

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RAYLI SİSTEM PROJELERİNDE FİZİBİLİTE  
RAPORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yusufcan AYAN**

**Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Raylı Sistemler Mühendisliği Programı**

**EYLÜL 2018**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RAYLI SİSTEM PROJELERİNDE FİZİBİLİTE  
RAPORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yusufcan AYAN  
526141021**

**Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Raylı Sistemler Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Pelin ALPKÖKİN**

**EYLÜL 2018**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 526141021 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Yusufcan AYAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “RAYLI SİSTEM PROJELERİNDE FİZİBİLİTE RAPORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Dr. Öğretim Üyesi Pelin ALPKÖKİN**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Zübeyde Öztürk**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Dr. Öğretim Üyesi Ali Sercan Kesten**  
Işık Üniversitesi

**Teslim Tarihi** : **03.09.2018**  
**Savunma Tarihi** : **06.09.2018**





*Aileme,*





## ÖNSÖZ

Günümüzde, özkaynakların toplum ve yatırımcı yararına en verimli şekilde kullanılması gerekliliği, ortaya konan projenin ekonomik ve çevresel anlamda sürdürülebilir olması zorunluluğu, karar verme aşamasını çok daha kritik hale getirmiştir. Bu yüzden yatırımcı gözünden bir projeye bakıldığında, bir projenin uygulama ve işletme sürecinin hassas ve detaylı bir şekilde öngörülmesi oldukça önemlidir. Özellikle ulaştırma projeleri gibi kamu yararının yoğun olarak gözetildiği projeler söz konusu olduğunda karar verme sürecinde fizibilite raporları karar vericiler açısından önemli bir kaynaktır. Bu tez kapsamında, raylı sistem projeleri özelinde, etkili, hassas ve güvenilir bir fizibilite raporunun hazırlanma sürecinin nasıl olması gerektiği araştırılmış, proje için önemi tartışılmış ve bu konu ile ilgili bazı öneriler sunulmuştur.

Bu süreçte konu ile ilgili derin birikimi ve tecrübesi ile beni yönlendiren, değerli görüş ve katkılarını benden esirgemeyen sayın danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Pelin ALPKÖKİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezim ile ilgili kaynak toplama sürecinde bana yardımcı olan İzmir Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistem Şube Müdürü Mustafa KAPCI'ya, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avrupa Yakası Raylı Sistemler Müdürü Hasan PEZÜK'e, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Modernizasyon Dairesi Şefi Abdullah ÇORAK'a, Kabataş-Mahmutbey şantiyesi Proje Müdür Yardımcı Kaan YILMAZ'a, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Ulaştırma Dairesine teşekkür ederim.

Başta Carolin Elfriede Lydia KOCH olmak üzere tüm arkadaşlarıma bana verdikleri destek için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, her zaman yanımda olan ve benden hiçbir desteği esirgemeyen babam Kenan AYAN, annem Sulbiye İnci AYAN ve ablam Merve AYAN'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

MAYIS 2018

Yusufcan AYAN  
(İnşaat Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xiii
SEMBOLLER .....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY .....	xxiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı .....	1
<b>2. FİZİBİLİTE RAPORU VE PROJE İLİŞKİSİ .....</b>	<b>5</b>
2.1 Literatür Taraması .....	5
2.2 Fizibilite Raporu Nedir? .....	6
2.3 Fizibilite Raporunun Gerekli Olduğu Durumlar .....	7
2.4 Proje Kavramı ve Proje Aşamaları .....	8
2.5 Fizibilite Raporlarında Projeli Durum ile Projesiz Durumun Karşılaştırma Senaryoları .....	9
<b>3. FİZİBİLİTE RAPORLARINDA KULLANILAN MATEMATİKSEL YÖNTEMLER VE BAZI KAVRAMLAR .....</b>	<b>11</b>
3.1 Fırsat Maliyeti .....	11
3.2 İskonto Oranı .....	11
3.2.1 Finansal iskonto oranı .....	11
3.2.2 Sosyal iskonto oranı .....	12
3.3 Paranın Zaman Değeri.....	13
3.4 Net Bugünkü Değer.....	13
3.5 Fayda – Maliyet Oranı.....	14
3.6 İç Karlılık Oranı .....	14
3.7 Duyarlılık Analizi.....	15
<b>4. FİZİBİLİTE RAPORUNDA YER ALMASI GEREKEN BÖLÜMLER .....</b>	<b>17</b>
4.1 Bölgesel Şartların Tanımı.....	17
4.2 Hedeflerin Tanımı .....	18
4.3 Projenin Tanımı.....	18
4.4 Teknik Fizibilite ve Çevresel Sürdürülebilirlik.....	18
4.4.1 Talep analizi.....	18
4.4.2 Seçenek analizi.....	18
4.4.3 Çevresel ve iklimsel raporlar .....	19
4.4.4 Teknik tasarım, proje maliyeti ve uygulama takvimi .....	19
4.5 Finansal Fizibilite.....	19
4.5.1 Yöntem.....	20
4.5.2 Yatırım maliyeti, yenileme maliyeti, kalıntı değer .....	20

4.5.3 İşletme maliyeti ve gelirler.....	21
4.5.4 Finansal kaynakların belirtilmesi .....	21
4.5.5 Finansal karlılık.....	21
4.5.5.1 Yatırımın karlılığı.....	22
4.5.5.2 Sermayenin karlılığı .....	22
4.5.6 Finansal sürdürülebilirlik .....	22
4.5.7 Kamu – Özel ortaklığı içeren projelerde finansal analiz.....	22
4.6 Ekonomik Fizibilite .....	23
4.6.1 Mali düzenlemeler.....	23
4.6.2 Gölge fiyatlandırma.....	24
4.6.2.1 Gölge fiyat hesaplanmasında kullanılan ampirik yaklaşımlar .....	24
4.6.3 Ekonomik analiz.....	27
4.7 Risk Analizi .....	27
<b>5. ULAŞTIRMA PROJELERİ İÇİN FİZİBİLİTE RAPORLARI .....</b>	<b>29</b>
5.1 Bölgesel Şartların Tanımı.....	29
5.2 Hedeflerin Tanımı .....	30
5.3 Projenin Tanımı .....	30
5.4 Trafik Hacim Tahminleri.....	31
5.4.1 Talep analizini etkileyen etmenler .....	31
5.4.2 Yöntem ve girdiler .....	32
5.4.3 Trafik tahmini çıktıları .....	32
5.5 Finansal Fizibilite .....	33
5.5.1 Yatırım maliyeti .....	33
5.5.2 İşletme ve bakım maliyetleri .....	34
5.5.3 Gelirler .....	34
5.6 Ekonomik Fizibilite .....	36
5.6.1 Yolculuk süresi.....	37
5.6.1.1 Yolcu yolculuk sürelerinde azalma .....	37
5.6.1.2 Yük taşımacılığında yolculuk sürelerinin azalması .....	38
5.6.1.3 Hesaplanan zaman değerlerinin kullanılması.....	38
5.6.2 Karayolu araç kullanım maliyeti .....	39
5.6.2.1 Karayolu araç kullanım maliyetinin hesaplanması .....	39
5.6.3 Hizmet operatörleri için işletme maliyeti.....	39
5.6.4 Kaza maliyeti.....	39
5.6.5 Gürültü .....	40
5.6.6 Hava kirliliği .....	41
5.6.7 İklim değişikliği .....	41
5.7 Risk Analizi .....	41
<b>6. RAYLI SİSTEM PROJELERİNDE FİZİBİLİTE RAPORLARI .....</b>	<b>43</b>
6.1 Raylı Sistem Projelerinde Finansal Fizibilite .....	43
6.1.1 Raylı sistem projeleri yatırım maliyeti.....	43
6.1.1.1 Yapım maliyetleri.....	43
6.1.1.2 Araç maliyetleri.....	44
6.1.2 Raylı sistem projeleri işletme ve bakım maliyeti .....	44
6.1.3 Gelirler .....	45
6.2 Raylı Sistem Projelerinde Ekonomik Fizibilite.....	45
6.2.1 Yolculuk zaman değeri.....	45
6.2.2 Araç kullanım maliyetleri.....	45
6.2.3 Çevresel dışsallıklar .....	46

<b>7. RAYLI SİSTEM PROJELERİ İÇİN YAPILMIŞ FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI .....</b>	<b>47</b>
7.1 Karşılaştırılan Fizibilite Raporlarında Trafik Hacim Tahminlerinin Mevcut Verilerle Karşılaştırılması .....	58
7.2 Karşılaştırılan Fizibilite Çalışmalarında Kullanılan İskonto Oranları .....	58
7.3 Karşılaştırılan Fizibilite Çalışmalarında Finansal Fizibilite.....	60
7.3.1 Yatırım maliyeti .....	60
7.3.1.1 Yapım maliyeti.....	60
7.3.1.2 Araç maliyetleri.....	64
7.3.1.3 Toplam maliyet .....	65
7.3.2 İşletme ve bakım maliyetleri.....	66
7.3.3 Gelirler .....	67
7.3.4 Finansal fizibilitede hesaplanan net bugünkü değer, iç verimlilik oranı ..	68
7.3.5 Finansal duyarlılık analizi .....	69
7.4 Karşılaştırılan Fizibilite Çalışmalarında Ekonomik Fizibilite .....	71
7.4.1 Araç işletme ve yatırım maliyetlerinde azalma.....	71
7.4.2 Karayolu – Demiryolu bakım ve kaza maliyetlerinde azalma .....	72
7.4.3 Yolculuk zaman maliyetleri .....	73
7.4.4 Çevresel etki.....	75
7.4.5 Faydaların yüzdelerle dağılımı .....	75
7.4.6 Ekonomik net bugünkü değer ve iç verimlilik oranı.....	77
7.4.7 Ekonomik duyarlılık analizi.....	78
<b>8. SONUÇ.....</b>	<b>81</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>89</b>



## **KISALTMALAR**

<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>EIRR</b>	: Economic Internal Rate of Return
<b>ENBD</b>	: Ekonomik Net Bugünkü Değer
<b>FIRR</b>	: Financial Rate of Return
<b>FNBD</b>	: Finansal Net Bugünkü Değer
<b>İKZ</b>	: Irmak – Karabük – Zonguldak Demiryolu Hattı Projesi
<b>IRR</b>	: Internal Rate of Return
<b>İVO</b>	: İç Verimlilik Oranı
<b>NBD</b>	: Net Bugünkü Değer
<b>OECD</b>	: Organisation for Economic Co-Operation and Development
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>WTA</b>	: Willingness to Accept
<b>WTP</b>	: Willingness to Pay





## SEMBOLLER

<b>\$</b>	: Amerikan Doları
<b>¤</b>	: Döviz Cinsi
<b>€</b>	: Euro
<b>B<sub>n</sub></b>	: n yılındaki fayda
<b>C<sub>n</sub></b>	: n yılındaki maliyet
<b>H</b>	: Kalıntı değer
<b>i</b>	: İskonto oranı
<b>k</b>	: Nominal iskonto oranı
<b>K<sub>v</sub></b>	: Standart gölge fiyat dönüştürme faktörü
<b>m</b>	: Yatırımın tamamlanma süresi
<b>n</b>	: Zaman (Yıl)
<b>p</b>	: Fiyat artış oranı
<b>P<sub>0</sub></b>	: n sene sonundaki paranın bugünkü değeri
<b>P<sub>n</sub></b>	: n yılındaki para
<b>R</b>	: Fayda – Maliyet oranı
<b>t</b>	: Piyasa değeri
<b>v</b>	: Gölge Fiyat



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 : Ülkelere göre İskonto Oranları.....	12
Çizelge 4.1 : Önerilen proje kullanım süreleri.....	20
Çizelge 5.1 : Bölgesel Şartlar. ....	29
Çizelge 5.2 : Gelir tipleri listesi.....	35
Çizelge 5.3 : Fiyatlandırma Yöntemleri. ....	37
Çizelge 5.4 : Riskler. ....	42
Çizelge 7.1 : Karşılaştırılan Fizibilite Raporlarına ait Bazı Özellikler.....	57
Çizelge 7.2 : Fizibilite Raporlarında Kullanılan İskonto Oranları. ....	58
Çizelge 7.3 : Yapım Maliyet Çizelgesi.....	61
Çizelge 7.4 : Birim İstasyon Maliyetleri.....	63
Çizelge 7.5 : Toplam Yapım Maliyeti Yüzdeleri. ....	63
Çizelge 7.6 : Araç Birim ve Toplam Maliyetleri. ....	64
Çizelge 7.7 : Proje Toplam Yatırım Maliyeti ve Yüzdeler.....	65
Çizelge 7.8 : İşletme ve Bakım Birim Maliyetleri.....	66
Çizelge 7.9 : Gelirler.....	67
Çizelge 7.10 : FNBD, İVO ve Fayda-Maliyet Oranı Çizelgesi. ....	68
Çizelge 7.11 : Bilet Fiyatlarının Finansal Fizibiliteye Etkisi. ....	70
Çizelge 7.12 : Trafik Hacminin Finansal Fizibiliteye Etkisi. ....	70
Çizelge 7.13 : Araç İşletme Maliyetleri.....	71
Çizelge 7.14 : Karayolu Bakım Maliyetleri.....	72
Çizelge 7.15 : Zamanın Değeri Çizelgesi. ....	73
Çizelge 7.16 : Çevresel Etki Maliyetleri.....	75
Çizelge 7.17 : Faydaların Yüzdelik Dağılımı. ....	76
Çizelge 7.18 : ENBD, İVO ve FMO .....	77
Çizelge 7.19 : Talep Tahmini Duyarlılık Analizi. ....	78
Çizelge 7.20 : İnşaat Maliyeti Duyarlılık Analizi.....	79
Çizelge 7.21 : Zaman Değeri Duyarlılık Analizi.....	79



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 7. 1 : 4. Levent – Hacıosman Metro Hattı Güzergâhı .....	47
Şekil 7. 2 : Anafartalar – YHT – Talas Tramvay Hattı Güzergâhı.....	49
Şekil 7. 3 : İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı Güzergâhı.....	49
Şekil 7. 4 : Kabataş – Mahmutbey Metro Hattı Güzergâhı .....	50
Şekil 7. 5 : Kadıköy – Kartal Metro Hattı Projesi Güzergâhı.....	51
Şekil 7. 6 : Karşıyaka Tramvayı Projesi Güzergâhı.....	52
Şekil 7. 7 : Kaynarca Merkez – Pendik – Tuzla Metro Hattı Projesi .....	53
Şekil 7. 8 : Marmaray Projesi Hat Yapısı .....	54
Şekil 7. 9 : Marmaray Projesi Güzergâhı.....	54
Şekil 7. 10 : İKZ Hattı Güzergâhı.....	55
Şekil 7. 11 : Ankara – İstanbul YHT Hattı Güzergâhı .....	56
Şekil 7. 12 : Üsküdar- Ümraniye Metro Hattı Projesi Güzergâhı .....	57



## RAYLI SİSTEM PROJELERİNDE FİZİBİLİTE RAPORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

### ÖZET

Ulaştırma projeleri, ülkelerin ekonomik, sosyal ve politik yapılarına doğrudan etki eden yapılardır. Bir ülkenin gelişmişliğinin bir göstergesi olan güçlü ulaşım ağı, farklı ulaşım sistemlerinin birbirleriyle entegre bir şekilde çalışmasını gerektirir. Bu entegrasyon, ulaşım ağı içerisinde ki en ufak birimden genele doğru dengeli bir biçimde yayılmalıdır. Raylı sistemler de bu ağ içerisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Çevreye duyarlı, hızlı, güvenilir, kaza riski düşük raylı sistem projeleri, her zaman olduğu gibi günümüzde de oldukça rağbet gören ulaşım projeleridir. Hızlı gelişen teknolojiye gösterdiği duyarlılık ile ileride de aynı ilgiyi göreceği bir gerçektir. Şehirlerarası yük ve yolcu taşımacılığında yüksek performansı ve şehir içi taşımacılığında, konfor ile birlikte yolculuk sürelerini kısaltarak ekonomiye yaptığı katkı göz önüne alındığında ulaşım yatırımları arasında öne çıkması şaşırtıcı değildir.

