098	2 946
İşletmenin Karı	TL x 1 000 000 000	1 348	0 278

Ankaray için başlangıçta öngörülen iş bitirme süresi 34 aydır. Ankara Metrosu için ise bu süre 48 aydır. Dolayısıyla Ankaray daha kısa ve yapım olanakları daha fazla olan bir sistem olmasına rağmen, ancak 14 aylık bir gecikme ile tamamlanırken; Ankara Metrosunun hizmete açılmasında

planlanan süreden ancak 6 ay gecikme meydana gelmiştir. Ankaray sisteminde meydana gelen bu gecikmenin maliyeti de sistemin olumsuzlukları arasında değerlendirilmelidir.

Diğer yandan sistemlerin maliyetleri de karşılaştırıldığında, Ankaray ile ilgili olarak bazı olumsuzluklar ön plana çıkmaktadır. Ankaray için bir km'lik hattın maliyeti 38 milyon dolar iken, aynı maliyet Ankara Metrosu için 47 milyon dolardır. Ancak raylı sistemlerin olması beklenen maliyetleri dikkate alındığında, hafif raylı sistem için bir km maliyetinin 6-10 milyon dolar, ağır raylı sistem için ise bu maliyetin 20-100 milyon dolar arasında olması gerektiği görülmektedir. Bu bilgilerden hareketle Ankaray sisteminin maliyetini oldukça fazla aştığı ve ağır raylı bir sistemin maliyetine sahip olduğu görülmektedir. Sistem olması gerekenin 4 katı daha fazla maliyete sahiptir. Diğer yandan Ankara Metrosunun maliyeti ortalama bir rakamdır.

Ayrıca Ankarayın taşıt maliyeti 800 000 dolar, Ankara Metrosunun taşıt maliyeti ise 1 000 000 dolardır. Bu rakamlar öngörülen ağır raylı sistem ve hafif raylı sistem taşıt maliyetleri ile tamamıyla aynıdır. Dolayısıyla Ankaray sisteminin çok yüksek seviyede sayılacak maliyetinin, sistemin taşıtları ile de bir ilgisinin olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu da Ankarayın inşaat maliyetlerinin, projelendirme ve diğer giderlerinin olması gerekenin kat kat üstüne çıktığını ortaya koymaktadır.

İki sistemin ekonomikliği ile ilgili olarak kullanılabilir bir başka ölçüt de, bir yolculuk için ortaya çıkan maliyet tutarıdır. Çizelge 7. 3'de görüldüğü üzere Ankarayda bu maliyet 9 875 TL iken, Ankara Metrosunda ise 12 948 TL'dir (1998 yılı için). Bu maliyetlerin hafif raylı sistemlerde 10-15 \$, ağır raylı sistemlerde ise 10-25 \$ olması gerektiği gösterilmiştir. Dolayısıyla Ankarayda ve Ankara Metrosunda bu maliyet olması gereken rakamın oldukça

altında kalmaktadır. Ankarayda bir yolculuğun bir km için maliyeti ortalama 5 \$'dır (1 \$ = 200,000 TL kabul edilmiştir). Ankara Metrosunda ise aynı maliyet 6,5 \$'dır. Bu verilerden hareketle her iki sistemin de yolculuk maliyetlerinin fazlasıyla düşük olduğu, bir başka deyişle sistemlerin yüksek bir performansa sahip oldukları söylenebilir. Bu yargıyı Çizelge 7.3'de yer alan gelir, gider ve kar satırlarından da çıkarsamak mümkündür. Yolculuk maliyetleri olması gerekenden daha düşük olduğu için her iki sistemde kar etmektedir.

Ankaray işletmesinin Ankara Metrosu ile karşılaştırıldığında iki ayrı göze çarpan olumsuz özelliği daha mevcuttur: Bunlardan birincisi, enerji tüketimidir. Hafif raylı ve ağır raylı sistemlerin enerji tüketimleri yaklaşık olarak eşit olmalıdır. Ancak Çizelge 7.3'de Ankaray ve Ankara Metrosunun enerji tüketimleri ile ilgili olarak verilen değerler, Ankarayın enerji tüketiminin, Ankara Metrosunun 2,5 katından daha fazla olduğunu göstermektedir. İkinci olarak Ankaray sisteminde çalışan personel sayısı da daha fazladır. Bu fazlalık da işletmenin maliyetlerini yükseltici etkenlerdendir.

Bununla birlikte hem Ankaray hem de Ankara Metrosu istasyon girişlerinin hantal binalar olarak yapılması da hem maddi külfet olması hem de şehircilik yönünden eleştiriye uğramıştır. Aladağ eleştirisini şu sözcüklerle dile getirmiştir [56]:

“Dünyanın bir çok metropol kentinde çok büyük metroların girişlerine baktığınızda ancak üç kişinin yan yana giriş veya çıkış yapabileceği genişlikte basit birer merdiven, dışardan fark edilmesi için de 2,5 m'lik bir direk üzerinde 'M' harfi olan abartısız bir levha mevcuttur. Bizde ise çok farklı bir durum görülüyor. Örnek olarak; meydan özelliğini ve adını taşıyan bir alandan (Tandoğan) bir parkı ve ortasındaki havuzu kaldırarak iki büyük hantal bina yapıyoruz ve içine metroya inen merdiven oturtuyoruz. Bunun bir benzerini de Bahçelievler'e yerleştiriyoruz. Ya İvedik Durağı olarak inşa ettiğimiz fabrika büyüklüğünde muhteşem (!) binaya ne demeli?...”