Yatırım maliyetleri, diğer ulaşım projelerine oranla yüksek gibi görünen raylı sistem projeleri, iyi bir planlama, bölgesel şartları ve talebi iyi analiz etmek suretiyle ülke ekonomisine büyük katkılarda bulunabilir. İşte bu noktada devreye giren fizibilite raporları, doğru yatırımı yapmak adına en iyi yol göstericidir. Planlanmakta olan bir raylı sistem projesi için karar verici kurum ve eğer varsa bu yatırıma ödenek sağlayacak organizasyon ve bankalar için fizibilite raporları olmazsa olmaz çalışmalarıdır. Bu tez, raylı sistem projeleri için hazırlanan fizibilite raporlarının kritik noktalarını anlamak için hazırlanmış bir çalışmadır.

Bu tez kapsamında raylı sistem projeleri için hazırlanacak olan fizibilite raporlarının bir proje için önemine değinilmiş, çeşitli kaynaklar incelenerek hangi kısımlardan oluşması gerektiği, hangi verilerin, hangi matematiksel yöntemlerle yorumlanması gerektiğine dair bir araştırma yapılmıştır. Bu konuyla ilgili yazılmış kitaplar haricinde, projelere kaynak sağlayan organizasyon ve bankaların hazırladıkları fizibilite raporu hazırlama rehberleri incelenmiş olup ekonomik ve mali fizibilite için hangi parametrelerin önemli olduğunu belirlemeye ve bu parametrelerin fizibilite raporları içerisinde nasıl sağlıklı bir şekilde kullanılabileceği araştırılmıştır. Daha sonra bu bilgiler ışığında, Türkiye’de daha önce çeşitli raylı sistem projeleri üzerine yapılmış olan fizibilite raporlarından bazıları toplanıp, incelenmiş, içerdikleri veriler birbirleriyle kıyaslanmış ve bu kıyas sonucu hangi parametrelerin sonuca daha çok etkisi olduğu incelenmiştir.





# **EVALUATION OF FEASIBILITY REPORTS ON RAILWAY SYSTEMS**

## **SUMMARY**

Transportation projects are the constructions which will affect countries economic, social and political structures directly. Strong network and connectivity of different transportation systems is the proof of the developed countries. This integration and connectivity must be equally distributed from start to the end in these transportation systems. Railway Systems also took an important place in this network and structures.

Nature friendly, quick, safe and accident minimized railway system projects are one of the most efficient and preferred transportation projects in the present day. We can also say that it will get the similar importance in the future because of the correlation with the technology. The performance that shows as an intercity passenger and cargo carrier, railway system always be one of the most preferable way. Also in the cities, it makes a lot of difference by making transportation comfortable and less time consuming for the people. Therefore, it is easy to see the reason why it is the most popular among transportation development investments.

It is possible to say that railway projects are slightly expensive than other transportation projects but with a proper plan, analyzing the area and the demand, these projects will bring more benefit than expected in long run to regions social, economic and political structure. Within this point feasibility studies will play a big role for to be able to make the correct investment.

Within this thesis;

- importance of the feasibility studies for a project,
- chapters of the project,
- the data which will be analyzed by mathematical methods,
- how to evaluate and analyze the conclusion of the study,

The information, suggestions and analyze given for above subject and also highlighted the parameters for economic and financial feasibility studies.

Also, you can find the collection of some example feasibility studies in Turkey which created earlier. The studies analyzed and stated the parameters affecting conclusion the most.

After the first chapter where it is explained the purpose of the thesis and the sources that have been used for the thesis, the second chapter gives a brief information on the definition and philosophy of feasibility reports, where and why feasibility reports are needed. It is also explained what project means for feasibility reports and the stages of projects. Scenarios -with or without projects- are vital for feasibility reports. The choice of scenario can change the way of conducting a feasibility report entirely. Therefore, it is explained how to choose the scenario for a feasibility report and how to conduct it according to the chosen scenario or scenarios.

The following chapter introduces and explains the mathematical formulas and the concepts such as opportunity cost, willingness to pay, discount rate, net present value, cost-benefit ratio, internal rate of return, sensitivity analysis et cetera. Opportunity cost is a strong concept in a feasibility report which lets to compare a project or projects according to the choice of the scenario and the mathematical equations gives the data for it. In this chapter, it is also explained how to determine the financial and social discount rate which is critical for calculating the net present value. Some of mathematical equations, which introduced in chapter three, are tools to interpret the result such as sensitivity analysis.

The chapter four of the thesis gives us an overview of a feasibility report. Sections which a feasibility report should include are listed in this chapter. Description of the context is the first part of a feasibility report. In this part, description of social, economic, political and institutional contexts are given. Description of the context is followed by definition of objectives which is the part defines needs and requirements according to the social and economic context and out of these objectives project should be identified. Therefore, the next step of a feasibility report is identification of the project in details and show how it fulfills everything which has been define in the preceding part. This part leads us to technical feasibility and environmental sustainability part where demand analysis, option analysis, environmental and climate reports, technical design, project total cost estimations and implementation schedule take part. Demand analysis is really important for the next chapters of the feasibility report because all of the calculation will be done according to the demand analysis. That is why demand analysis should be done correctly and precisely. If there is not a precise demand analysis in that section the rest of the feasibility report will not lead us to right decisions. Demand analysis affects cost and revenue estimations. Option analysis is the part that comparison of projects are given according to scenario. Weakness and strength of the projects should identify clearly here. Environmental sustainability is one of the biggest concern of our modern society so projects should be environmental friendly and reports about that issues should be added to the feasibility reports. Technical design of the project which is designed according to the demand analysis should be in that part with detailed cost estimation and implementation schedule.

The next part of this chapter of the thesis focuses on financial feasibility. It starts with the methodology of the financial analysis like which mathematical equations that is introduced previous chapters should be used during that phase of the feasibility report. The chapter goes on with which costs and revenues should be added to the calculations such as investment cost, replacement costs, residual value, operating costs et cetera. Sources of financing, financial profitability, financial sustainability and financial analysis in public private partnership projects are also mentioned in this part. The fourth chapter ends with the economic feasibility part. In this part, fiscal corrections are explained which is necessary to conduct an economic analysis. Conversion from market prices to shadow prices is also explained in this part. Shadow pricing helps to add costs or revenues which are distorted by market or corrupted economies or convert the values are not in monetary terms already. The next part of the chapter explains the economic analysis in details.

The successor chapter is feasibility reports on transportation projects. Detailed information how to conduct feasibility reports on transportation projects explained by the light of the previous chapter. It starts with description of the context, definition of objectives and project identification parts. Demands analysis for the transportation

projects are really important for the feasibility reports. Next part of the chapter gives the factors that affects the demand analysis, methodology of it, how to use data which are collected for this purpose and how to use outputs of the analysis. Financial analysis of transportation projects is also explained in this chapter. Investment cost calculations, operation and maintenance costs and revenues are explained in details. Economic analysis is a sensitive part of feasibility reports on transportation projects. Many transportation projects are not feasible in financial ways but transportation projects are important for the society and economy of a country. That is why all the benefits which are occurred by the transportation projects should be involved during the economic analysis.

One of the most important benefit of a transportation project is shorten the travel time so it should be added to economic benefits. In this part of the chapter it is explained how to calculate the value of time and add to the calculations. Beside of travel time calculations, road users vehicle operating costs, operating costs for service carriers, accident costs, noise, air pollution, climate change costs are also explained in the way of calculating them into monetary terms. The chapter ends with the ways of risk assessment.

The next chapter is feasibility reports on railway system projects. In this chapter, everything explained the last two chapter narrows down to the railway system projects. Investment costs, operating and maintenance cost, revenues are explained and their components are given according to railway system projects. Also the part of the economic analysis explains the way to conduct it according to railway system projects.

The following chapter is focused on the feasibility reports on railway system projects in Turkey. There are different kinds of projects both urban and intercity lines. The main purpose of this chapter is finding out the weakness and strengths of the feasibility reports. Some parameters that are included to feasibility reports affect the result more than the others. Therefore, all parameters are investigated on the result changing capacity of theirs. Also, it is investigated that the factors which have effects on the parameters. It is also a concern of this chapter that comparing the assumptions with the real data and how it really affects the feasibility report.

After all these chapters, in the conclusion part, it is stated that some of the parameters which are used for feasibility reports have more effects on result of the reports. Therefore, there are also some suggestions that strengthen up feasibility reports against these parameters which are demand analysis, value of time. Because during the comparison of the feasibility reports part of the work, it is realized that high value of time ratio in total benefits makes projects economic analyze fragile according to risk assesments.

Feasibility reports have such an important role for investments. Especially when it comes to transportation projects ,that affect countries both in economical and financial way, feasibility reports which are done with precise and correct data are extremely crucial for both decision makers or financial instutions. Therefore, railway system investments need feasibility reports which are done meticulously.



## 1. GİRİŞ

Ulaştırma toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel etkinliklerinin türevi olarak ihtiyaç duyulan bir ara hizmettir. Ulaştırmanın, teknik ve ekonomik açıdan uygunluğu, alt sistemlerini oluşturan karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu vb. sistemlerin etkin şekilde kullanıldığı koşulda ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de ulaştırma sisteminde karayolu taşımacılığının ağırlığı daha fazladır. Şehirlerarası ulaşımda karayolunun payı, yolcu taşımacılığında %95, yük taşımacılığında ise %93 oranında olup demiryolu için bu oranlar sırasıyla %3,2 ve %6,8 seviyesindedir. Avusturya, İsviçre, İsveç, A.B.D gibi ülkelere bakıldığında demiryollarının yük taşımacılığındaki payı %40’ın üzerindedir. Şehir içi ulaşımına bakıldığında ise %94 karayolu taşımacılığıyla İstanbul güzel bir örnek oluşturmaktadır.[1] Bu durum göz önüne alındığında, Türkiye de şehir içi ulaşım için yapılan, ulaşım etütleri ve planlama çalışmalarının getirdiği çözüm önerilerinin %78’inin raylı sistem projelerini içermesi beklenen bir sonuçtur. Türkiye’nin demiryolu kullanım sıklığını, yolcu sayısını ve seyahat eden yolcuların demiryolu kullanım mesafelerini arttırması ve bu yönde politikalar üretmesi ve teşvikler getirmesi gerekmektedir [2]. Bu gelişimi sağlamak için, birçok yüksek hızlı demiryolu hattı planlanmaktadır [3]. Yapılan yatırımlarla ilgili önce detaylı ekonomik ve finansal analize ihtiyaç vardır. Özellikle maliyeti yüksek olan raylı sistem projeleri için yapılacak olan analizler oldukça önem taşımaktadır. Bu noktada fizibilite raporları hem karar verici kurumlar, hem de kredi, hibe vb. sağlayan kurum ve kuruluşlar için yol gösterici konumundadırlar.

### 1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Fizibilite raporu, bir proje öncesinde, bu proje ile ilgili sektörel ve bölgesel bilgilerin yanısıra projenin teknik, finansal ve ekonomik yapısı hakkında etraflıca bilgi içeren çalışmalara verilen isimdir. Ulaştırma projeleri için hazırlanan fizibilite raporları birçok farklı verinin sentezlenmesi sonucunda elde edilen çıktılardan oluşur. Bu sentezleme süreci, fizibilite raporu oluşturmak için gereken verilerin elde edilme sürecinden başlayarak, fizibilite raporunda sonuca gidebilmek için kullanılan

matematiksel yöntemler ile devam eder ve matematiksel sonuçların, eldeki diğer veriler ile harmanlanarak yorumlanması ile sonuçlanır. Kullanılan veriler ve verinin işleme süreci, fizibilite raporunun sağlıklı bir sonuç vermesi açısından, tutarlı ve kesin olmalıdır. Eldeki bazı verilerin doğruyu yansıtmaması veya bu verilerin işlenmesinde yapılacak bir hata zincirleme olarak devam ederek proje değerlendirilmesinde bazı zaafılara yol açabilecektir. Kısacası proje değerlendirmesinde girilen verilerin doğruluğu ve tutarlılığı önemle incelenmeli ve gerçeğe en yakın veriler oluşturulmalıdır. Ancak bu şekilde proje sağlıklı bir değerlendirmeye tabi tutulabilir. Ayrıca, Ülkemizde yapılan raylı sistem projeleri için genellikle krediye ihtiyaç duyulduğundan, yatırım değerlendirmesi konusunda, kredi veren kuruluşlar açısından bakmak gereği de ortaya çıkmaktadır. Özellikle, kredi veren ya da finansman sağlayan yabancı kuruluşların kendi fizibilite raporu standartlarını belirten rehberler mevcuttur. Kredi kuruluşlarının ne gibi ölçütlere baktıkları ve hangi şartları aradıkları fizibilite raporu hazırlanırken bir başka dikkat edilmesi gereken husustur.

Tüm bunlar göz önüne alınarak hazırlanan bu tezin amacı, yatırım projelerinin değerlendirilmesinde bir araç olarak kullanılan fizibilite raporlarının, raylı sistem projelerinde hazırlanma sürecinde nasıl bir yol izlendiği, hangi matematiksel yöntemlerin kullanıldığı, içeriği, hangi parametrelerin ve varsayımların nasıl kullanıldığı ve tüm bunların sonuca nasıl etki ettiğinin fizibilite raporlarını karşılaştırmak suretiyle değerlendirilmesidir. Tüm bunların neticesinde bir takım sonuçlar ve öneriler verilecektir. Bunun için 12 fizibilite raporu incelenmiştir. Bu raporların 9 tanesi kent içi raylı sistemler, 3'ü ise şehirlerarası raylı sistem projesidir. Raporlar 2004 ile 2018 yılları arasında düzenlenmiştir.

Bu amaç ile hazırlanmış tezin ikinci bölümünde fizibilite raporunun tanımı ve hangi durumlarda, ne tür fizibilite raporlarına ihtiyaç duyulduğu, proje kavramı ve fizibilite raporlarının proje için önemi ve fizibilite raporlarında karşılaştırma senaryoları hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde, fizibilite raporlarında kullanılan bazı kavram ve matematiksel yöntemler anlatılmış ve hangi durumlarda kullanıldıkları belirtilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde, mali ve ekonomik fizibilite çalışmalarında hangi parametrelerin göz önüne alındığı anlatılmıştır. Ayrıca ekonomik fizibilite kısmında, piyasa dışı değerlerin nasıl fiyatlandırılacağı açıklanmıştır.

Tezin beşinci bölümünde, ulaştırma projeleri için hazırlanacak fizibilite raporlarının hangi bölümlerden oluşması gerektiği, bu bölümler içerisinde yer alan talep tahminlerinin nasıl yapılacağı, ekonomik fizibilite kısmında hangi parametrelerin, nasıl hesaplandıkları belirtilmiştir.

Tezin altıncı bölümünde, Türkiye’de raylı sistemler için yapılmış olan fizibilite raporlarının çizelgeler üzerinden karşılaştırılması yapılarak, sonuçlar yorumlanmış ve önemli parametreler belirlenmiştir.

Tezin yedinci ve son bölümünde, altıncı kısımda önemi belirlenmiş parametrelerin tekrar üstünden geçilerek, fizibilite raporlarının hassas noktaları belirlenmiş ve bu noktaları geliştirmek için neler yapılabileceği hakkında bazı önerilerde bulunulmuştur.