### 7.5. İki Sistemin Dünyadaki Diğer Örneklerle Karşılaştırılması

Çizelge 7.4’de elde edilen bulgulardan hareketle Ankaray ve Ankara Metrosunun yolcu doluluk oranlarının dünyanın bir çok kentindeki benzerlerinden çok daha iyi durumda olduğu söylenebilir. Tabi ki bu kıyaslama yapılırken, kentlerin nüfusları, topografik yapıları ve kentsel yapılanma süreçleri gözardı edilmiş; yalnızca bir yılda taşınan yolcu sayıları ve raylı sistemlerinin uzunlukları gözönünde bulundurulmuştur.

Çizelge 7.4’de örneklenen kentsel hafif raylı sistemlerden hiçbirinin doluluk oranı Ankarayın ki kadar yüksek değildir. Bu değerlendirme de daha önce belirtildiği gibi Ankarayın hafif raylı sistemlerin en gelişmiş, en ileri örneklerinden bir tanesi olduğunu kanıtlamaktadır. Diğer yandan Ankara Metro su ise diğer örneklerle karşılaştırıldığında bir çoğundan daha iyi durumda olduğu gözükmektedir. Ancak bazı kentlerdeki ağır raylı sistemlerden daha yüksek doluluk kapasitesine sahip olsa da, Osaka, Hong Kong ve Karakas Metroları ile karşılaştırıldığında yeterli yolcu taşıma oranına sahip olmadığı açıkça ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla Ankara Metro sunun henüz yeterli yolculuk oranına sahip olmadığı söylenebilir.

Çizelge 7.5 çok çarpıcı bir biçimde Ankaray ve Ankara Metro sunun işletme gelirlerinin giderlere oranı ve km-kişi başına gider açısından tüm diğer örneklere üstünlüklerini ortaya koymaktadır. Çizelgede yer alan örnekler arasında Ankaray ve Ankara Metro su dışında toplam geliri toplam giderinden fazla olan başka bir örnek yoktur! Dolayısıyla örnekler arasında kar eden sistemler sadece bu iki sistemdir. Özellikle Ankarayın gelirleri giderlerinin 1,64 katı fazlalıkla kar ederken, bu oran bazı sistemlerde 0,16 kat zararı göstermektedir. Ayrıca tüm sistemler arasında km-kişi başına gider açısından

Çizelge 7.4. Ankaray ve Ankara Metrosunun taşıdıkları yolcu sayısı itibarı ile dünyanın diğer hafif raylı ve ağır raylı sistemleriyle karşılaştırılması [2, 4, 28]

ŞEHİR	TÜR	HAT BOYU (km)	YILLIK TOPLAM YOLCU/KM (milyon)
KARAKAS	ARS	12,3	6,55
SANTIAGO	ARS	25,6	4,25
SAO PAOLO	ARS	25	13,88
BALTIMORE	ARS	12,8	0,60
BERLİN	ARS	100,8	3,45
CALGARY	HRS	12,5	0,90
CHICAGO	ARS	395,8	0,38
HONG KONG	ARS	26,1	15,80
LONDRA	ARS	388	1,45
MONTREAL	ARS	50,3	3,95
NAGOYA	ARS	57,5	5,73
NEW YORK	ARS	370	2,57
OSAKA	ARS	90,9	9,40
SAN DİEGO	HRS	25,6	0,18
SAN FRAN.	ARS	113,6	0,48
BOSTON	HRS	69,5	0,94
MELBOURNE	HRS	220,5	0,63
VİYANA	HRS	9,8	2,78
ANKARA	HRS	8,7	5,88
	ARS	14,6	3,42

da Ankaray ve Ankara Metrosu üstünlük sağlamaktadır. Km-kişi başına gider tutarı 0,049 \$ (US) ile Ankara Metrosu en düşük değere sahiptir. Çizelge 7.5’de de görülebileceği gibi bu değer bazı sistemlerde 10 kat daha fazladır. Dolayısıyla benzerlerinde 10 kat daha yüksek işletme maliyetleri doğabilmesi nedeniyle hem Ankarayın hem de Ankara Metrosunun çok ekonomik işletmeler olduğu öne sürülebilir. Yolculuk bilet fiyatları açısından da Ankaray ve Ankara Metrosu birkaç sistem dışında düşük fiyatlara sahiptir. Bu da yolcuların bu sistemleri tercih etmelerini kolaylaştıracak başlıca etkenler arasında değerlendirilebilir.

Yukarıdaki örneklerde görüldüğü üzere Ankaray ve Ankara Metrosu hem işletmedeki karlılık, hem de km-kışı maliyeti açısından çok olumlu değerlere sahiptirler. Yatırım maliyetlerine gelince, her iki sistemin de taşıt maliyetleri olması gereken seviyededir. Ancak altyapı/inşaat maliyetleri incelediğinde Ankarayın dünyada ve ülkemizdeki benzerlerine oranla çok yüksek bir maliyete sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Öyle ki Ankarayın km maliyeti Ankara Metrosunun da çok üstündedir!

Çizelge 7.5. Ankaray ve Ankara Metrosunun giderler itibarı ile dünyanın diğer hafif raylı ve ağır raylı sistemleriyle karşılaştırılması [2, 4, 28]

ŞEHİR	TÜR	BİLET FİYATI (US \$)	İŞLETME GELİRİ- TOPLAM GİDERE ORANI	KM -KİŞİ BAŞINA GİDER (US \$)
KARAKAS	ARS	0,47	0,35	0,332
SANTIAGO	ARS	0,18	0,26	0,136
SAO PAOLO	ARS	0,07	0,19	0,081
BALTIMORE	ARS	0,75	0,33	2,518
BERLİN	ARS	0,78	0,21	0,228
CALGARY	HRS	0,81	-	0,146
CHICAGO	ARS	0,90	0,16	0,221
HONG KONG	ARS	0,06	0,87	0,049
LONDRA	ARS	0,51	0,40	0,259
MONTREAL	ARS	0,69	0,18	0,141
NAGOYA	ARS	0,72	0,49	0,432
NEW YORK	ARS	0,90	0,20	0,480
OSAKA	ARS	0,72	0,53	0,181
SAN DIEGO	HRS	0,50	0,29	0,524
SAN FRAN.	ARS	0,60	0,17	0,341
ANKARA	ARS	0,40	1,09	0,049
ANKARA	HRS	0,40	1,64	0,064

Örnek olarak Ankaray sistemi San Diego'daki hafifi raylı sistemle karşılaştırılacak olunursa; Ankarayda 1,64 olan işletme gelirinin toplam gidere oranının San Diego HRS'de 0,29 olduğu görülecektir. Bu oranlardan hareketle Ankaray'ın San Diego HRS'den ortalama 5 kat daha fazla bir ekonomik

performans ürettiği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Ankarayın km-kişi maliyeti de San Diego HRS'den yaklaşık 8 kat daha düşüktür. Bu karşılaştırmalar hem Ankarayın hem de Ankara metrosunun dünyadaki diğer örneklerle karşılaştırıldığında ne derece yüksek işletme performansına sahip olduklarını ortaya çıkarmaktadır.



## 8. SONUÇ

Buchanan raporu [11] ile başlayan süreçte, taşıt öncelikli ulaşım planlamalarının sağlıksız ve eşitliğe aykırı olduğu kabul görmüştür. Böylelikle hizmetin yapıldığı kitlelerin memnuniyeti esas alınarak, insana öncelik tanıyacak ulaşım planlamalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Kent merkezlerinde yaşanan trafik sıkışıklığı ve çevresel sorunlar da bu düşünceye eklenince, elektrikli raylı ulaşım sistemleri ön plana çıkmıştır. Temel ölçüt olarak belirli bir güzergahta saatlik yolculuk talebinin 5 binin üzerine çıkması halinde hafif raylı sistem alternatiflerinin, 20 binin üzerinde olması halinde de ağır raylı sistemlerin uygulanabilirliğinin araştırılması gerektiği düşünülmüştür.

Büyük kentlerde hizmete açılan raylı sistemler yüksek standartlarda kaliteli hizmet sunmaktadır. Bununla birlikte çevre ve insan sağlığına olumlu yönde katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde metropol kentlerin bütününde değişik raylı sistem alternatifleri hizmete açılmıştır.

Ankara'da 1972 yılından itibaren yapılan ulaşım planlamaları çalışmalarının bütününde çeşitli raylı sistemler öngörülmüştür. Çeşitli defalar temeli atılan fakat daha sonra inşaatı durdurulan metronun, daha sonra gündeme getirilen Ankaray ile ortak istasyonu olan Kızılay istasyonunun temeli Temmuz 1991'de atılmış; Ankaray 30 Ağustos 1996 tarihinde, Ankara Metrosu da 28 Aralık 1997'de hizmete açılmıştır. Metro 2. aşama olarak öngörülen Kızılay-Söğütözü-Çayyolu güzergahı tehir edilerek, Metro 3. aşama olarak planlanan Batıkent-Sincan güzergahının sözleşmesi 16 Şubat 2001 tarihinde imzalanmıştır. Metro 3'ün inşaatı da Ağustos 2001'de başlamış olup 3 senede bitirilmesi planlanmaktadır..



Ankara'da ulaşım sorunlarına uzun erimli ve sağlıklı çözümler üretilebilmesi için yeni raylı sistemlerin inşa edilmesinin kaçınılmaz olduğu ortadadır.