## 2. FİZİBİLİTE RAPORU VE PROJE İLİŞKİSİ

### 2.1 Literatür Taraması

Ulaştırma ve özellikle raylı sistem projelerinde fizibilite raporları ile ilgili olarak kütüphanede, ulusal tez merkezinde ve internet ortamında kaynak taraması yapılmıştır. Bu konu ile ilgili yazılmış tezler, makaleler ve kitaplar incelenmiş, birçok kurum ve kuruluşun bu konu ile ilgili hazırlamış olduğu rehberler kaynak olarak kullanılmıştır. Bu süreçte fizibilite raporları ile ilintili kaynaklar haricinde, raylı sistem projeleri üzerine yazılmış, bu projelerin yatırım, işletme ve bakım maliyetlerini, talep analizlerini, yapımları sonrasında ortaya çıkan durumları vb. konu edinen tezler de incelenmiştir. Literatür taraması kapsamında incelenen çalışmaların bazılarında aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

Mehmet Çağrı Kızıldaş, 2013 tarihli yüksek lisans tezinde, yüksek hızlı demiryolu hatlarının mevcut durumu hakkında tespitlerde bulunmuş, Türkiye ve Dünyadaki örneklerle bu konunun önemine değinmiştir. [4]

Şafak Bilgiç, 2002 tarihli doktora tezinde, ulaştırma yatırımlarının değerlendirme sürecinde kullanılan parametreleri ve kullanılan yöntemleri incelemiş ve bu incelemeler sonucunda Türkiye için bir değerlendirme yöntemi önerisi sunmuştur.[5]

Çağdaş Erdoğan, 2011 tarihli, yüksek lisans tezinde, Kocaeli ilinin ulaşım altyapısını inceleyerek, mevcut yolcu talepleri doğrultusunda bir hafif raylı sistem hattının yapılmasının teknik, mali ve ekonomik yönden araştırmasını yapmıştır.[6]

Şafak Uğurel, 2010 tarihli yüksek lisans tezinde, metro projeleri için yatırım maliyetlerinin hesaplanması ve bu maliyetin dönüş süresinin optimizasyonu ve bu yöntemin fizibilite raporlarında nasıl kullanılabileceği hakkında öneriler sunmuştur.[7]

Özge Özgür, 2009 tarihli yüksek lisans tezinde, raylı sistem projelerinin planlama aşamasında ortaya konan hedeflerin, ne denli karşılandığını ve öngörülerin ne kadar tutarlı olduğunu incelemiştir.[8]

İlke Göktürk, 2007 tarihli yüksek lisans tezinde, fizibilite raporları için kritik bir konu olan maliyet tahmini incelemiş olup, maliyet tahminini yaparken karşılaşılan sorunlar, tahmin yöntemleri ve tahmin sapma oranlarını ortaya koymuştur.[9]

Kamil Demircan, 2010 tarihli, yüksek lisans tezinde, kent içi raylı sistem projelerinin fizibilite etütlerinde öngörülen yolculuk hacimleri ile gerçekleşen yolculuk hacimlerinin kıyaslamasını yapmıştır. [10]

Michael Sneel'in 2011 basım tarihli kitabı fizibilite raporlarının hazırlanma sürecinin ve içeriğinin ne olması gerektiği yönünde bilgiler vermektedir. [11]

Bu çalışma hazırlanırken, Dünya Bankası'nın 2010'da [12] ve Avrupa Yatırım Bankası'nın 2013'de [13] hazırlamış olduğu fizibilite raporu hazırlama rehberlerinden de faydalanılmıştır.

Matematiksel yöntemler için Henry Steiner'in 1992 tarihli kitabı kaynak olarak kullanılmıştır. [14]

David Sattori'nin 2015 yılında Avrupa Birliği üye ve aday ülkeleri için hazırladığı kitap Türkiye'de örneklerini gördüğümüz için özellikle incelenmiştir. [15]

## **2.2 Fizibilite Raporu Nedir?**

İnsanoğlu, günlük hayatında alacağı sıradan kararlar için bile, bilinçli veya değil, çoğu zaman kendine buna değer mi sorusunu sormaktadır. İşte bu soru bir kişinin, bir ailenin ya da koca bir ülkenin kaynaklarını verimli kullanması açısından oldukça mühim bir sorudur. Tabi günlük basit bir karar için sorulan ve cevabı aranan bu soru, daha büyük ölçekli bir yatırım için sorulduğunda cevap daha detaylı ve tatmin edici olmalıdır. İşte bu noktada bu soruya etraflıca cevap verebilecek olan fizibilite raporlarıdır.[11]

Fizibilite raporu, bir proje öncesinde, bu proje ve projenin dahil olduğu sektör, projenin teknik, finansal ve ekonomik yapısı, projenin getireceği ve bertaraf edeceği riskler hakkında detaylı bilgilerin bulunduğu, bazı öngörülerin, varsayımların, anketlerin ve deneylerin, matematiksel yöntemlerle sentezlenerek oluşturulan çalışmaların sonucudur. Fizibilite raporları, proje hayata geçirilmeden önce bizlere proje sonrasında ki durumun ne olacağına dair belirgin fikirler verir. Bu yüzden eldeki kaynağın verimli değerlendirilmesine, devlet kurumlarının ve finansman sağlayan kuruluşlarının verdiği kredi ve hibelerin doğru ve etkin kullanılmasına yardımcı

olmasının yanı sıra projenin mali açıdan sürdürülebilir olup olmadığını ortaya koyması açısından oldukça önemlidir.[11]

### **2.3 Fizibilite Raporunun Gerekli Olduğu Durumlar**

Fizibilite raporları merkezi ve yerel yönetimlerde, bir yatırım öncesi karar verme aracı olarak kullanılırken, bankalar ve finansman sağlayan çeşitli kuruluş ve organizasyonlar ise bir proje öncesi kredi veya hibe sağlama hususunda fizibilite raporlarına başvurumaktadırlar.

5 Ekim 2017 tarihinde yayınlanan 30201 sayılı resmi gazetede, Kalkınma Bakanlığının 2018-2020 Dönemi Yatırım Programı Hazırlıkları konulu genelgesinde bu dönem içerisinde hangi sektörde, hangi yatırımların öncelikli olduğu belirtilmiştir. Bu plan çerçevesinde, genelgenin yatırım programı hazırlama esasları kısmında fizibilite raporlarının hangi durumlarda gerekli olduğu belirtilmiştir. Genelgeye göre, proje maliyeti 10 milyon Türk Lirası ve üzerinde olan yeni yatırım projeleri için, genelgede verilmiş olan şablona uygun olarak, projenin teknik, finansal, ekonomik ve sosyal yapılabilirliğinin, önceliğinin, çevreye etkilerinin ve istihdama katkısının fayda-maliyet veya maliyet etkinlik analizi ile ortaya konulduğu ayrıntılı fizibilite raporunun hazırlanma zorunluluğu koşulmuştur. Fizibilite raporu hazırlanmayan yeni projelerin yatırım programına teklifinin söz konusu olmayacağı belirtilmiştir. Proje maliyeti 10 milyon Türk Lirası altında olan projeler için ise fizibilite raporu yerine geçen Proje Teklif Formu oluşturulması kararlaştırılmıştır. Fizibilite raporlarının, proje başlatılmasının düşünüldüğü yatırım programı döneminden en az 6 ay önce Kalkınma Bakanlığına ulaştırılması gerekliliği genelgede belirtilmiştir.[16]

Hazırlanan fizibilite raporları, başbakanın başkanlığında toplanan ve ilgili bakanların yer aldığı Yüksek Planlama Kurulu tarafından incelenir. YPK'nın amacı ve görevi, ekonomik, sosyal ve kültürel hedeflerin ve politikaların belirlenmesi ve fizibilite raporlarına konu olan projelerin onaylamasıdır.

Gelişmekte olan ülkelere, düşük faizli veya faizsiz borç ve kredi veya hibe sağlayan Dünya Bankası yapılacak projeler için detaylı fizibilite raporları istemektedir. 2010 yılında yayınladığı fizibilite raporu rehberine göre, hazırlanan fizibilite raporunun, projenin ülke refahı üzerindeki etkisini açıkça ortaya koyması, yani projenin indirgenmiş faydalarının, maliyetinden fazla olması gerektiğini kanıtlanması gerekliliği üzerinde durulmuştur.[12]

Dünya Bankası gibi, Avrupa Yatırım Bankası'nın yayınladığı projelerin değerlendirilme rehberinde, Avrupa Birliği üye ve aday ülkelerin fizibilite raporlarını hazırlama sürecinde, her sektör için farklı fizibilite raporu hazırlama esasları detaylı bir biçimde açıklanmaktadır. [13]

Bu iki kuruluş dışında Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı, Afrika Kalkınma Bankası, İslam Kalkınma Bankası, Asya Kalkınma Bankası gibi kredi ve hibe veren kuruluşlar, ilgili oldukları ülkelerde yapılacak olan projeler için kredi ve hibe başvuru süreçlerinde yapılması gereken fizibilite raporlarının hangi esaslar üzerine kurulması konusunda raporlar ve rehberler hazırlamışlardır.

## **2.4 Proje Kavramı ve Proje Aşamaları**

Proje, belirli ekonomik ve teknik yapıda olan, hedefleri açıkça tanımlanmış bir işi tamamlamak için ortaya konan, planlı bir dizi veya diziler halindeki çalışma, etkinlik ve hizmetin bir araya gelmesi sonucu oluşan yapı şeklinde tanımlanmaktadır. [10]

Proje sıfırdan bir yatırım projesi olabileceği gibi, daha önce uygulanmış bir projenin yenilenmesi, tamamlanması, genişletilmesi veya modernizasyonu şeklinde de karşımıza çıkabilir.

Tipik bir mühendislik projesi öncelikle belirli bir konseptin ortaya konulması ile başlar. Bu aşama projenin tanımıdır. Daha sonra bu konsept üzerinden ön fizibilite çalışması yapılır ve ortaya birçok seçenek sunulur. Bu seçeneklerin eldeki az veri ile değerlendirilmesinin ardından, projenin sürdürülmesine karar verilirse, proje için en uygun seçenekler, daha fazla veri ve detaylı çalışmalar ile fizibilite raporu hazırlanır. Bu rapor ile projenin hangi seçenek ile uygulanacağına ya da uygulanmayacağına karar verilir. Eğer uygulanması yönünde karar alındıysa bu süreç, nihai tasarımın oluşturulması ve ihale dosyalarının hazırlanması ile devam eder. İhale sürecinde daha iyi bir maliyet analizi ile tekrardan bir fizibilite çalışması yapılmalıdır. Yapım sözleşmesinin imzalanmasının ardından detaylı tasarım ve çizimler ile projenin yapımına başlanması ve daha sonra projenin işletmeye alınması şeklinde bu süreç son bulur. [17]

Görüldüğü üzere fizibilite raporu bir projenin hayata geçirilmesi ve kullanım süresi boyunca başarılı olması açısından oldukça büyük bir önem taşımaktadır.

## **2.5 Fizibilite Raporlarında Projeli Durum ile Projesiz Durumun Karşılaştırma Senaryoları**

Fizibilite raporlarında, planlanan proje veya projeler, hayata geçirilmediği durum olan halihâzır durum ile karşılaştırılırlar. Eğer ki planlanan proje veya projeler, tamamen yeni, herhangi hizmetin veya altyapının ikamesi durumunda değilseler bu durumda projesiz durum ile fizibilite raporu şekillendirilir. Daha önce varolan bir hizmet veya altyapının geliştirilmesi, genişletilmesi, modernizasyonu durumlarında planan proje veya projeler, kullanılan hizmet veya altyapının olağan işletme şartlarıyla devam etmesi durumuyla ya da kullanılan hizmet veya altyapının daha önceden planlanmış olan düşük bütçeli iyileştirme planları ve olağan işletme şartlarının toplamı ile karşılaştırılır[11].



### **3. FİZİBİLİTE RAPORLARINDA KULLANILAN MATEMATİKSEL YÖNTEMLER VE BAZI KAVRAMLAR**

#### **3.1 Fırsat Maliyeti**

Fırsat maliyeti, basit bir anlatımla, bir tercih yapıldığında, bu tercih nedeniyle yoksun kalınan, vazgeçilen tüm faydaların oluşturduğu maliyettir.

Fizibilite raporları için bu konsept; birkaç birbirini dışlayan projeden birinin seçilmesi gerekli olduğu durumlarda, seçilmeyen en iyi alternatifin sağlayacağı potansiyel kazanç olarak tanımlanabilir.[11]

#### **3.2 İskonto Oranı**

Fizibilite raporlarında projenin finansal ve ekonomik boyutlarının irdelendiği bölümler, projelerin kullanım ömürleri boyunca hesaplanan maliyet ve faydaların birbiri ile kıyaslanmasını gerektirmektedir. Bu kıyasın daha sağlıklı yapılması için fayda ve maliyetlerin yıllara göre indirgenmesi gerekmektedir. Bu indirgemedeki kullanılan değişkene iskonto oranı denir. İskonto oranının seçimi fizibilite raporları için oldukça kritik bir noktadır. Çünkü, iskonto oranı, yatırımcının ya da toplumun tüketmekten vazgeçip projeye bağladığı kaynağın maliyetini; diğer bir deyişle, projeye elde edilmesi gereken en düşük kazanç oranını gösterir. [18]

Fizibilite raporlarında mali ve ekonomik fizibilite için kullanılan iki farklı iskonto oranı vardır.

##### **3.2.1 Finansal iskonto oranı**

Tam rekabetçi sermaye piyasalarında, mali iskonto oranı olarak piyasada kullanılan faiz oranı seçilebilir.

Fakat daha farklı finansman tercihlerine göre mali iskonto oranı da değişmektedir. Projede kullanılacak olan finansman kaynaklarının ağırlıklarına göre bir iskonto oranı belirlenmesinde kullanılacak denklem aşağıdaki gibidir.

$$i = \frac{1 + k}{1 + P} - 1 \quad (3.1)$$

Burada;

i: İskonto oranı

k: Nominal indirgeme oranını

P: Fiyat artış oranını (beklenen enflasyonu)

Hesap yapılırken nominal indirgeme oranı olarak eğer özkaynak için hesap yapılıyorsa sermaye piyasasındaki geçerli faiz oranı, diğer kaynaklar için hesaplamalarda, borç alınan finansman kaynağı için ödenen faiz oranı hesaba katılır.[17]

### 3.2.2 Sosyal iskonto oranı

Yatırım projelerinin ekonomik analizlerinde kullanılan sosyal iskonto oranı, projenin ömrü içerisinde ortaya çıkardığı maliyetler ile toplumsal faydaların belli bir oranda bugünkü değerlerine indirgenmesi ile sermayenin fırsat maliyetini ortaya koyan orandır. Güçlü ve dengedeki ekonomilerde sosyal iskonto oranı ve mali iskonto oranları aynıdır. Fakat pratikte bu ortamı sağlamak güçtür.[10] Çizelge 3.1’de bazı ülkelerde kullanılan sosyal iskonto oranları verilmiştir.[19]

**Çizelge 3.1 : Ülkelere göre İskonto Oranları.**

Ülkeler	İskonto Oranları
Kanada	%7
Danimarka	%7-8
Finlandiya	%5
Fransa	%8
Macaristan	%10
Hollanda	%4
ABD	%3-5
Polonya	%8
İngiltere	%3,5

Sosyal iskonto oranını belirlenmesi için ortaya birçok yaklaşım konulmuştur, fakat bunların içinden ikisi ön plana çıkmaktadır. Bu yaklaşımlarda birinde sosyal zaman tercihi oranı kullanılmaktadır, diğerinde sosyal fırsat maliyeti oranı kullanılmaktadır. Yukarıda verilen çizelgede bulunan ülkelerden İngiltere, Danimarka, Fransa gibi ülkeler sosyal iskonto oranını belirlerken sosyal zaman tercihi yöntemini kullanırken,



Hollanda, Kanada sosyal fırsat maliyeti yaklaşımını benimsemektedir. ABD ise farklı projeler için farklı yöntemler kullanmaktadır. [17]

### 3.3 Paranın Zaman Değeri

Fizibilite çalışması yapılan projeler yapımı ve işletmesi uzun yıllara yayılan projelerdir. Paranın satın alma gücü her geçen yıl değişiklik gösterir. Bu yüzden yıllara yayılan maliyet ve faydaların birbirleriyle karşılaştırırken bu değerler bugünkü değerlere dönüştürülmelidir.[14] Bu dönüşümü yapmak için kullanılan denklem aşağıdaki gibidir ;

$$P_0 = P_n \times \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3.2)$$

Burada;

$P_0$  = n sene sonundaki paranın bugünkü değeri

$P_n$  = n yılındaki para

$i$  = İskonto oranı

### 3.4 Net Bugünkü Değer

Bir projenin net bugünkü değeri, projenin faydalı ömrü boyunca getireceği tüm parasal girdilerin bugünkü değeri toplamı ile parasal çıktılarının bugünkü değeri toplamı arasındaki farka denir.[14]

$$NBD = \sum_{m+1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n} + \frac{H}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n} \quad (3.3)$$

Burada;

$B_n$  = n. Yıldaki net nakit girişi (Fayda)

$C_n$  = n. Yıldaki para çıkışı (Maliyet)

$H$  = Kalıntı değeri

$m$  = yatırımın tamamlanma süresi

$n$  = zaman (yıl)

i = iskonto oranı

Eğer NBD sıfırdan büyük çıkıyorsa, projenin tamamlanmasının ardından faydalı ömrü boyunca sağlanacak faydanın, maliyetten büyük olduğunu, yani projenin yapılabilir bir proje olduğunu işaret eder. Eğer bu yöntem ile birkaç proje kıyaslanıyorsa NBD'si en yüksek proje ilk sırada yer almalıdır.