İşletmeye açılmasının ardından 5 yıl geçen Ankaray ve işletmeye açılmasının ardından 4 yıl geçen Ankara Metrosu sistemlerinin planlanması ve işletme performansları bu çalışma içerisinde değerlendirilmiş, her iki sistem birbiriyle ve dünyadaki diğer örneklerle karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirme ve karşılaştırmaya dayanılarak iki sistem hakkında şunlar söylenebilir:

- 1- Her iki sistem de gerekli/yeterli planlama ve etüt çalışmaları tamamlanmadan inşa edilmiş, özellikle Ankaray, ulaşım planlamalarında önceliği olmayan bir alternatif olarak dururken ön plana çıkarılmıştır. Planlama ve etüt eksiklikleri ya da yanlışları nedeniyle Ankaray'ın inşaat maliyeti fahiş rakamlara ulaşmıştır.
- 2- Ankaray'ın ön plana çıkarılması sebebiyle Keçiören'e yapımı düşünülen ağır raylı sistem ve Etlik'e yapılması düşünülen hafif raylı sistemler gerçekleştirilememiştir. Günümüzde de bu bölgelerin ulaşım sorunlarının çözümü için raylı sistemler gündeme bile getirilmemektedir.
- 3- Ankaray teknolojik özellikleri açısından ileri, gelişmiş bir hafif raylı sistemdir. Özellikle inşaatı ve kapasitesi nedeniyle yarı metro, ya da ön metro olarak tanımlanabilir. Ankara metrosu ise teknolojik özellikleri bakımından ortalama değerlere sahiptir.
- 4- Ankaray taşıdığı yolcu sayısı itibarıyla Ankara Metrosunu yakalamaktadır. Her iki sistemde de saatlik yolcu sayısı yaklaşık 10 bindir [46]. Halbuki Ankara Metrosunun yolcu taşıma kapasitesi Ankaraydan hayli fazladır. Ankara Metrosu ancak % 30 doluluk oranı ile çalışırken, Ankaray % 50 doluluk oranı ile çalışmaktadır. Dolayısıyla Ankaray daha yüksek doluluk oranına sahiptir. Her iki

sistem dünyadaki diğer örneklerle karşılaştırıldığında, olumlu değerlere sahiptir. İleri teknolojiye sahip bir hafif raylı sistem olarak ortaya çıkan Ankaray, dünyadaki diğer hafif raylı sistemlerle karşılaştırıldığında çok yüksek oranda doluluğa sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Ankara Metrosu ise benzerlerine kıyasla yüksek rakamlara sahip olmakla birlikte, yüksek doluluk oranlarına sahip bazı metrolardan çok daha düşük değerlere sahiptir. Bu da temel olarak sistemin doruk saatlerde ve tek yönde dolu olarak çalışmasından kaynaklanmaktadır [58].

- 5- Ankaray planlanan inşaat süresinden ancak 14 ay sonra tamamlanabilmiş, Ankara Metrosu ise 6 aylık bir gecikme ile tamamlanmıştır. Ankarayın km yapım süresi oldukça fazladır. Bu gecikme de çok önemli maliyetler doğurmuştur.
- 6- Her iki sistemin de taşıt maliyetleri olması gereken rakamlardır. Ancak Ankarayın toplam maliyeti dikkate alındığında, bu sistemin projelendirilme, inşaat ve diğer harcamalarının olması gerekenin çok üstüne çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla Ankarayın maliyeti yapılan eleştirileri haklı çıkartacak boyutlarda fazladır [58].
- 7- Bir yolculuk için km maliyeti dikkate alındığında, hem Ankaray hem de Ankara Metrosunun çok düşük maliyetlerle işletildiği ve dünyadaki diğer örneklerle göre çok daha ekonomik oldukları ortaya çıkmaktadır. HRS'de ortalama 10-15\$ olması gereken bir yolculuk maliyeti Ankaray'da ortalama 5 \$'dır. ARS'de ortalama 10-25 \$ olması gereken yolculuk maliyeti Ankara Metrosunda 6,5 \$ civarındadır [46]. Yolculuk maliyetlerinin olması gerekenden çok daha düşük olması nedeniyle her iki sistem de kar etmektedir. Dünyadaki bir çok sistem işletmesinde çok yüksek zararlar söz konusudur. Dolayısıyla sistemlerin karlılığı bu sistemlerin işletme performansının yüksekliği olarak kabul görmelidir. Bir çok gelişmiş kentte zarar etmelerine rağmen, raylı sistemlere

öncelik tanınması, ekonomik özelliklerin yanı sıra, sosyal, çevreyle ilgili ve estetik değerler açısından bu sistemlerin katkılarının ön planda tutulmasından kaynaklanmaktadır.

- 8- Ankaray hem enerji tüketimi hem de çalışan sayısının fazlalığı nedeniyle Ankara Metrosuna oranla daha yüksek işletme giderine sahiptir. Ankarayda km başına harcanan enerji 18,31 kw/saat iken, Ankara Metrosunda 7,54 kw/saattir [46, 53]. Bu da Ankarayın yolculuk-km maliyetinin daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Ancak her iki sistem de dünyada işletme gelirleri işletme giderlerinden daha fazla olan nadir sistemlerdir. İşletme gelirinin toplam gidere oranı Ankara Metrosu'nda 1,09 iken Ankarayda bu oran 1,64'dür. Dünyada diğer örneklerin bütününe yakınında bu oran 1'in altındadır. Bu da diğer örneklerin zarar, Ankaray ve Ankara Metrosunun ise kar ettiklerini gösterir [2, 4, 28].

Sonuç olarak, özellikle Ankarayın planlaması ve etütleri doğru olarak ve zamanında yapılmamıştır. Bununla birlikte bu sistemin inşaat süresi ve inşaat maliyetleri oldukça fazladır. Bu fazlalık ta her hangi bir biçimde açıklanmamıştır. Ankaray ancak % 50, Ankara Metrosu ise ancak % 30 doluluk oranında çalışmasına rağmen, her iki sistem de çeşitli ülkelerde ki diğer örneklerle karşılaştırıldığında yüksek doluluk rakamlarına sahiptir. Buna rağmen bu sistemlerin doluluk oranlarının artırılması için yeni çalışmalar yapılmalıdır. Bu anlamda Ankara Metrosuna yeni otobüs besleme noktaları açılmıştır. Dünyada kar eden raylı sistem örnekleri pek bulunmazken, her iki sistemin de kar ediyor olması çok önemlidir. Dolayısıyla Ankara'da yapılacak olan yeni raylı sistemlerin ulaşım sorunlarının ekonomik olarak çözümlenmesinde büyük katkıları olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Gökdağ, M., 1999, Kentsel ulaşımda karayolu ve raylı taşıma sistemlerinin bazı önemli faktörlere göre karşılaştırılması, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
2. Kaplan, H., 1994, **Kentsel Ulaşım Planlaması I**. Ankara.
3. **Büyük Larousse**, 1986, 'Demiryolu', c.6, Milliyet Yayınları, İstanbul.
4. Coşkun, E., 1978, Kent içi ulaşımda raylı sistemlere toplu bir bakış, **I. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
5. Öncü, E., 1978, Kentsel ulaşımda raylı sistemler, **I. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
6. **Büyük Larousse**, 1986, 'Metro', c.16, Milliyet Yayınları, İstanbul.
7. Türkoğul, A., 1978, Kent içi ulaşım politikalarının değişmesi ve toplu taşımacılık, **I. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
8. Acar, İ. H., 1994, Kent içi trafik sorunlarının hafifletilmesinde güncel yöntemler ve talep yönetimi, **4. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
9. Elker, C., 1999, Çağdaş Ulaşım Politikaları, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
10. Evren, G., 1999, Türkiye ulaştırma politikalarına eleştirel bir bakış, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
11. Kancabaş, E. S., 1998, **Urban Transportation Planning Applications in Developed and Developing Countries, and Analysis of Transportation System in Ankara on the Basis of Rail Transit**, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

## KAYNAKLAR

1. Gökdağ, M., 1999, Kentsel ulaşımında karayolu ve raylı taşıma sistemlerinin bazı önemli faktörlere göre karşılaştırılması, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
2. Kaplan, H., 1994, **Kentsel Ulaşım Planlaması I**. Ankara.
3. **Büyük Larousse**, 1986, 'Demiryolu', c.6, Milliyet Yayınları, İstanbul.
4. Coşkun, E., 1978, Kent içi ulaşımında raylı sistemlere toplu bir bakış, **I. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
5. Öncü, E., 1978, Kentsel ulaşımında raylı sistemler, **I. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
6. **Büyük Larousse**, 1986, 'Metro', c.16, Milliyet Yayınları, İstanbul.
7. Türkoğul, A., 1978, Kent içi ulaşım politikalarının değişmesi ve toplu taşımacılık, **I. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
8. Acar, İ. H., 1994, Kent içi trafik sorunlarının hafifletilmesinde güncel yöntemler ve talep yönetimi, **4. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
9. Elker, C., 1999, Çağdaş Ulaşım Politikaları, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
10. Evren, G., 1999, Türkiye ulaştırma politikalarına eleştirel bir bakış, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
11. Kancabaş, E. S., 1998, **Urban Transportation Planning Applications in Developed and Developing Countries, and Analysis of Transportation System in Ankara on the Basis of Rail Transit**, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