### 3.5 Fayda – Maliyet Oranı

Bir proje için girdi ve çıktıların başka bir deyişle, fayda ve maliyetin indirgenmiş değerlerinin oranıdır. Denklemi aşağıdaki gibidir;[14]

$$R = \frac{\sum_{m+1}^n \frac{B_n}{(1+i)^n} + \frac{H}{(1+i)^n}}{\sum_{n=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^n}} \quad (3.4)$$

Burada;

R = Fayda-Maliyet oranı

$B_n$  = n. Yılda net nakit girişi (Fayda)

$C_n$  = n. Yılda para çıkışı (Maliyet)

H = Kalıntı değeri

m = yatırımın tamamlanma süresi

n = zaman (yıl)

i = iskonto oranı

Burada hesaplanan değer birden büyük olması projenin yapılabilir olduğu anlamına gelmektedir. Bu yöntemle göre projeler arası sıralama yapılıyorsa R değerinin büyüklüğüne göre sıralanır.

### 3.6 İç Karlılık Oranı

İç karlılık oranı, projenin nakit akımlarına uygulanan ve sıfır net bugünkü değer yaratan iskonto oranına denir. Aşağıdaki eşitliği sağlayan 'r' değeri yapılan değerlendirmede iç karlılık oranı olarak karşımıza çıkacaktır.[14]

$$\sum_{m+1}^n \frac{B_n}{(1+r)^n} + \frac{H}{(1+r)^n} - \sum_{n=1}^n \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0 \quad (3.5)$$

Burada;

$B_n$  = n. Yılda net nakit girişi (Fayda)

$C_n$  = n. Yılda para çıkışı (Maliyet)

H = Kalıntı değeri

r = İç Karlılık Oranı

m = yatırımın tamamlanma süresi

n = zaman (yıl)

i = iskonto oranı

Bu yöntemde projenin değerlendirilmesi için önceden saptanan bir iskonto oranına ihtiyaç duyulmadığı için, sermaye piyasalarının tam oturmadığı, gelişmekte olan ülkelerdeki dalgalanmaların etkisinden uzak bir değerlendirme yöntemidir.

### 3.7 Duyarlılık Analizi

Belli parametreler ile hesaplanan net bugünkü değer, iç karlılık oranı ve fayda maliyet oranının belirlenen parametreler karşısındaki hassasiyetini ölçmek için, parametrelerin teker teker veya belli kombinasyonlar ile bazı oranlarda değiştirilerek net bugünkü değer, iç karlılık oranı ve fayda maliyet oranının bu değişikliklere nasıl tepki verdiklerinin gözlendiği analize duyarlılık analizi denir. [20]



#### **4. FİZİBİLİTE RAPORUNDA YER ALMASI GEREKEN BÖLÜMLER**

Herhangi bir sektör için uygulanan bir fizibilite raporu aşağıdaki kısımları içermektedir.

##### **4.1 Bölgesel Şartların Tanımı**

Projenin uygulanacağı bölgedeki sosyoekonomik, politik ve kurumsal durumun açıklandığı bölümdür. Aşağıdaki konular bu bölümde yer alır. [13]

- Projenin uygulanacağı ülkenin, sosyoekonomik şartları, demografik hareketliliği, beklenen gayri safi milli hâsılası, istihdam koşulları vb.
- Politik ve kurumsal şartlar ülkenin hali hazırda benimsemiş olduğu ekonomi politikaları, projenin ilgili olduğu sektörün kalkınma planları detaylı bir şekilde verilir ve projenin bu kalkınma planının neresinde olduğu açıklanır.
- Proje ile ilgili olan şartları daha iyi yansıtacak diğer istatistikler ve bilgiler, çevresel faktörler ve konuya dâhil olabilecek çevre ile ilgili kurumlar bilgisi verilebilir.
- Halkın ve proje ile ilgili sivil toplum kuruluşlarının konu ile ilgili algı ve beklentileri bu bölümde açıklanabilir.

Bu bölüm, gelecek eğilimleri öngörmek ve talep analizi yapmak için çok önemlidir. Ayrıca bu kısım, projenin bölge için uygun olduğunu doğrulamak adına bir ön bilgi oluşturur.[12]

Bu kısımda proje ile ilgili tüm sektörler ilgileri açıklanacak şekilde anlatılır. Halihazırda bulunan altyapı donanımı ve sunulan hizmetler, ilgili istatistikler ile açıklanır.

## **4.2 Hedeflerin Tanımı**

Bir önceki bölümde açıklanan koşulların oluşturduğu ihtiyaçların proje ile nasıl çözüme kavuşturulmasının hedeflendiğinin anlatıldığı bölümdür. Bu bölüm daha sonra yapılacak olan finansal ve ekonomik analizlerle yakından ilgilidir.[11]

## **4.3 Projenin Tanımı**

Projenin, fiziksel, yapısal özellikleri ile daha önce tanımlanmış olan hedefleri yerine getirebileceği konusunda şüphe bırakmadan detaylı bir biçimde tanıtıldığı bölümdür.. Daha sonrasında bu projenin uygulamasını üstlenecek kurum veya kurumlar teknik, finansal ve kurumsal kapasite bağlamında açıklanmalı ayrıca bu projenin etki alanı, son kullanıcıları ve proje sürecinde işin içinde bulunan tüm paydaşlar etraflıca anlatılmalıdır. Bu konular tamamen açıklanmadığı takdirde projenin tanımı eksik kalmış olur. [11]

## **4.4 Teknik Fizibilite ve Çevresel Sürdürülebilirlik**

Bu bölüm: Talep analizi, seçenek analizi, çevre ve iklim değişiklikleri ile ilgili raporlar, teknik tasarım, maliyet analizi ve uygulama takvimini içermelidir. [15]

### **4.4.1 Talep analizi**

Resmi kurumlardan alınan istatistiklere dayalı mevcut talep ile makroekonomik ve sosyoekonomik tahminleri içeren, güvenli bir talep tahmini modeli ile proje kullanım ömrü için talep tahmininin verildiği bölümdür. Her sektör için farklı talep analizi yöntemleri mevcuttur. Talep analizi ile ilgili raporlar eklenerek, planlanan projenin yapılan talep analizine karşılık verebildiği gösterilir. [15]

### **4.4.2 Seçenek analizi**

Bir projenin yapımına karar vermek aynı zamanda birçok diğer uygulanabilir seçeneğinin yapılmamasına karar vermektir. Bu nedenle bir projenin teknik, ekonomik ve çevresel anlamda değerlendirme aşamasında bu proje ile karşılaştırılabilecek projelerinde dikkate alınması oldukça önemlidir. Bu yüzden ön fizibilite aşamasındaki gibi fizibilite çalışmasında da stratejik seçenek analizi yapılması önerilmektedir. Seçenek seçimi açısından şu adımlar takip edilir:[15]

- Ulaşılması amaçlanan hedefler için alternatif olabilecek başka seçenekler oluşturulmalı
- Oluşturulan liste bazı kıstasları temel alarak taranmalı ve en uygun seçenek seçilmeli

#### **4.4.3 Çevresel ve iklimsel raporlar**

Uygulanacak projenin teknik yapısı ve talebe verdiği karşılık gibi, çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi gerekmektedir. Eğer yapılan proje için gereklyse, fizibilite raporu içerisinde çevresel sürdürülebilirlik şartlarını yerine getirdiğine dair belgeler, test sonuçları, uzman raporları sunulabilir.[15]

#### **4.4.4 Teknik tasarım, proje maliyeti ve uygulama takvimi**

Projenin genel bir özeti halinde aşağıdaki bilgilerin sunulduğu kısımdır.

Konum; Projenin konumlandırılacağı yerin harita üzerinde gösterilmesi. Bu bölgedeki arazilerin kullanım şartları, kullanım hakkının kimde olduğu, eğer kiralanması ya da satın alınması gerekiyorsa sahiplerinin kim olduğu, satın alma ya da kiralama şartlarının belirtilmesi gereklidir.[15]

Teknik Tasarım; Projenin genel çalışma prensipleri ve bileşenleri, kullanılan teknoloji, tasarım standartları ve bununla ilgili şartnameler, projenin ana çıktılarının miktarları, kullanılan ekipmanın sayısı detaylıca belirtilir.

Üretim - Kullanım Planı; Projenin kapasite ve beklenen kullanım oranlarının ve bu oranların öngörülen talebi karşıladığının gösterilmesi gereklidir.

Proje Maliyeti; Projenin tüm hatlarıyla ne kadara mal olacağını hesaplanması, kalemler halinde verilmesi gereklidir. Daha sonrasında mali ve ekonomik analizlerde kullanılacağından dolayı, detaylı ve kesin olmalıdır.

Uygulama Takvimi; Projenin gerçekçi bir şekilde hazırlanmış, detaylarla desteklenmiş bir uygulama zaman çizelgesinin bu kısımda verilmesi gereklidir.

#### **4.5 Finansal Fizibilite**

Projenin mali performansının değerlendirildiği kısımdır. Bu kısımda ortaya konması gerekenler sırasıyla; [21]

- Projenin karlılığı
- Projenin sahibi ve projenin önemli paydaşları açısından karlılığı
- Projenin mali yönden sürdürülebilirliği
- Sosyoekonomik bağlamda yapılması gereken fayda-maliyet analizi için para giriş-çıkışlarının incelemesi

#### 4.5.1 Yöntem

Finansal analiz yapılırken İndirgenmiş Nakit Akışı yöntemi kullanılır. Bu kısımda sadece nakit girdi ve çıktıları işlem görmelidir. [21]

Finansal analiz altyapı sahibi açısından değerlendirilmeli eğer altyapı sahibi ile işletmeci farklı ise aralarında olan nakış akışı bu hesaba katılmamalıdır. Uygun bir iskonto oranı belirlenmelidir. [15]

Nakit akışı süresi belirlenirken projenin ekonomik olarak faydalı ömrüne uygun bir zaman belirlenmelidir. Zaman seçimi tüm değerlendirmeyi etkileyeceğinden dikkatle seçilmelidir. Çizelge 4.1’de farklı projeler için yaklaşık değerler görülebilir.[15]

**Çizelge 4.1 : Önerilen proje kullanım süreleri.**

Proje	Süre (yıl)
Demiryolu	30
Karayolu	25-30
Liman ve Havalimanı	25
Şehir içi Ulaşım	25-30
Atık Yönetim Tesisleri	25-30
Enerji	15-25

#### 4.5.2 Yatırım maliyeti, yenileme maliyeti, kalıntı değer

Yatırım maliyeti, tüm varlıklar için ödenecek olan değer (arazi, inşaat, makina, teçhizat vb. ) ve proje sürecinde ihtiyaç duyulacak tüm hizmet bedellerinin (başlangıç maliyeti, tasarım/planlama, projelendirme gibi teknik maliyetler, proje yönetimi, teknik yardım, inşaat denetimi, tanıtım vb. ) toplamı yatırım maliyetini oluşturur. Bu değerler, teknik fizibilitenin ışığında, gerçeğe en uygun şekilde hazırlanır.[16]



Yenileme maliyeti, kısa ömürlü makina ve/veya ekipmanın değiştirilme maliyetidir.[21]

Kalıntı değer, varlıklar için tahmin edilen yararlı ömrünün sonuna ulaşıldığında elden çıkarılmasıyla elde edilecek tutardan, elden çıkarma maliyetlerinin düşülmesiyle ulaşılan tahmini tutardır.[21]

#### **4.5.3 İşletme maliyeti ve gelirler**

İşletme maliyeti, yeni veya yenilenmiş hizmetin işletilmesi ve bakımı için oluşan tüm maliyeti içerir. Bu maliyet hesaplanırken daha önce buna benzer projeler örnek alınabilir. Tamamen projeye özgü olmasına rağmen genellikle bu maliyet; işçi maliyetleri, bakım ve onarım için malzeme maliyetleri, hammadde, yakıt, enerji maliyetleri, üçüncü partiden alınan diğer hizmetler için ödenen tutar, bina veya barınak kirası, makina kirası, sigorta masrafları, atık bertaraf etme maliyetleri, emisyon ücretleri gibi kalemlerden oluşmaktadır.[21]

Bu maliyetler genellikle sabit (belirli bir kapasite dâhilinde servis hacmi ile değişmeyen) ve değişken (hacme bağlı olan) olmak üzere ikiye ayrılır.

Finansman maliyetleri (faiz geri ödeme vb.), işletme maliyetlerine dâhil edilmemektedir.

Gelirler, kullanıcı tarafından, işletme olarak sağlanan mal ve hizmete direkt ödenen nakit akışları olarak tanımlanmaktadır.

#### **4.5.4 Finansal kaynakların belirtilmesi**

Projenin finansmanın hangi kaynaklardan sağlanacağını detaylı bir şekilde anlatılması gereklidir. Finansman sağlayan yapıların ve kuruluşların ne kadar finansman sağladığı ve sağlanan finansmanın ne koşullarda aktarıldığı belirtilmelidir.

#### **4.5.5 Finansal karlılık**

Yatırım maliyetleri, işletme maliyetleri, gelirler ve finansman göz önüne alınarak Net bugünkü değer ve iç verimlilik oranı gibi matematiksel yöntemler kullanılarak projenin mali durumunun ne olduğu irdelenmesidir.[15]

#### **4.5.5.1 Yatırımın karlılığı**

Yatırımın karlılığı hesaplanırken yatırım, işletme ve yenileme maliyeti çıktı, gelirler ve kalıntı değeri girdi olarak hesaplanır. Burada amaç, yatırımın performansını değerlendirmektir. Finansmandan kaynaklı maliyetler bu hesapta kullanılmamaktadır.[15]

#### **4.5.5.2 Sermayenin karlılığı**

Sermayenin karlılığı hesaplanırken, işletme ve yenileme maliyeti, kullanılan kamusal veya öz kaynaklar, krediler, borçlar gibi finansman kaynakları ve bunlardan kaynaklı faiz ödemeleri çıktı, işletme gelirleri ve kalıntı değeri girdi olarak hesaplanır.

#### **4.5.6 Finansal sürdürülebilirlik**

Nakit akışının, yatırım ve işletme sürecinde negatif değere düşme riskinin düşük olması durumu projenin mali sürdürülebilirliği yerine getirdiğini gösterir. Girişler ve çıkışlar arasındaki fark her yıl meydana gelecek olan açığı veya artığı gösterecektir. Dikkate alınan tüm yıllar proje nakit akışı açısından pozitif değer alıyorsa sürdürülebilirlik gerçekleşir. [21]

Girdiler; Finansman kaynakları, mal ve hizmet karşılığında elde edilen işletme gelirleri, bu mal ve hizmetler karşılığında kullanıcıdan kaynaklı olmayan transferler, sübvansiyonlar, kalıntı değeri ve diğer mali kazançlardan oluşur.

Çıktılar; Yatırım maliyeti, yenileme maliyeti, işletme maliyeti, kredi ve faiz geri ödemeleri, sermaye/gelir vergileri, diğer vergilerdir.

Bu analiz bir projenin sermaye sıkıntısı çekip çekmeyeceğinin öngörülmesi açısından önemlidir.

#### **4.5.7 Kamu – Özel ortaklığı içeren projelerde finansal analiz**

Bazı şartlar altında birleşen kamu ve özel sektörün birlikte yürüttüğü projelerde mali analiz yaparken, Kamu-Özel ortaklığının yapısı göz önüne alınmalıdır. Özellikle ortaklık yapısındaki risk transferi iyi incelenerek, mali analiz buna göre şekillendirilmelidir.

Kamu-Özel ortaklıklarında genellikle altyapının nihai sahibi kamudur, işletmeci olan özel sektör projenin gelirlerini toplayan taraftır. Bu yüzden öncelikle yatırımın karlılığı birleştirilmiş şekilde hesaplanmalıdır.

Sermayenin karlılığı ise iki taraf için ayrı ayrı hesaplanmalıdır.[15]

#### **4.6 Ekonomik Fizibilite**

Ekonomik analiz bir projenin, ülke refahına bulunduğu katkının hesaplanabilmesi için yapılmaktadır. Temel olarak bu yöntem, sunulan mal ve hizmetin sosyal fırsat maliyetini yansıtmak için çarpıtılmış olabilecek piyasa fiyatları yerine gölge fiyatların kullanılması üzerine dayanmaktadır. [15]

Bu konuda yaygın yaklaşım gerekli düzenleme ve düzeltmeler yapılarak mali fizibiliteden ekonomik fizibiliteye geçiştir. Aşağıdaki düzenlemeler yapılır;[21]

- Mali düzenlemeler
- Piyasa fiyatlarından gölge fiyatlara dönüşüm
- Piyasa dışı etkilerin değerlendirilmesi ve dışsallıkların düzeltilmesi

Piyasa fiyatlarının düzeltilmesi ve piyasa dışı etkilerin tahmini sonrasında, farklı zamanlarda meydana gelen maliyet ve faydalar indirgenmelidir. Bu hesaplamalarda kullanılan iskonto oranına sosyal iskonto oranı denir ve ileride oluşacak fayda ve maliyetlere toplum görüşünü yansıtır.