12. Evren, G., 1978, Kentsel ulaşımda raylı sistemler, **I. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Bşyşkşehir Belediyesi EGO Genel Mřdřrlřęř, Ankara.
13. Tşrel, A., 1996, Ulaşım politikalarında dşnşşşmler, **Bilim ve Teknik Dergisi**, No. 349, TşBİTAK, Ankara.
14. Simpson, B. J., 1988, **City Centre Planning and Public Trasport**, Van Nostrand Reinhold Co. Ltd., Cornwall.
15. Gşmşşoğlu, M., 1994, Kent içi raylı taşım sistemleri ve İstanbul Metrosu, **4. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Bşyşkşehir Belediyesi EGO Genel Mřdřrlřęř, Ankara.
16. Elmas, G., Yıldızhan, B., 1999, Tşrkiye'de ulaşım politikaları ve trafik kazalarının ekonomik analizi, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mşhendisleri Odası Yayını, Ankara.
17. Okçuoğlu, İ., 1996, **Tşrkiye'de Kapitalizmin Gelişmesi**, Varyans Yayınları, İstanbul.
18. Başol, K., 1983, **Tşrkiye Ekonomisi**, Dokuz Eylşlş Üniversitesi, No: 2, İzmir.
19. Kepenek, Y., 1987, **Tşrkiye Ekonomisi**, 1.Basım, Teori Yayınları, Ankara.
20. Akçay, O., 1998, **Trafik Hukuku ve Yşnetimi**, 3. Basım, Ankara.
21. Evren, G., 1999, Tşrkiye'de kentsel ulaştırma politikalarının gereği, **Kent İçi Ulaşımda Raylı Sistemler Sempozyumu Bildirileri**, TMMOB Makine Mşhendisleri Odası Yayını, Eskişehir.
22. Wright, A. A., 1993, **Public Trasport in Third World Cities**, HMSO Publications, London.
23. Frekans Araştırma Saha ve Bilgişilem Hizmetleri Ltd. şti. Web Sayfası: [http:// www.frekans.com.tr](http://www.frekans.com.tr)
24. World Bank, 1986, **Urban Transport: A World Bank Policy Paper**, Washington DC.

25. Tellan, T., 1999, Kentsel ulaşımın yeni dinamikleri, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
26. Güven, H.S., 1982, **Türkiye’de Ulaşım Sistemi ve Karayolları Ulaşım Kooperatifleri**, TODAİE Yayınları, Ankara.
27. Vuchic, V. R., 1981, **Urban Public Transportation: Systems and Technology**, Prentice Hall, London.
28. Armstrong, A., 1988, **Urban Transit Systems: Guidelines For Examining Options**, World Bank Technical Paper Number 52, Washington DC.
29. **Büyük Larousse**, 1986, ‘Trolleybüs’, c.22, Milliyet Yayınları, İstanbul.
30. Kılınçaslan, T. İ., 1992, Raylı taşıt sistemleri ve İstanbul ulaşımında gelişmeler, **İstanbul II. Kent İçi Ulaşım Kongresi**, İnşaat Mühendisleri Odası Yayını, İstanbul.
31. Alpöge, A., 1978, Kentsel raylı taşıma: metro, tramvay, hafif metro, **I. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
32. Toprak, R., 1999, Şehir İçi Raylı Ulaşım Sistemleri, **Trafik: Gazi Üniversitesi Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalı Bülteni**, Sayı 13, Ankara.
33. Elker, C., 1978, Kentsel ulaşım sistemlerinin özellikleri: bir karşılaştırma, **I. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
34. Gökdağ, M., 1999, Kentsel ulaşımında karayolu ve raylı taşıma sistemlerinin bazı önemli faktörlere göre karşılaştırılması, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
35. Toprak, R., 2000, Raylı ulaşım sistemlerinin çevresel etkileri, **Trafik: Gazi Üniversitesi Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalı Bülteni**, Sayı 15, Ankara.
36. Öncü, E., 1999, Kentlerimizde raylı sistemlere geçilme koşulları, **Kent İçi Ulaşımında Raylı Sistemler Sempozyumu Bildirileri**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Eskişehir.

37. Alaybeyoğlu, Y., 1979, Kent imar planı hazırlama aşamasında kent içi ulaşım ve toplu taşıma planlama çalışmaları ile ilgili diğer sorunların bir örnek yardımı ile anlatımı, **II. Toplu Taşıma Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
38. Department of Transportation, Urban Mass Transportation Administration Office of Policy and Programme Development, 1976, **Light Rail Transit**, Washington DC.
39. Varlıtoprak, Ç. ve Uluçaylı, M., 1992, Gürültü kirliliğinin kontrolü ve gürültü perdeleri, **II. Kent İçi Ulaşım Kongresi Bildiriler Kitabı**, İstanbul.
40. Erel, G. K. ve Zengin, B., 1999, Raylı taşıt sistemlerinin çevre değerlerine olumlu etkileri, **Kent İçi Ulaşımında Raylı Sistemler Sempozyumu Bildirileri**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Eskişehir.
41. Kesici, İ. ve Yener, C., 1979, Ulaştırma ekonomisi açısından demiryolları, **I. Ulusal Demiryolu Kongresi**, Ankara.
42. Ural, A., 1991, **Modern Elektrikli Ulaşım Sistemleri**, Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Kocaeli.
43. Ural, A., 1999, Elektrikli toplu taşımanın önemi ve ülke ekonomisine olan büyük katkıları, **II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
44. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 1999, **EGO Yolcu Taşımacılığı**, Yayın No: UPRSD-31, Ankara.
45. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 1995, **Ankara Ulaşım Ana Planı: Araştırma Raporu**, Ankara.
46. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü Web Sayfası : [http:// www.ego.gov.tr](http://www.ego.gov.tr)
47. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 2000, Brifingler dosyası, **Brifing CD'si**, Ankara.
48. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 1987, **Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması: 5 Ulaşım Ana Planı**, Ankara.