Uygun sosyal iskonto oranı belirlenmesinin ardından ekonomik net bugünkü değer, ekonomik iç verimlilik oranı ve fayda maliyet oranı gibi matematiksel yöntemler ile projenin ekonomik performansı değerlendirilir.

##### **4.6.1 Mali düzenlemeler**

Vergiler ve sübvansiyonlar, bir toplumda bir gruptan diğerine aktarıldıklarından dolayı gerçek ekonomik birer maliyet ya da fayda değildirler. Bu yüzden ekonomik analizde kullanılacak olan;

- Hiçbir fiyat KDV içermemeli
- Hiçbir fiyat doğrudan veya dolaylı vergi içermemeli
- Hiçbir fiyat sübvansiyon veya kamusal öz kaynak yardımı içermemelidir.

Ancak bu düzeltmeler yapıldıktan sonra sağlıklı bir ekonomik analiz yapılabilir. [11]

## 4.6.2 Gölge fiyatlandırma

Piyasa fiyatları, girdi ve çıktılara ait fırsat maliyetini yansıtamadığı zaman genel yaklaşım bunları gölge fiyatlara dönüştürmektir. Gölge fiyat dönüşümü için, girdiler ve çıktılar için farklı dönüştürme yöntemleri uygulanmaktadır. Çıktılar için, ödeme istekliliği yöntemi uygulanırken, girdiler ticari statülerine göre sınıflandırılarak farklı yöntemler izlenir.

### 4.6.2.1 Gölge fiyat hesaplanmasında kullanılan ampirik yaklaşımlar

Mali analiz yapılırken kullanılan piyasa fiyatları hem özel hem kamu sektörü açısından tatmin edicidir. Fakat projenin sosyal refaha katkısının hesaplanması sırasında, piyasa fiyatlarının kullanılması çok uygun değildir. Bu yüzden mali analizde kullanılan tüm fiyatlar, gölge fiyat denilen değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Gölge fiyat, bir girdinin veya çıktının sosyal marjinal değeridir başka bir deyişle bir malın fazla ya da çok tüketilmesiyle toplum adına ortaya çıkan fırsat maliyetidir. [22]

İyi işleyen, sağlıklı, rekabetçi ekonomilerde veya optimal planlamalarda, piyasa fiyatları ve gölge fiyatları aynıdır. Fakat ekonomilerde uygulanan vergiler, harçlar, sübvansiyonlar, enflasyon, sabit döviz kurları, üretim veya tüketim rasyonları, oligopol veya tekel fiyat ayarlamaları dolayısıyla gerçek piyasalarda gölge fiyatlar piyasa fiyatlarının aynısı olmamaktadır. [15]

Gölge fiyatlar hesaplanırken tek bir yöntemden ziyade her ürün veya sektör için farklı hesaplama yöntemleri benimsenmiştir. Bu hesaplama yöntemlerinden hangisinin kullanılmasına karar verirken öncelikle hesaplanacak gölge fiyatın bir girdiye mi yoksa çıktıya mı ait olduğuna bakılmalıdır. Eğer bir çıktıya ait ise ödeme istekliliği (Willingness to Pay) yöntemi uygulanır. Söz konusu değer bir girdiye ait ve ticarete elverişli bir mal ise, gümrük fiyatları yaklaşımı uygulanır. Eğer hesaplanacak değer, ticarete elverişli bir mala ait değil ise bu değer için öncelikle bir Standart Dönüştürme Faktörü veya türüne göre uzun dönem marjinal maliyet hesaplanması gereklidir..[22]

İşçi ücretleri içinde gölge işçi ücreti hesaplanması gerekmektedir.

### Proje girdileri için gölge fiyat hesaplanması

a. Ticarete uygun mallar için gölge fiyat uygulamasında gümrük fiyatları

Uluslararası ticarete uygun mallar için gölge fiyat olarak genellikle gümrük fiyatları kabul edilir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD), Dünya Kalkınma Teşkilatı, Dünya Bankası gibi kuruluşlar bu yöntemi desteklemektedirler. [15]

Bu yöntemin temeli uluslararası ticarete uygun mal veya malların ticari fırsat maliyetlerinin hesaplanmasına dayanır ve bu fırsat maliyeti hesaplanırken bu malların ekonomik değerlerinin uluslararası marketteki değeri, yerel marketteki değerinden, gerçeğe daha yakın bir değer olduğu kabul edilir. Gümrük fiyatları kuralına göre, malın üretim maliyeti, taşıma maliyeti ve sigorta maliyeti hesaba katılırken, malın gümrükten geçmesiyle beraber uygulanan vergiler, harçlar vb. yerel markete girdikten sonra eklenen diğer masraflar hesaba katılmamalıdır.[22]

#### b. Standart Dönüştürme Faktörü kullanılması

Standart dönüştürme faktörü, bir ürün/malın piyasa fiyatı ile gölge fiyatının birbirine olan oranıdır.

$$k = \frac{v}{t} \leftrightarrow v = k \cdot t \quad (4.1)$$

Yukarıdaki denklemde;

t = piyasa değeri,

v = gölge fiyat,

k = standart dönüştürme faktörüdür.

Denklemden kolayca anlaşılacağı gibi standart dönüştürme faktörünün piyasa fiyatı ile çarpımı bize gölge fiyatı vermektedir. [22]

Bu oran her proje için tekrar tekrar hesaplanmaktan ziyade, planlama teşkilatları gibi devlet kuruluşlarının yıllık raporlarında yer almalıdır. [11]

#### c. Gölge İşçi Ücretleri

Gölge işçi ücreti aslında iş gücünün fırsat maliyeti olarak tanımlanabilir. Normal şartlar altında gölge işçi ücretleri ve piyasa işçi ücretleri birbirlerine yakın hatta eşittirler. Fakat özel sektördeki ağır çalışma şartlarına karşılık verilen düşük ücretler, yüksek işsizlik ile savaşılan ülkelerdeki asgari ücret altında çalışan kaçak işçiler veya asgari ücretten daha fazla kazanan kayıtsız işle meşgul kişiler dolayısıyla gölge işçi

ücreti ile piyasada verilen ücretler arasında farklılıklar oluşmaktadır. Yüksek işsizlik oranları gözlenen ülkelerde gölge işçi ücretleri, piyasa değerlerinden az olabilir.[22]

- Vasıflı işçilerde, daha önce çalıştıkları benzer işlerden aldıkları ücretler ya da piyasada verilen ücretler gölge fiyat sayılabilir.
- Vasıfsız işçiler için ise eğer işçi daha önce işsiz ise gölge fiyat işsizlik maaşından ve bu yüzden yararlandığı hizmetlerden az olmamalıdır. Eğer işçi daha öncesinde kayıtsız bir iş yapıyorsa, gölge fiyat bu işten kazandığı miktardan az olmamalıdır.

### **Proje çıktıları için gölge fiyatların hesaplanması**

Proje çıktılarının gölge fiyatları hesaplanırken ödeme istekliliği (,Willingness to Pay') metodu uygulanmaktadır. Bu kavram bir tüketicinin bir mal veya hizmet karşılığında ödemeye hazır olduğu en yüksek fiyat anlamına gelmektedir. Proje için doğrudan faydalar, piyasa dışı etkiler ve dışsallıklar bu yöntemle hesaplanmaktadır.[23]

Özellikle ekonomik fizibilite analizinde çok önemli yer tutan ve herhangi bir maddi karşılığı olmayan etkilerin ve çevresel dışsallıkların gölge fiyatlarının hesaplanması çok önemlidir. Ekonomik fizibilitede dikkate alınan çevresel dışsallıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir [15];

- Gürültü
- Hava kirliliği
- Sera gazlarının salınımı
- Verimli toprak kirliliği
- Su kirliliği
- Ekosistem bozulması
- Görüntü kirliliği
- Titreşim

Yukarıda görüldüğü gibi bu dışsallıklar bir projenin değerlendirilmesinde önemli kriterler oluşturmaktadır. Bu yüzden gölge fiyatlandırma ile mali karşılıklarının bulunması gerekmektedir.

#### **4.6.3 Ekonomik analiz**

Fiyatlarda gerekli düzenlemelerin yapılmasının ardından, projenin ekonomik performansının değerlendirilmesine geçilir. Bu kısımda Ekonomik Net Bugünkü Değer, Ekonomik İç Verimlilik Oranı, Fayda-Maliyet oranı gibi matematiksel yöntemler ile projenin ekonomik analizi yapılır.

Bu kısımda elde edilen sonuçlara göre bir karar verilir. Ekonomik net bugünkü değeri sıfırın altında kalan veya ekonomik iç verimlilik oranı projeden beklenen karlılık oranından düşük olan projeler, kamu yararına yapacağı katkının yeterli olmaması nedeniyle reddedilebilirler.

#### **4.7 Risk Analizi**

Fizibilite raporunun bu kısmında, mali ve ekonomik fizibilite kısımlarında matematiksel yöntemler ile elde edilen Net Bugünkü Değer, İç Verimlilik Oranı gibi değerlerin üzerinde hangi değişkenlerin ne kadar ve hangi yönde etkisi olduğunu gözlemlemek amacıyla duyarlılık analizi yöntemi uygulanır.





## 5. ULAŞTIRMA PROJELERİ İÇİN FİZİBİLİTE RAPORLARI

### 5.1 Bölgesel Şartların Tanımı

Bir ulaştırma projesinin hedefleri, yani altyapının yerine getirmesi gereken belirli işlevler, projenin yapıldığı bölge ve ülkeyle uyumlu olmak durumundadır. Temel unsurları özetlemek açısından, bu bölümde asgari olarak Çizelge 5.1'deki bilgiler sunulur.[15]

**Çizelge 5.1 : Bölgesel Şartlar.**

Sosyoekonomik Gidişat	GSYİH'deki artış Demografik değişiklikler Endüstriyel ve lojistik yapılar ve gelişmeler İstihdam tahminleri Altyapının yapılacağı bölgedeki sektörlerin bilgisi
Siyasi, Kurumsal Yapı	Uzun vadeli ulusal, bölgesel ve yerel kalkınma planları ve stratejileri Önceden mevcut planlama yetkileri ve kararları
Mevcut Servis Koşulları	Bölgedeki mevcut ulaştırma altyapısı ile ilgili detaylı bilgi Varolan alternatif ulaştırma modları ile aradaki rekabet bilgisi Proje performansını etkileyecek planlı ve/veya son dönemde devreye girmiş yatırımlar Geçmişe ve şimdiye yönelik trafik bilgileri Bölgedeki motorizasyon, hareket kabiliyeti ve erişim ile ilgili istatistikler Şu an sağlanan servisin teknik özellikleri Servis kalitesi, sıklığı ve güvenliği Altyapı kapasitesi

## 5.2 Hedeflerin Tanımı

Bu bölümde ulaştırma projesinin ana hedefleri açıkça belirtilir. Bu hedefler genellikle ulaştırma projesinin etki alanındaki yolcu ve taşınabilir malların seyahat koşullarının iyileşmesinin yanı sıra, çevresel etkilerin azaltılması ve refah düzeyiyle alakalı hedeflerdir. Ulaştırma projeleri genellikle aşağıdaki hedefleri ele alacaktır;

- Kapasite kısıtlamalarını çözerek bir ağ, bağlantı veya düğümdeki tıkanıklığı azaltmak
- Seyahat hızlarının artırılması ve işletme maliyetlerinin ve kazaların azaltılması ile bir ağ, bağlantı veya düğümdeki kapasiteyi ve/veya performansı arttırmak
- Bir ağın, bağlantı yolunun veya bir düğüm noktasının güvenilirliğini ve güvenliğini arttırmak
- Sera gazı emisyonunu ve hava kirliliğini en aza indirmek, ve çevresel etkileri sınırlandırmak
- Projenin yapılacağı bölgenin erişimini arttırmak

Hedefler ulaştırma master planı ile uyumlu bir şekilde açıklanmalıdır. Mümkün olduğunca bunlar nicelik kazanmalı ve mantıksal olarak proje faydalarıyla ilişkilendirilmiş göstergeler kullanılarak hedef alınmalıdır. Örneğin beklenen trafik hacimleri, seyahat süreleri, ortalama hızlar gibi göstergeler belirlenen hedeflerin sağlanması ile proje faydalarının arasındaki bağlantıyı göstermek için kullanılmalıdır.

## 5.3 Projenin Tanımı

Altyapıyı kısaca ama açıklayıcı bir şekilde anlatmanın en iyi yolu yatırım hedefleriyle tutarlı olması gereken işlevlerini belirtmekle başlar. Daha sonraki adım projenin tamamen yeni bir yatırım mı yoksa daha önceden yapılmış bir projeye bağlantı veya mevcut projenin genişletilmesi, yenilenmesi vs. mi olacağına dair bir açıklamadır. En son olarak projenin detaylı fiziksel açıklaması yapılmalıdır.

Ulaştırma sektöründe bir projenin tek başına değerlendirilmesi ve tanımlanması oldukça zordur. Çünkü çoğu zaman bu projeler daha büyük projelerin, daha geniş ağların bir parçası olurlar. Proje tanımlanmasında temel ilke her zaman tek başına bir sosyoekonomik ve teknik birim olması gerekliliğidir. Proje diğerlerinden bağımsız bir şekilde işlevsel ve yararlı olabilmelidir.

## 5.4 Trafik Hacim Tahminleri

Bir ulaştırma projesinin, fizibilite etüdü yapılabilmesi için, projenin talep analizinin yapılması gerekmektedir. Bu kısımdan elde edilecek veriler daha sonra yapılacak finansal ve ekonomik analizlerde kullanılacaktır. Bu yüzden sağlıklı sonuçlar elde etmek çok önemlidir.

### 5.4.1 Talep analizini etkileyen etmenler

Ulaştırma projeleri öncesinde yapılan talep analizi bazı kritik değişkenlere karşı duyarlılık göstermektedir.[15] Bunlar;

- Demografik değişkenler; yaş aralıklarına göre nüfus, eğitim düzeyleri, üretken olan nüfus vb.
- Sosyoekonomik değişkenler; bölgedeki gayri safi milli hâsıla, işsizlik seviyesi, ulaşım altyapısının şu anda veya gelecekte hizmet edeceği bölgenin ekonomik yapısı
- Endüstriyel, taşımacılık yapısındaki değişkenler; Yoğun endüstriyel faaliyetlerin yeri, doğal kaynaklar, ana ulaşım merkezleri (limanlar, havalimanları vb.), lojistik yapısı ve tedarik zincirindeki gelişme ve değişimler
- Kalite, zaman ve fiyat açısından esneklik; Beklenen trafik ölçülürken fiyat aralığı kalite ve seyahat zamanı göz önünde bulundurulması gereken en önemli özelliklerdendir.
- Ulaştırma projesinin karşılaştırıldığı diğer ulaşım modlarındaki kapasite kısıtlaması; Mevcut ya da plan aşamasında olan ve ulaştırma projesinin etki bölgesinde bulunan diğer modlara kayabilecek yolcuların tahmini trafik hacim hesaplamasında önemli bir rol oynar.
- Mekânsal değişiklikler; Trafik potansiyelinin dağılımda farklılığa yol açabilecek değişimler
- Trafik yönetimi politikalarında değişikler; Örneğin bazı bölgelerde otomobil kullanımında kısıtlama veya diğer modlara uygulanabilecek ekstra vergiler vb.
- Teknolojik gelişmeler; Projenin maliyetine etki edebilecek teknolojik gelişmeler

Bu değişkenlerin gelecekteki eğilimlerinin belirsizliği göz önüne alındığında, genel olarak 3 farklı trafik hacim tahmini (yüksek ihtimal, muhtemel, düşük ihtimal) yapılması önerilmektedir.

#### **5.4.2 Yöntem ve girdiler**

Trafik hacim tahmini için bazı varsayım ve kabuller yapılmalıdır. [13]

- Trafik incelemesini ve ilgili ekonomik girdileri sınırlandırmak için proje etki alanı belirlenmelidir.
- Ulaştırma modları arasındaki rekabet derecesi ve tamamlayıcılık ortaya konulmalıdır. Özellikle, rakip modlar ve alternatif güzergâhlar, kullanıcılar için ücretler ve maliyetler, fiyatlama ve düzenleme politikaları, sıklık ve kapasite kısıtlamaları ve beklenen yeni yatırımlar değerlendirilmelidir
- Vergi kanunlarındaki değişimler, yakıt ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar gibi geçmiş eğilimlerdeki değişimler gözlenerek bazı varsayımlar yapılmalıdır.