49. Altınöz, C. C., 1994, Ankara kent içi ulaşımında otobüs işletmeciliği ve raylı sistem projeleri, **4. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
50. Kitapçı, V. S., 1994, Türkiye’de toplu taşım sorunlar, değerlendirmeler, öneriler, **4. Toplu Taşım Kongresi**, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, Ankara.
51. “Panel: Ankara Kentiçi Ulaşımının Dünü, Bugünü, Yarını”, 1997, **Trafik: Gazi Üniversitesi Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalı Bülteni**, Özel Sayı, Ankara.
52. Karakuş, N., 1995, **Toplu Taşım Sistemlerinin (Metro vb.) Planlanmasında Güzergah Etütlerinin Önemi**, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
53. Gedizlioğlu, E., Öğüt, K. S., 1999, Türkiye’de kent içi raylı ulaşım sistemleri, **Kent İçi Ulaşımında Raylı Sistemler Sempozyumu Bildirileri**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Eskişehir.
54. Erel, G. K., 1999, Kent içi ulaşım planlamasında ve raylı sistem seçiminde gözden kaçan önemli konular, **Kent İçi Ulaşımında Raylı Sistemler Sempozyumu Bildirileri**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Eskişehir.
55. “Public Transport” Contributed by Peter White, 1998, **Encarta 98 Encyclopedia on CD. Disc 2**, Microsoft Corporation.
56. Aladağ, A. A., 1999, Kent içi raylı sistem planlamasında küçük detaylar, **Kent İçi Ulaşımında Raylı Sistemler Sempozyumu Bildirileri**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Eskişehir.
57. Aktürk, N. ve Toprak, R., 2001, Şehir içi raylı ulaşım sistemlerinin Ankara’daki uygulamaları, **Ankara’da Kentleşme ve Yerel Yönetimler Sempozyumu**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Ankara.
58. Türkmen, M., 2000, Kentsel elektrik raylı sistemlerin tanımlanması sınıflandırılması ve Ankaray ile Ankara Metrosunun çeşitli açılardan karşılaştırılması, **Trafik Sempozyumu**, Samsun.

## EK 1

## RAYLI SİSTEMLERİN SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ural [42], raylı sistemlerin seçiminde kullanılmak üzere belirlenmiş temel ölçütlerin tanımlarını ve nasıl elde edildiklerini ortaya koymuştur:

1.  $V_s$  (km/h), taşıtın seyir hızı:

Bir yol parçası için :

$V_s = 60 \cdot L_h / t_s$  (km/h)  $L_h$ ; yol parçası uzunluğu,  $t_s$ ; seyahat zamanıdır.

2.  $Z$  (kp); taşıtın tahrik düz. cer kuvveti:

$Z = \mu \cdot G_{dingil}$  (kp) ile verilir. Taşıtın hareketi için gerekli olan kuvvettir ve tahrik dingilinde üretilir.

Burada,  $\mu$  : tekerlekle ray arasındaki sürtünme katsayısıdır.  $G_{dingil}$  ise taşıtın dingil ağırlığıdır.

3.  $H_o$  (km); ortalama duraklar arası mesafe:

Güzergah uzunluğunun istasyon sayısına bölünmesi ile elde edilir.

$H_o = \Sigma h_o / n_h$  (m) Formülde  $h_o$ ; bir hatta özgü ortalama duraklar arası mesafe,  $n_h$  ise hat sayısıdır.

Kent içinde : 250-550 m

Kent dışında : 550-750 m

Kentin en dış bölg. : 750 -1 500 m

Metro : 500-1 200 m

Banliyö : 2 500-3 000 m

4.  $Y_s$  (km/km<sup>2</sup>); şebeke yoğunluğu:

Yolun km olarak uzunluğunun trafiğin olduğu bölgenin yüzölçümüne olan oranıdır.

$Y_s = \text{yol uzunl. (km)} / \text{bölge yüzölç. (km}^2\text{)}$

$Y_s$  ; 1 km'de kent merkezindeki caddelerde 14-16 (1/km), kentin dışındaki bölgelerde 3-5 (1/km) ve kentteki otobüs yollarında 1-3 (1/km) arasındadır.

5.  $Y_{tr}$  (1/km); trafik yoğunluğu:

Hareket sayısının hat uzunluğuna bölümüdür.

$Y_{tr} = \text{hareket sayısı} / \text{hat uzunl. (1/km)}$

Bu büyüklük trafik taşıtının cinsini belirlemek için en iyi çıkış büyüklüğüdür.

Taşıtlar :

Kent içi hızlı taşıtlar > 10 000

Kent dışı taşıtlar > 5 000

Kent içi taşıtlar > 3 000

6.  $I_{tr}$  (kg); trafik akımı:

Taşıtların işlediği hatlarda seyahat edenlerin sayısıdır. Trafik örümceği adını alır ve kentin dışı bölgelerinden merkezine doğru büyür. Birim olarak kg alınabilir.