Trafik modellemesi genellikle şebeke üzerindeki trafik dağılımının simülasyonunu sağlayan ve böylece, ulaşım arz ve talebindeki değişmelere, zaman içinde yolculukların nasıl tepki vereceğini gösteren talep analizi için gereklidir. Çok basit modellemelerden, oldukça karmaşık olan modellemelere kadar birçok modelleme türü mevcuttur. Karmaşık modeller belirli bir süre boyunca çok sayıda taşıma hareketini tanımlamak için talep yapısı, ulaşım ağı ve dinamikleri (zaman çizelgeleri, bağlantılar vs.) hakkında önemli miktarda bilgi içermektedir. Uygun modelin seçimi test edilecek olan seçeneğin niteliğine, coğrafi konumuna, kapsamına, boyutuna ve muhtemel kilit etkileri dâhil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır yani her ulaşım projesi için doğru olan bir modelleme türü yoktur. Genel anlamda ulaşım projesinin ne kadar karmaşık ve büyük olduğu modellemenin türünü belirlemede etkilidir.

#### **5.4.3 Trafik tahmini çıktıları**

Tahmin çıktıları, finansal ve ekonomik analiz için gerekli tüm parametreleri sunmalıdır. Ulaştırmada her alt sektörün (Karayolu, demiryolu vs. ) kendine özgü çıktıları olmasına karşın Fayda - Maliyet analizi için aşağıdaki çıktılar alınmalıdır. [15]

- Birim zaman ve/veya ortalama yol uzunluğu başına mutlak değerdeki araç sayısı

- Hız sınıfı ve yol sınıflandırılmasına göre araç sayısı
- Yolcu-saat ve yolcu-km ve tam yolcu sayıları
- Toplam ton, ton-saat ve ton-km bazında kargo trafiği
- Yolculuk zamanı ve diğer performans kriterleri

Ayrıca trafik tahmini çıktıları, trafiğin projeye yönelik davranışsal tepkisini de göstermelidir. Bu tepkiler:[13]

- Mevcut Trafik; Projenin yapılmasının planlandığı güzergâhtaki mevcut trafik
- Yönlendirilen Trafik; Projenin diğer güzergâhlardan veya modlardan kendine çektiği trafik
- Oluşturulan Trafik; Güzergâhtaki iyileştirmeden dolayı oluşan ekstra trafik

Bu Trafik türlerinin sosyoekonomik katkıları birbirinden farklı olduğunda dolayı, ekonomik fizibilite raporunda ayrı ayrı değerlendirilir.

Trafik tahmini ayrıca projenin planlandığı güzergah üzerindeki toplam yolculuğun ne kadarının iş yolcuğu ne kadarın iş dışı yolculuk olduğunu vermesi daha sağlıklı bir ekonomik analiz yapılmasına yardımcı olacaktır.

## **5.5 Finansal Fizibilite**

### **5.5.1 Yatırım maliyeti**

Yatırım maliyeti ve yenileme maliyeti her proje için farklı kalemler alınarak hesaplanır fakat genel olarak aşağıdakiler dikkate alınır.[13]

- Tahminlerde dayanak noktası olarak benzer nitelikte projeler baz alınır ve en son teknoloji göz önünde bulundurulur.
- Projenin hem toplam hem de birim maliyetleri hesaplanır ( maliyet/km, bir tren seti maliyeti vb. )
- Maliyeti yüksek olan sanat yapılarının (tünel, köprü vb.) ayrı bir çizelgede gösterilmesi önerilir. Böylece kıyaslama yapmak kolaylaşacaktır
- Projenin tam anlamıyla işlemlerini sağlayacak tüm işleri ( diğer ağlarla bağlantı yolları ve geçişleri, ilgili modlarla olan istasyon bağlantıları vs. ) içermelidir

- Arazi maliyetleri ve çevresel koruma maliyetleri ( gürültü bariyerleri ve diğer gürültü önleme yöntem maliyetleri, drenaj, yeşillikler, yabancı hayvan geçiş noktaları vb.) yatırım maliyeti içerisinde alınmalıdır

### **5.5.2 İşletme ve bakım maliyetleri**

Ulaştırma alanında İşletme ve Bakım Maliyetleri genelde aşağıdaki gibi gruplandırılır;[15]

- Altyapı işletme maliyetleri; Günlük bakım maliyetleri, malzeme maliyetleri, enerji vb.
- Servis işletme maliyetleri; Personel maliyetleri, trafik yönetim maliyetleri, enerji tüketimi, malzemeler, tren seti bakım maliyetleri vb.
- Hizmet yönetim maliyetleri; Hizmet yönetim maliyetinin kendisi, şirket giderleri, binalar vb.

İşletme ve Bakım Maliyetleri aşağıdaki iki türü de kapsamalıdır.

- Rutin bakım; Altyapıyı teknik olarak güvende tutmak, günlük işleyişine devam etmesini sağlamak ve altyapıda oluşabilecek bozulmaların önüne geçmek için yapılan bakımlardır.
- Periyodik bakım; Altyapının asıl durumunu korumak için yapılan tüm bakımlardır.

İşletme ve Bakım maliyetleri projeli ve projersiz durum için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Projersiz durum göz önüne alındığında eğer mevcut bir proje var ise rutin ve periyodik bakımların maliyetleri detaylı hesaplanmalıdır. Aksi takdirde projeli ve projersiz durum için fark artar.

### **5.5.3 Gelirler**

Ulaştırmada finansal gelir olarak, yolculara uygulanan ulaştırma hizmet ücretleri veya ulaştırma hizmetinin satış geliri veya ulaştırma hizmeti bünyesinde satılan veya kiralanmış arazi veya binaların gelirleri olarak alınır. Yapılan gelir tahmini, talep esnekliği ve trafik modellemelerinden elde edilen çıktılarla uyumlu ve tutarlı olmalıdır.[9] Gelir tahminleri aşağıdakilere dayandırılmalıdır;

- Trafik hacim tahmini ( yolcu ve kargo trafiğindeki değişimler)
- Fiyatlandırma

- Trafik tepkileri
- Sübvansiyonlar

Çizelge 5.2’de ulaştırma türüne göre tipik bir gelir listesi verilmiştir.[15]

**Çizelge 5.2 : Gelir tipleri listesi.**

Ulaştırmadan elde edilen gelirler		Ulaştırma dışı gelirler
Karayolu	- Geçiş ücretleri	- Artık malzeme gelirleri - Hizmet noktalarının kira gelirleri - Hizmet noktaları reklam gelirleri
Demiryolu	- Demiryolu kullanım ücretleri - Yolcu bilet ücretleri	- Tren ve İstasyonlarda reklam gelirleri - İstasyonlardaki ticari mülk gelirleri
Şehiriçi ulaşım	- Bilet ücretleri	- İstasyonlardaki ticari mülk gelirleri - Araçlardaki ve istasyonlardaki reklam alanlarının kiralanması
Havayolları	- İniş ve kalkış ücretleri - Yolcu ücretleri - Park ücretleri - Kargo ücretleri	- Ticari hizmetler - Emlak kiralama - Gıda sektörü - Reklam - Otopark
Limanlar	- Havza, rıhtım ücretleri vb. - Kargo gemi tarifeleri	- Ticari mülkler - Lojistik - Gemi üstü reklamlar

Eğer ulaştırma projesinin gelirleri, işletme maliyetini karşılamaya yetmiyorsa başka fonlardan sübvansiyonlar ile aradaki fark kapatılarak, projenin devamlılığı sağlanır. Daha önce belirtildiği gibi bu sübvansiyonlar, finansal analize dahil edilmez.

## 5.6 Ekonomik Fizibilite

Ulaştırma projelerinde dolaysız faydalar aşağıdakilerin değişimi gözlenerek ölçülür.[21]

- Tüketici fazlası; Belirli bir yolculuk için piyasada oluşmuş fiyat ile tüketicinin ödemeye razı olduğu fiyat arasındaki farktır. Genelde ulaştırma maliyeti bir kullanıcının 'a' başlangıç noktasında 'b' varış noktasına kadar belirli bir ulaştırma modu kullanarak giderken harcadığı para ( geçiş ücreti, yakıt ücreti vs.) artı zamanın para değeri olarak hesaplanmaktadır. Bu genel kavramların herhangi birinde uygulanan bir azalma bizim karşımıza tüketici fazlası olarak çıkacaktır. Tüketici fazlası hesaplanırken göz önünde bulundurmanız gereken ana öğeler;
  - Kullanıcılar tarafından ödenen ücretler
  - Yolculuk süresi
  - Karayolu kullanıcıları için araç işletme ücreti
- Üretici fazlası; Üreticinin elde ettiği gelirlerden, maliyetin çıkarılması ile bulunur. Toplu taşıma projeleri veya paralı yol projelerinde özellikle bu projelerle yeni trafik oluşturuluyor veya yüksek oranda trafik bu bölgeye aktarılıyorsa üretici fazlasındaki değişiklik yüksek olacaktır.
  - Kullanıcı tarafından ödenen ücretler
  - İşletme maliyeti

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kullanıcı tarafından ödenen ücret, tüketici fazlasında maliyet olarak yansımaktayken, üretici fazlası hesaplanırken gelir hanesinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle aslında varolan trafik için kullanıcının ödediği ücret ekonomik analizde anlamsızlaşmaktadır fakat yönlendirilen ve oluşturulan trafik için durum böyle değildir. O yüzden ulaştırma projelerinde ekonomik analize iki farklı yönden bakabilir.[13]

- Trafik hacminin hiç değişmeyeceğinin öngörüldüğü durumlarda tüketici ve üretici fazlasındaki değişimlerin incelenmesine gerek yoktur. Burada sadece zamanın değeri, araç bakım maliyetleri gibi doğrudan kullanıcıya yönelik faydalar hesaplanır.



- Trafik hacminin veya ücretlendirmenin değiştiği öngöröldüğü projeler için tüketici ve üretici fazlasında ki değişimler dikkate alınmalıdır.

Bunlara artı olarak her yeni ulaştırma projesi güvenlik ve çevresel etki üzerinde piyasa dışı bir etki yaratmaktadır.[15]

Bu etkiler aşağıdaki Çizelge 5.3'te verilmiştir;

**Çizelge 5.3 : Fiyatlandırma Yöntemleri.**

Etki	Değerlendirme Yöntemi
Yolculuk süresinde azalma	Belirtilen Tercih Gözlenen Tercih Tasarruf yaklaşımı
Araç İşletme Maliyetinde azalma	Piyasa değer
Taşıyıcı işletme maliyetlerinde azalma	Piyasa değer
Kaza maliyetlerinde azalma	Belirtilen Tercih Gözlenen Tercih İnsan Sermayesi Yaklaşımı
Gürültü emisyonları	Hedonik fiyatlandırma yöntemi WTP/WTA dengesi
Hava Kirliliği	Gölge fiyatlandırma
Sera gazı salınımı	Gölge Fiyatlandırma

Çizelge 5.3'te bulunan ekonomik etkiler dışında başka etkiler de sıralanabilir. Örneğin; bir havaalanı projesinin bölge halkına sağlayacağı istihdamdan, bölgedeki ekonomik faaliyetleri hızlandıracağından ve turizmi arttıracağından bahsetmek mümkündür.

### **5.6.1 Yolculuk süresi**

Yolculuk süresinde azalma yeni yapılacak olan ya da mevcut bir altyapının geliştirilmesinden meydana gelen oldukça önemli ekonomik bir faydadır.

#### **5.6.1.1 Yolcu yolculuk sürelerinde azalma**

Fayda- Maliyet analizi yapılırken yolculuk süresinin zaman değer hesaplanmasında birçok yöntem kullanılmaktadır. Fakat öncelikle değer hesaplanacak yolculuk süresinin iş için yolculuk veya iş için olmayan yolculuk olarak ayırmak gereklidir.

Bunun için ilk yöntem ampirik bir araştırma ve/veya sosyoekonomik anketler ile projenin yapılacağı bölgedeki ya da daha genel anlamda ülkedeki yapılan yolculukların ne kadarının iş bağlantılı ne kadarının olmadığı ortaya konulabilir ve zamana ortalama bir para değeri atanabilir.[22]

Bir diğer yöntem olan ‘maliyetten tasarruf yöntemi’ iş bağlantılı olan yolculuk sürelerinin işveren için, bu süreyi çalışanından herhangi bir verim alamadığı kabulü üzerinden, bir maliyet olduğunu kabul etmektir. Bu yöntemi kullanmak için; Bölgedeki ya da ülkedeki saatlik ortalama brüt maaş ulusal istatistik kurumu verilerine dayandırılarak hesaplanır. Hesaplanan bu değere diğer çalışan maliyetleri (ücretli izinler, işveren vergileri vb.) ve genel giderler de eklenmelidir. Bu yöntem oldukça kolay ve etkili bir yöntem olup bölgenin duruma göre başka değişkenler eklenerek zenginleştirilebilir. İstihdam durumu, bölgede ve ülkedeki endüstriyelleşme oranı, kullanılan ulaştırma modları, yürüme ve bekleme mesafeleri, yolculuk mesafeleri ve yolculuk koşulları zamanın para değerini eklenebilir faktörlerdir. İş dışı yolculuk değeri ise bulunan değer %25 ila %40 ı kadar kabul edilebilir.[15]

#### **5.6.1.2 Yük taşımacılığında yolculuk sürelerinin azalması**

Yük taşımacılığında ise zamanın kısalması; yük taşımacılığı yapan sürücü maliyetinde azalma, yük taşınması yapan aracın işletme maliyetinde azalma ve taşınan malın zamanında yerine ulaşmasında oluşan kolaylık nedeniyle önemlidir. Fakat yük taşımacılığındaki zamanın değeri bir projenin fizibilite raporuna sadece taşımacılıkta çok kökten bir değişiklik yapıyorsa eklenmelidir.[22]

#### **5.6.1.3 Hesaplanan zaman değerlerinin kullanılması**

Güzergâhı hâlihazırda kullanan yolcular öncelikle iş bağlantılı ve olmayan şeklinde ayrılır ve daha sonra projeli ve projersiz durum için yolculuk süreleri belirlenerek, iki senaryo içinde zamanın parasal değeri hesaplanır. Aradaki fark bize bu güzergâh için oluşacak zamanın faydasını verecektir.

Proje güzergâhına başka modlardan ya da güzergâhlardan kayacak yolcular ve oluşturulacak trafik yolcuları için ise genel kabul görmüş bir yöntem bulunmasa da en kullanışlı yöntem yarım kuralının uygulanmasıdır. Bu yöntem tamamen sıfırdan yapılacak olan projeler için kullanması güç bir yöntem olsa da mevcut altyapının rehabilitasyonu için yapılan çalışmalarda kullanılabilir.

Zamanın değeri hesaplanırken en çok dikkat edilmesi gereken husus, hesaplamanın yolcu sayısı üzerinden yapılması, eğer elde veri olarak araç sayısı varsa bunun gerekli dönüşümler ile yolcu sayısına geçilerek hesap yapılmasıdır.

### **5.6.2 Karayolu araç kullanım maliyeti**

Araç kullanım maliyeti, araç sürücüsüne yansıyan yakıt tüketimi, lastik aşınması, tamir ve bakım giderleri vb. her türlü gideri kapsayan maliyete denir. En çok etkisini karayolu projeleri veya karayolu rehabilitasyon projelerinde gösterse de sadece yol, karayolu projeleri için değil ulaştırma alanında yapılan tüm projeler değerlendirmelerinde göz önünde bulundurulmalıdır.

#### **5.6.2.1 Karayolu araç kullanım maliyetinin hesaplanması**

Öncelikle her tip araç için yakıt tüketim gideri, lastik aşınması gideri, yağ tüketim gideri, tamir giderleri, genel bakım giderleri, kasko genel giderleri gibi giderleri kapsayan birim araç kullanım maliyeti hesaplanmalıdır.[22]

Var olan trafik için araçlar sınıflandırılmalı ( hususi otomobil, ticari otomobil, kamyon vb.) ve trafikte ki sayıları saptanmalıdır. Ulusal çalışmalar neticesinde araç türlerine göre, yol hız ve geometrilerine göre birim araç kullanım maliyetleri belirlenmelidir. Her iki senaryo için uygun birim maliyetler kullanılarak hesap yapılmalı ve aradaki fark kullanılmalıdır.

### **5.6.3 Hizmet operatörleri için işletme maliyeti**

Demiryolları, havaalanları, liman gibi yapılarda ilk kullanıcı olarak tanımlayabileceğimiz hizmet operatörleri, son kullanıcı olan yolcular için hizmet verirler. Eğer yeni yapılacak olan projenin hizmet operatörü için kayda değer bir katkısı var ise ekonomik analize eklenmelidir.[23]

### **5.6.4 Kaza maliyeti**

Her ulaşım modu doğası gereği kaza riski barındırmaktadır. Bu kazalar mekanik kusurlardan kaynaklanabileceği gibi, insan hatalarından da kaynaklanabilir. Güvenlik ön planda tutularak projelendirilen, eksiksiz ve kaliteli bir biçimde uygulanan projeler kaza oranlarını düşürür ve bu düşüş projenin değerlemesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaza maliyetlerinin azalmasından oluşan fayda genellikle karayollarından gelmektedir. Fakat bu ekonomik faydanın sadece karayolu projelerinde kullanılacağı anlamına gelmez. Yolcuların istatistiki olarak daha güvenli modlara aktarıldığı öngörülen projelerde de bu değer fayda olarak ekonomik analizde yerini almalıdır.

Kaza maliyetlerini oluşturulan faktörler, dolaylı ve dolaysız olmak üzere ikiye ayrılabilir. Kaza sonrası yaralanmaların uzun ve kısa dönem devam eden tedavi masrafları, tüm yönetsel ( polis, mahkeme, tutanak vs.) masraflar, acil servis ve sigorta masrafları dolaysız masraflar sınıfına girerler. Dolaylı masraflar ise kaza nedeniyle ölen ve yaralanan kişilerin topluma sağlayacakları üretkenliklerinin kaybı şeklinde tanımlanır.[24]

Bu üretim kaybının değerini hesaplamak için kullanılacak bir yöntem İstatistiksel yaşam değeridir ki bu toplumun, herhangi bir bireyin kaybını önlemek için ekonomik olarak verimli gördüğü değerdir.

Bu değeri hesaplamak için kaza başına hafif - ciddi yaralı ve ölü ortalama sayısını, çalıştığımız proje için olan milyar araç-km bazında kaza oranlarını, eğer çalıştığımız proje için yoksa yol tipine göre olan kaza oranlarını ve projeli ve projersiz durum için araç-km tahminini kullanmak gereklidir.[15]

### **5.6.5 Gürültü**

Gürültü kirliliği, trafik, endüstriyel tesislerdeki çalışmalar, inşaat gibi insan aktivitelerinden kaynaklanan istemeyen, rahatsız edici ses olarak tanımlanmaktadır. Gürültünün ekonomik karşılığı aşağıdakilerden kaynaklanmaktadır:[21]

- Yapılmak istenen aktiviteyi sınırlandırmasından dolayı kaynaklanan rahatsızlık
- İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri (kardiyovasküler hastalıkların 50 db ve üzeri seslerde tetiklenme ihtimali vardır)

Ulaştırma altyapılarının oluşturduğu gürültünün parasal değerini hesaplamak için kullanılan birçok yöntem vardır.

Önerilen yöntem koşullu değerlendirmedir. Gürültü değerini, gürültüyü kabul etmeye isteklilik ile gürültüyü engellemek için ödeme istekliliği arasındaki fark belirler. Gürültü maliyeti gün içerisindeki zamana, nüfus yoğunluğuna ve gürültü seviyesine göre farklılık göstermektedir.[21]

Bir diğerk yöntem ise hedonik fiyatlandırma yöntemidir. Bu yöntemde emlak fiyatlarının gürültü kirliliğı dolayısıyla ne kadar azaltdığı hesaplanarak bu maliyete ulaşılır. [22]

### **5.6.6 Hava kirliliğı**

Ulaştırma yatırımları hava kirliliğini tetikleyebileceğı gibi azalmasına da etki sağlayabilir. Bu tamamen yapılacak yatırımın türüne bağlıdır. Hava kirliliğı aşağıdaki değerkendirmeler sonrası fayda-maliyet analizine eklenmelidir.[21]

- Sağlık etkileri: Özellikle hava ulaşımından kaynaklanan emisyonlar solunum ve kardiyovasküler rahatsızlıklara yol açabilmektedir.
- Bina ve Malzemelere Zarar etkisi: Hava kirletenleri binalara üzerinde lekeler neden olmaktadır ayrıca bazı kirletenler binalar üzerinde aşındırıcı etki yapmaktadır.
- Ürün Kaybı: Hava kirliliğinin yoğun olduğu yerlerde tarımsal ürün kaybı ve azalması gözlenmektedir.
- Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Üzerine Etkileri: Hava kirliliğı NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> gibi bileşenler ekosistem ve biyoçeşitliliğe yüksek oranda zarar vermektedir.

Bu etkinin değerini hesaplamak için araç türüne göre emisyon değerleri ve bu değerlere karşılık gelen ekonomik değerler hesaplanmalıdır.

### **5.6.7 İklim değışikliği**

Ulaştırma projelerinde genel olarak karşılaştığımız sera gazları karbondioksit, azot oksit ve metan gazlarıdır. Bu gazlar küresel ısınmaya yol açtığı gibi biyoçeşitlilik ve ekosistem üzerinde de etki yapmaktadırlar. İklim değışikliği küresel bir etki olduğundan projenin yerinden bağımsız bir etkidir. [15]

Sera gazı salınımı etkisi hesaplanırken ulaştırma projesinin türüne göre yayınlanmış emisyon raporlarından yararlanılır.

### **5.7 Risk Analizi**

Ulaştırma projelerinde gerçek market değeri olmayan zamanın değeri ve kaza maliyetlerinde duyarlılık analizi yapmak önemlidir. Özellikle zamanın değeri bazı

projelerde çok önemli yer tutar bu yüzden bu parametrede oldukça hassas olunmalıdır. Aşağıdaki değişkenler üzerine duyarlılık analizi yapılması önerilmektedir; [21]

- Zamanın Değeri
- Kaza Maliyetleri
- GSYİH tahminleri ve diğer ekonomik değişkenler
- Trafiğin zamanla artış oranı
- Ulaştırma altyapısının tamamlanması için geçecek olan süre
- Yatırım ve Bakım maliyetleri
- Fiyatlandırma

**Çizelge 5.4 : Riskler.**

Riskler	
Mevzuat	Çevre koruma kanunlarının değişmesi
Talep analizi	Trafik tahminin beklenenden farklı çıkması
Tasarım	Yetersiz araştırma ve anket sonucu ortaya çıkan yetersiz tasarım Eksik hesaplanmış tasarım maliyeti
İdari	İdari izinlerin alınmaması
Arsa İstimlakı	Arsa fiyatlarının tahminlerden yüksek çıkması, Satın alımların gecikmesi
İnşaat Süreci	Proje maliyetinin aşılması, Sel, toprak kayması vb., Arkeolojik buluntular, Yüklenici firmadan kaynaklanan sorunlar
İşletme Süreci	Gişelerden geçişin beklenenden az olması, İşletme ve bakım maliyetlerin beklenenden fazla çıkması,
Diğer	Kamuoyunun projeye karşı olması

## **6. RAYLI SİSTEM PROJELERİNDE FİZİBİLİTE RAPORLARI**

Ulaştırma projeleri alt başlığında yer alan raylı sistem projelerinin fizibilite raporları, diğer ulaştırma projelerinde olduğu gibi bölgesel şartların tanımı, hedeflerin tanımı, projenin detaylı tanımı, teknik fizibilite, talep tahminleri gibi kısımların belirtilmesiyle başlar. Bu kısımlardan elde edilen bilgi ve veri ile projenin mali ve ekonomik fizibilitesi yapılır.

### **6.1 Raylı Sistem Projelerinde Finansal Fizibilite**

Yöntem olarak diğer ulaştırma projeleri için hazırlanan fizibilite raporları ile aynıdır.

#### **6.1.1 Raylı sistem projeleri yatırım maliyeti**

Raylı sistem projeleri ilk yatırım maliyeti yüksek olan projelerdir. Bu yüzden hesaplanırken dikkat edilmesi gerekmektedir. Planlama maliyeti, istimlak maliyetleri, yapım maliyetleri ve araç maliyetleri gibi farklı projeler için özelleşecek alt başlıklardan oluşmaktadır. Bu kısımda en büyük maliyet kalemini oluşturan yapım ve araç maliyetleri incelenecektir.

##### **6.1.1.1 Yapım maliyetleri**

Raylı sistem projeleri doğaları gereği birbirlerinden farklı altyapılara ihtiyaç duyarlar. Yapım maliyetleri bu farklı altyapılara göre değişkenlik gösterir. Raylı sistem projelerinde kullanılan araç türü, projenin yapılacağı yerin coğrafi ve jeolojik yapısı, yapım metodu, yolcu kapasiteleri gibi birçok parametre aynı veya farklı tipteki raylı sistem için farklı maliyetler hesaplanmasına yol açmaktadır. Aşağıda yapım maliyetleri hesaplanırken önemli yer tutan kalemler sıralanmıştır;

- Hat Yapım Maliyeti
- Tüneller
- Viyadükler
- Garlar

- İstasyonlar
- Elektromekanik işler

Public Purpose adlı kuruluşun yapmış olduğu bir araştırmaya göre ABD’de 1980’lerde yapılmış büyük kent içi raylı sistem projelerinde, yapım maliyetleri tahminlerin %46 üzerinde kalmıştır. [25] Bu gözönüne alındığında maliyet analizinin oldukça titiz yapılması, fizibilite raporu için büyük önem taşımaktadır.

### **6.1.1.2 Araç maliyetleri**

Raylı sistem projelerinde önemli bir yer tutan bir diğer kalem araç maliyetleridir. Projenin yapısına ve talep analizine göre araç seçimi yapılır.

### **6.1.2 Raylı sistem projeleri işletme ve bakım maliyeti**

Raylı sistem projelerinde işletme ve bakım maliyetleri için sistemi bir bütün yani hat, istasyon ve araçlar şeklinde düşünülmesi gereklidir. Aşağıda ana hatlarıyla işletme ve bakım maliyetleri sıralanmıştır; [26]

- Enerji Maliyetleri
- İstasyon bakım personeli maliyetleri
- Sabit tesislerin bakım maliyetleri
- Ekipmanların bakım maliyetleri
- Hat bakım maliyetleri
- Araç bakım maliyetleri
- Genel yönetim giderleri

Kentiçi raylı sistemler üzerine yapılan bir çalışmada, yıllık bakım maliyetleri USD/Yolcu/Km cinsinden metro için 0,0152, LRT için 0,1395, tramvay için ise 0,3116 olarak saptanmıştır. [27]

İşletme ve bakım maliyetleri için yapılan bir diğer çalışma, sistemin yaşına bağlı olarak işletme ve bakım maliyetlerinin doğru orantılı olarak arttığına işaret etmektedir [28]. Bu husus fizibilite raporu hazırlama sürecinde göz önünde bulundurulması gereken bir husustur.



### **6.1.3 Gelirler**

Raylı sistem projelerinde gelirleri, yük ve yolcu taşımacılığında elde edilen işletme gelirleri, istasyon ve garlarda uygun alanlardan elde edilen kira gelirleri ve reklam alanlarından alınan ücretler oluşturur.

İşletme gelirleri hesaplanırken kullanılacak olan talep analizi, raylı sistem projelerinin fizibilite raporları için büyük önem taşır. Bu konu hakkında yapılan bir çalışma, öngörülen ve hattın işletmeye açıldıktan sonra gerçekleşen yolculuk hacimlerini kıyaslamıştır. Bu kıyas sonucunda, öngörülen trafiğin, gerçekleşen trafik hacmine göre yüksek kaldığı gözlenmiştir [28]. Bu açıdan bakıldığında sağlıklı talep analizinin fizibilite açısından ne kadar önemli olduğu açıkça görülmektedir.

## **6.2 Raylı Sistem Projelerinde Ekonomik Fizibilite**

Raylı sistem projelerinin ekonomik fizibilite çalışmalarını yaparken aynı ulaştırma projelerinde olduğu gibi, yolculuk zaman değerleri, araç kullanım maliyetleri, kaza maliyetleri, çevresel dışsallıklar gibi parametreler göz önünde bulundurulur.

### **6.2.1 Yolculuk zaman değeri**

Yolculuk zaman değerinin, raylı sistem projelerine olan ekonomik etkisi oldukça yüksektir. Özellikle yüksek trafik yoğunluğu gözlenen şehirlerde bu oran oldukça yükselmektedir. Raylı sistem projeleri yük taşımacılığı yolculuk süreleri içinde önemli avantajlar sağladığından, demiryolu projelerinde yük taşımacılığının etkisi de hesaba eklenmelidir.

Ayrıca raylı sistem rehabilitasyon ve modernizasyon projelerinde de, proje hızı değişikliği ile ortaya çıkan zaman değeri faydası hesaplanmalıdır.

### **6.2.2 Araç kullanım maliyetleri**

Raylı sistem projelerinde hem karayolu araçları hem de raylı sistem araçları için işletme maliyeti hesaplanarak projeli ve projesiz durumlar için karşılaştırılması yapılmalıdır.

### **6.2.3 Çevresel dışsallıklar**

Raylı sistem projeleri çevreye duyarlı projelerdir. Bu açıdan bakıldığında ekonomik fizibilite anlamında çok fark yaratmasa da, bu yönlerini ortaya koymak açısından ekonomik fizibiliteye dahil edilmelidir.



## 7. RAYLI SİSTEM PROJELERİ İÇİN YAPILMIŞ FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde raylı sistem projeleri için yapılmış olan fizibilite çalışmalarında kullanılan parametrelerin karşılaştırılması yapılacaktır. Karşılaştırılması yapılacak olan fizibilite çalışmalarına ait projeler aşağıda sıralanmıştır.

### 4. Levent – Hacıosman Metrosu

Proje konusu, 4. Levent – Hacıosman arasındaki 7,165 km ve 4. Levent – Seyrantepe arasındaki 1.3 km hat yapımı, 5 istasyon ve bir depo sahası inşaatını içeren metro hattı projesidir. Yapılan talep analizi sonuçlarına göre 2010 yılında 301.022 yolcu/gün, 2023 yılında 474.652 yolcu/gün, 2034 yılında 604.852 yolcu/gün olacağı tahmin edilmiş olup, toplam maliyeti 576.000.000 \$ olarak öngörülmüştür. Aşağıda Şekil 7.1’de metro hattının güzergahı gösterilmiştir.[29]



Şekil 7.1 : 4. Levent – Hacıosman Metro Hattı Güzergâhı.

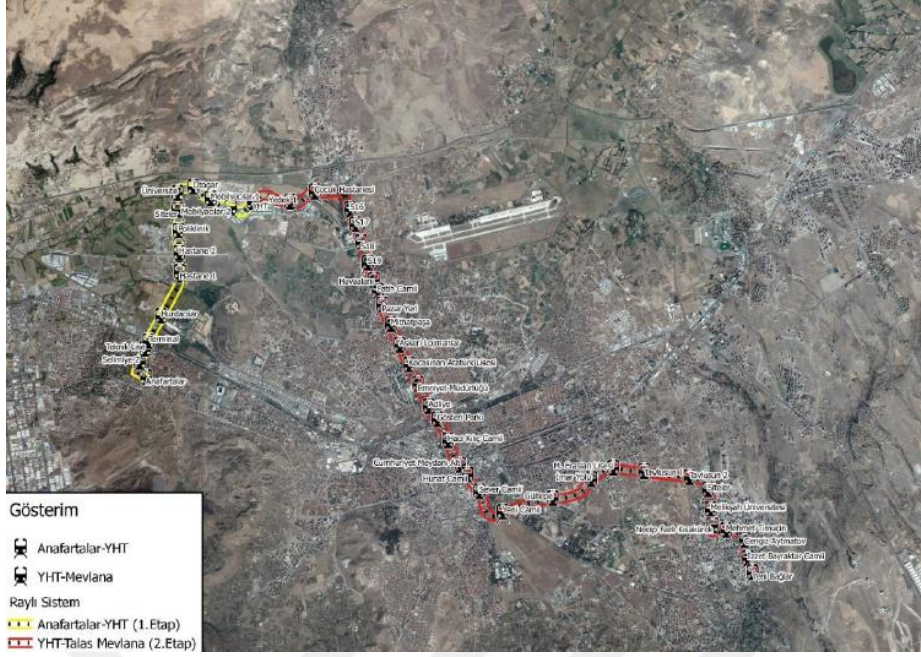
Planlanan raylı sistem hattının, kentin son derece dinamik ve hızla gelişen bölgelerinde yer alması, ulaşım etüdünde arazi kullanımını ve diğer ulaşım türleriyle etkileşimleri göz

önüne alan bir yaklaşımın kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu yüzden yolculuk talep analizi yapılırken İTÜ tarafından İstanbul Büyükşehir Belediyesi için hazırlanmış olan ‘İstanbul Ulaşım Ana Planı’ kapsamında 1996 yılı verileri ile kalibre edilen ulaşım modeli kullanılmıştır. Modelde 244 iç, 6 dış olmak üzere 250 trafik analiz bölgesi bulunmakta ve dört aşamalı bu model, proje konusu metro hattı üzerinde, gelecekte oluşması beklenen yolculuk taleplerinin, diğer ulaştırma sistemleri ile etkileşimlerini de göz önüne alan bir sistem yaklaşımı ile tahmin edilmesine olanak vermektedir. Söz konusu ulaşım modelini, 2003 yılı trafik sayımları ve toplu taşıma yolculuk verileri ile geçerlilik sınaması yapılmıştır. Bu veriler ışığında, fizibilite raporu için projersiz durum olan ‘Yenikapı – 4.Levent Metro Hattı’ üzerindeki ve projeli durum olan ‘Yenikapı – Ayazağa- Hacı Osman Metro Hattı’ ve ‘4.Levent Sanayi – Seyrantepe’ arasında mekik şekline çalışması öngörülen metro hatları için yolculuk talep tahminleri yapılmıştır. Fizibilite raporuna konu olan bu hat 2011 yılının Nisan ayında hizmete açılmıştır.