7.  $T_{te}$  (sene); tesisin ömrü:

İncelenen kent ulaşım sistemine ait tüm tesislerin ortalama dayanma süreleridir, ömürleridir.

8.  $t_{dks}$  (h); taşıtın devrede kalma süresi:

Kent ulaşım sistemini oluşturan taşıtın belli bir zaman diliminde (1 hafta, 1 ay, 1 yıl gibi) işletmede kaldığı süredir. Örneğin günde 18 saat devrede kalma gibi.

9.  $N_0$  (kw/t); ağırlık birimi başına elektrik gücü:

Taşıta gerekli enerjinin taşıtın ağırlığına bölümünden elde edilir.

10.  $t_a$ (sene); taşıtın ömrü:

İşletmede ne kadar bir süre, öngörülen verimle çalıştığı yani teknolojik ömürdür.

11.  $f_{eg}$  (km.sene); en çabuk gitme faktörü:

Kent ulaşım sisteminde, yılda ne kadar km'lik bir yol gidildiğini göstermektedir. Belli bir değere ne kadar sürede daha çabuk gidildiğini gösterir.  $10^6$  km'ye kaç senede gidildiği gibi.

Her sene gidilen km.sene : A

2 sene için --- - 2 sene : A olabilir.

12.  $y_k$ ; yer kullanma faktörü:

$l_{ta}$  (km) : gidilen taşıt km

$n_{yo}$  (adet): taşınan yolcu sayısı

$b_{yo}$  (1/km) : gidilen taşıt km başına yolcu sayısı

$n_{ye}$  (adet): bir taşıttaki ortalama yer sayısı

$l_{yo}$  (km) : bir yolcunun seyahat ettiği ortalama uzunluk.

Bir taşıta düşen ortalama yolcu sayısı  $c_{yo}/n_{ye}$

$Y_k = n_{yo} \cdot l_{yo} / t_a \cdot n_{ya} = b_{yo} \cdot l_{yo} / n_{ye} = \text{bir taşıta ort. yolcu} / \text{bir taşıttaki ort. yer sayısı}$

13.  $t_{ya+fi}(s)$ ; yol alma ve frenleme zamanları toplamı:

Bu değer yolcuyu rahatsız etmeyecek ve güveneyi sağlayacak bir oranda olmalıdır.

14. W (kp); mukavim kuvvetler:

Taşıttın hareketine etki eden kuvvetlerdir.

15.  $G_t(t)$ ; taşıt ağırlığı:

Taşıttın toplam ağırlığını ifade eder.

16.  $t_k$  (sene); tesisin yapım süresi:

Kent ulaşım sisteminin kurulup, işletilmeye açılması gerekli olan zamandır.

Akım için 1 metroda 1 sene ise, 15 km'lik yol için aynı ekiple 15 senedir.

17.  $A_0$  (wh/t.km); özgül elektrik enerjisi tüketim miktarı:

Kent taşıtlarında;

Tramvay : 50..70

Trolleybüs : 100..120

Hızlı kent taşıtları : 40..60

Yer altı (metro) : 50..100

18.  $f_{yk}$  ( $m^2$ ); yol yüzeyi kaplama faktörü:

Bu yüzey zahiri  $L_t$  uzunluğuyla taşıtın genişliğinin çarpımına eşittir.

$L_t$  (m) : taşıt için gerekli uzunluk (emniyet payı da dahil)

$F_g$  ( $m^2$ ) : göz önüne alınan yüzey

$f_{yk}$  ( $m^2$ ): oturlan faydalı yer başına düşen yüzey

Bir açıklamaya göre:

Örneğin; İstanbul'da 6 vagonluk bir metro 1 defada 1 200 yolcu taşır.

Yaklaşık aynı miktar yolcu taşımak için 15 otobüs veya 240 dolmuş gerekir.

1 200 yolcu için otobüsler yaklaşık  $400 m^2$ , dolmuşlar  $3 000 m^2$ 'lik bir trafik şeridini kaplar.

## ÖZGEÇMİŞ

Mutlu TÜRKMEN, 1973 yılında Gümüşhane'nin Şiran İlçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini sırasıyla; Ankara Karşıyaka Oğuzlar İlkokulu, Ankara Özel Yükseliş Lisesi Orta Kısım ve Ankara Yenimahalle Mustafa Kemal Lisesinde tamamladı. 1992'de girdiği Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi İngiliz Dili ve Edebiyatı Bölümünden 1997 yılında mezun oldu. 1999 Yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.

1999-2000 Yıllarında EGO'da basın danışmanı olarak görev yaptı. Halen Taekwondo ve Badminton Antrenörlüğü yapan Türkmen, Taekwondo sporcusu olarak yurt içi ve yurt dışı turnuvalara katılarak çeşitli dereceler elde etti. Evli ve 4 yaşında bir erkek çocuk babasıdır.