#### **Kayseri Anafartalar – YHT – Talas Mevlana Tramvay Hattı**

Kayseri Büyükşehir Belediyesi’nin ulaşım master planında yer alan bu proje iki etap şeklinde yapılması planlanmış olup, birinci etapta Kayseri Şehirlerarası Otobüs Terminali, yapımı devam eden Kayseri Bölge Araştırma Hastanesi, Mobilyacılar Sitesi ve planlanan Yüksek Hızlı Tren istasyonunun kent içi raylı sistem ile entegre olması planlanmıştır. Devamında gelecek olan ikinci etap ile ise kentte mevcut durumda bulunan doğu-batı aksında uzanan raylı sistem kuzey-güney aksı ile kent geneline hizmet eder hale getirmektir. Aşağıdaki şekilde tramvay hattının güzergahı gösterilmiştir.[30]

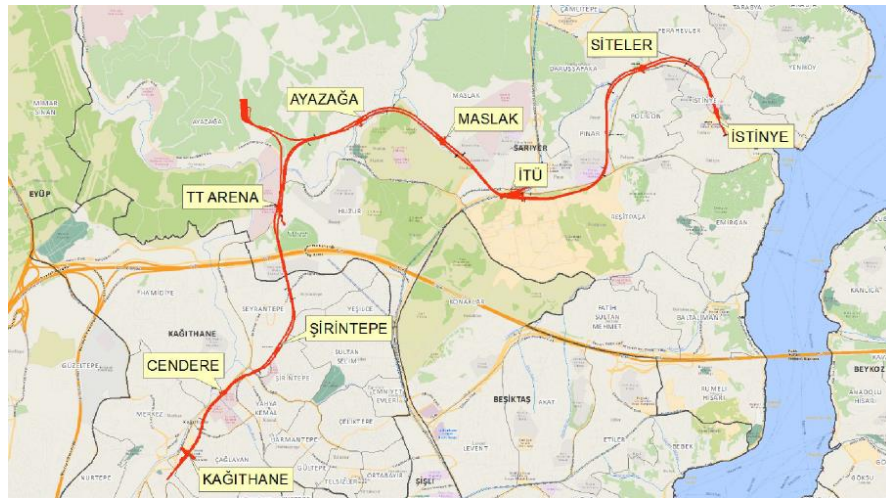
Aşağıda Şekil 7.2 de görülmekte olan sarı hat projenin 6,83 kilometrelik birinci etabını, kırmızı hat ise 19,06 kilometrelik ikinci etabını göstermekte olup, toplam hat uzunluğu 25,89 kilometredir. Fizibilite raporunda sadece birinci etap için hesap yapılmış olup, belirli katsayılar ile rapor tüm proje için sunulmuştur. Yapılan talep analizi sonuçlarına göre tramvay hattının, 2020 yılında 105.130 yolcu/gün, 2035 yılında 154.566 yolcu/gün, 2050 yılında 208.025 yolcu/gün taşıyacağı öngörülmüştür. İki etabın toplam maliyeti 641.767.750 TL olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 7.2 : Anafartalar – YHT – Talas Tramvay Hattı Güzergahı.**

### **İstinye – İTÜ – Kâğıthane Metro Hattı**

Metro hattı yaklaşık 12 kilometre olup, 9 istasyondan, Karayemiş şaftı ve bir depo sahasından oluşmaktadır. Proje İstinye'den başlayarak sırasıyla siteler, Karayemiş, İTÜ – Ayazağa, Maslak ve Ayazağa'dan geçerek TT Arena – Ali Sami Yen Spor Kompleksi, Şirintepe, Cendere ve Kağıthane'de sonlanmaktadır. İTÜ istasyonunda Yenikapı-Hacıosman metrosu ile entegrasyonu olacaktır. Ayrıca yapılacak olan Haliç – Kemerburgaz dekovil tramvay hattı ile de TT Arena istasyonunda bağlantısı yapılacaktır. Aşağıda Şekil 7.3'de metro hattının güzergahı gösterilmiştir. [31]



**Şekil 7.3 : İstinye – İTÜ – Kâğıthane Metro Hattı Güzergahı.**

Fizibilite raporu için yapılan yolculuk talep analizinde iki farklı model ve yöntem kullanılmıştır. Bunlardan ilki, İBB tarafından yürütülen İstanbul Ulaşım Ana Planı çalışması kapsamındaki model ve talep tahmin yöntemidir. İkinci yöntem ise, büyütme faktörü yöntemidir. Bu yöntem İUAP çalışmasındaki yolculuk taleplerinin , kentin mevcut gelişme yapısına bağlı olarak büyütülmesi ve yolculuk tahminlerinin yapılmasıdır. Bu yöntemler sonucu yapılan talep tahminlerine göre , 2021 yılında metro hattını 123.167 yolcu/gün, 2035 yılında 168.504 yolcu/gün, 2045 yılında 201.953 yolcu/gün yoğunluk beklenmektedir. Projenin toplam yatırım maliyeti 371.550.000 Euro olarak öngörülmüştür. 2016 yılının mayıs ayında inşaatına başlanmıştır.

### **Kabataş – Mecidiyeköy – Mahmutbey Metro Hattı**

Bu hat 22.7 km uzunluğunda olup, 18 istasyona sahiptir. Kabataş – Mahmutbey metro hattı, İstanbul’un doğu–batı aksında yedi farklı ilçeyi birbirine bağlamaktadır. Aşağıda Şekil 7.4’de metro hattının güzergahı gösterilmiştir. [32]



**Şekil 7.4 :** Kabataş – Mahmutbey Metro Hattı Güzergahı.

Metro hattının işletme dönemine ait talep tahminleri, 4 aşamalı bir ulaşım modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu tahminlere göre metro hattının işletmeye açılmasının planlandığı 2019 yılında 830.520 yolcu/gün, 2035 yılında 1.011.541 yolcu/gün, 2043 yılında 1.077.266 yolcu/gün kapasite ile çalışması öngörülmektedir. Bu projenin toplam yatırım maliyeti 2.113.775.000 USD olarak hesaplanmaktadır.

İnşaatı devam eden bu projenin 2019'un ilk aylarında hizmete girmesi planlanmaktadır.

### **Kadıköy – Kartal Metro Hattı**

Metro hattı 21,020 km uzunluğunda olup 19 istasyondan oluşmaktadır. Kadıköy vapur iskelesi önünden başlayarak, D-100 karayolu güzergahını takip ederek Kartal Kavşağı'na uzanmaktadır. Marmaray Boğaz Tüp Geçişi'ne sağlayacağı aktarma ile İstanbul'un Avrupa yakasındaki metro sistemleri ile entegre bir sistem olarak planlanmıştır. Aşağıda Şekil 7.5'de metro hattının güzergahı gösterilmiştir. [33]



**Şekil 7.5 :** Kadıköy – Kartal Metro Hattı Projesi Güzergahı.

Yolculuk talep tahminleri için, İTÜ tarafından hazırlanan 'İstanbul Ulaşım Ana Planı' kapsamında 1996 yılı verileri ile kalibre edilen ulaşım modeli, 2002 ve 2003 yıllarında yapılan sondaj anketleri ile güncelleştirilerek kullanılmıştır. Modelde 209 iç, 2 dış olmak üzere, toplam 211 bölge bulunmakta ve dört aşamalı bu model, proje konusu metro hattı üzerinde, gelecekte oluşması beklenen yolculuk taleplerinin, diğer ulaştırma sistemleri ile etkileşimlerini de göz önüne alan bir sistem yaklaşımı ile tahmin edilmesine olanak vermektedir. Yapılan talep tahminine göre, Kadıköy – Kartal metro hattının yolculuk taleplerinin, 2010 yılında 679.679 yolcu/gün, 2023 yılında 941.382 yolcu/gün, 2030 yılında 1.106.876 yolcu/gün düzeyinde olacağı öngörülmektedir. Projenin yatırım maliyeti olarak 1.264.200.000 USD hesaplanmıştır. 17 Ağustos 2012 tarihinde hizmete açılmıştır.

## Karşıyaka Tramvay Hattı Projesi

İzmir şehrinde Alabey ile Mavişehir Banliyö İstasyonu arasında yapılması planlanmış olan, 16 istasyondan oluşan, 9,692 kilometre uzunluğundaki Karşıyaka Tramvay Hattı Projesi 2017 yılının Nisan ayında hizmete açılmıştır. Aşağıda Şekil 7.6'da şekilde tramvay hattının güzergahı gösterilmiştir. [34]



Şekil 7.6 : Karşıyaka Tramvayı Projesi Güzergahı.

Fizibilite raporunda kullanılan yolculuk talep tahminleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakülteleri ile Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin hazırladığı 'İzmir Ulaşım Ana Planı – Toplu Ulaşım Alt Sistemleri, Otobüs ve Tramvay Hat Planlaması' çalışmasına dayandırılarak, türel ayırım ve atama çizelgelerinin yeniden değerlendirilmesi sonucu, projeli ve projersiz durumlar için yapılmıştır. Yapılan talep tahminlerine göre, 2014 yılında 225.972 yolcu/gün, 2030 yılında 319.474 yolcu/gün, 2040 yılında 372.769 yolcu/gün düzeyine ulaşacağı öngörülmektedir. Yatırım maliyeti olarak 111.970.000 Euro olarak hesaplanmıştır. 11 Nisan 2017 tarihinde hizmete girmiştir.

## Kaynarca Merkez – Pendik – Tuzla Tersane Metro hattı ve Pendik Merkez – Kaynarca Metro Hattı

Fizibilite çalışması yapılan Kaynarca Merkez – Pendik – Tuzla Tersane Metro hattı ve Pendik Merkez – Kaynarca Metro Hattı toplam 11,9 km uzunluğunda olup, 9 istasyondan oluşmaktadır. Kadıköy – Kartal metro hattının Tuzla'ya uzatılması için



planlanmış olup, bu bağlantı tamamlandığında Marmaray, Metrobüse aktarma imkanı oluşturacaktır. Aşağıda Şekil 7.7’de metro hattının güzergahı gösterilmiştir. [35]

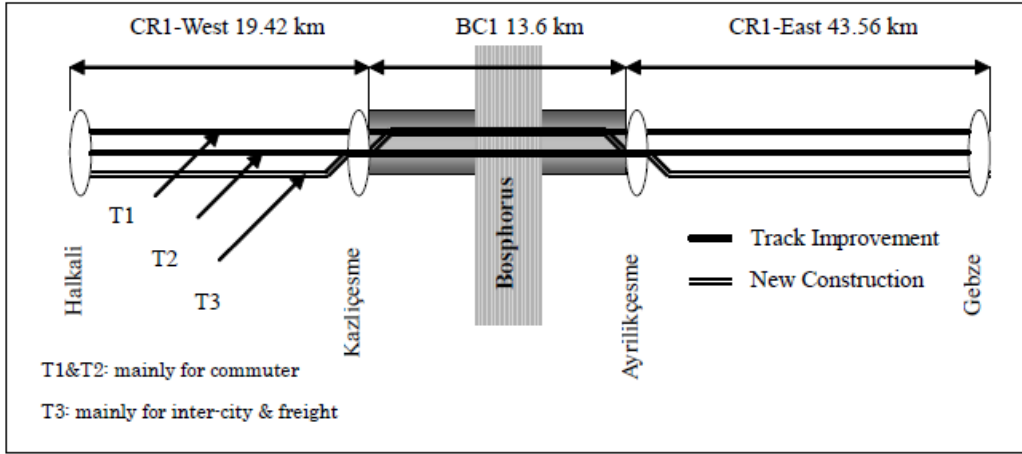


**Şekil 7.7 : Kaynarca Merkez – Pendik – Tuzla Metro Hattı Projesi Güzergahı.**

Yolculuk talepleri, İBB tarafından hazırlatılan İstanbul Ulaşım Ana Planı kapsamında oluşturulan ve kalibre edilen model kullanılarak Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır. Projenin toplam maliyeti 524.205.000 Euro olarak öngörülmektedir.

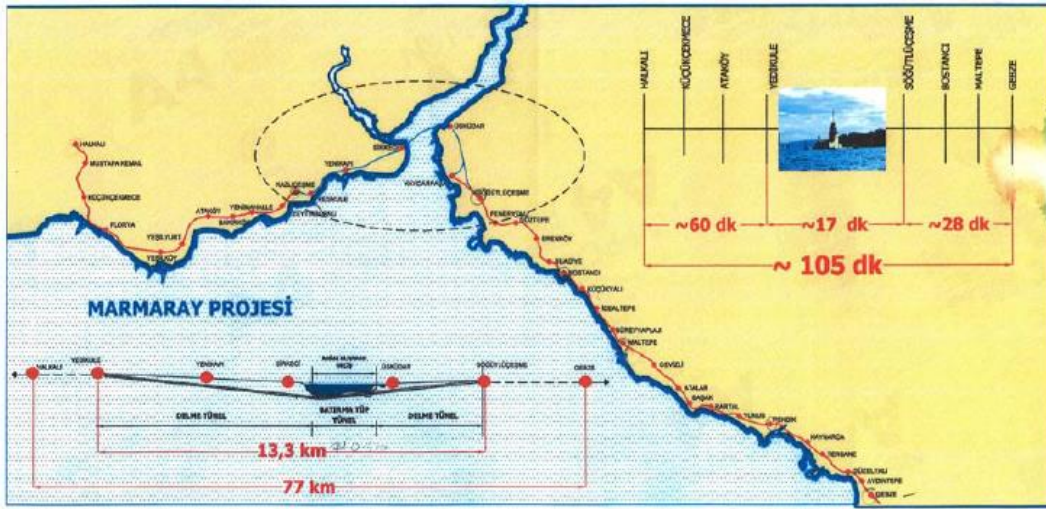
### **Marmaray Projesi**

Marmaray projesi, boğazın iki yakasını bir araya getiren mega bir projedir. Projenin fizibilite raporunda bu proje 3 ana başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlar; Avrupa yakasında Halkalı’dan başlayıp Kazlıçeşme’ye kadar olan 19,42 kilometre uzunluğunda ve Anadolu yakasında Ayrılıkçeşme’den Gebze’ye 43,56 kilometre uzunluğunda olan bir yeni ve iki mevcut hattın inşasını kapsayan 'CR1', boğazda batırma tüp tünel teknolojisi diğer bölümlerde delme tünel ile yapılacak olan 13,6 uzunluğunda ki 'BC1' ve proje için tren seti alımlarını kapsayan 'CR2' bileşenlerdir. [36]



**Şekil 7.8 : Marmaray Projesi Hat Yapısı.**

Halkalı'dan Gebze'ye kadar uzananması planlanan hattın toplam uzunluğu 76,58 kilometredir. Mevcut banliyö hattına ek olarak, şehirlerarası yolculuk ve yük trenleri için bir yeni projenin 'CR1' olarak adlandırılan kısmına yeni bir hat inşa edilmesi planlanmaktadır. Hattın güzergahı aşağıdaki şekilde verilmiştir.

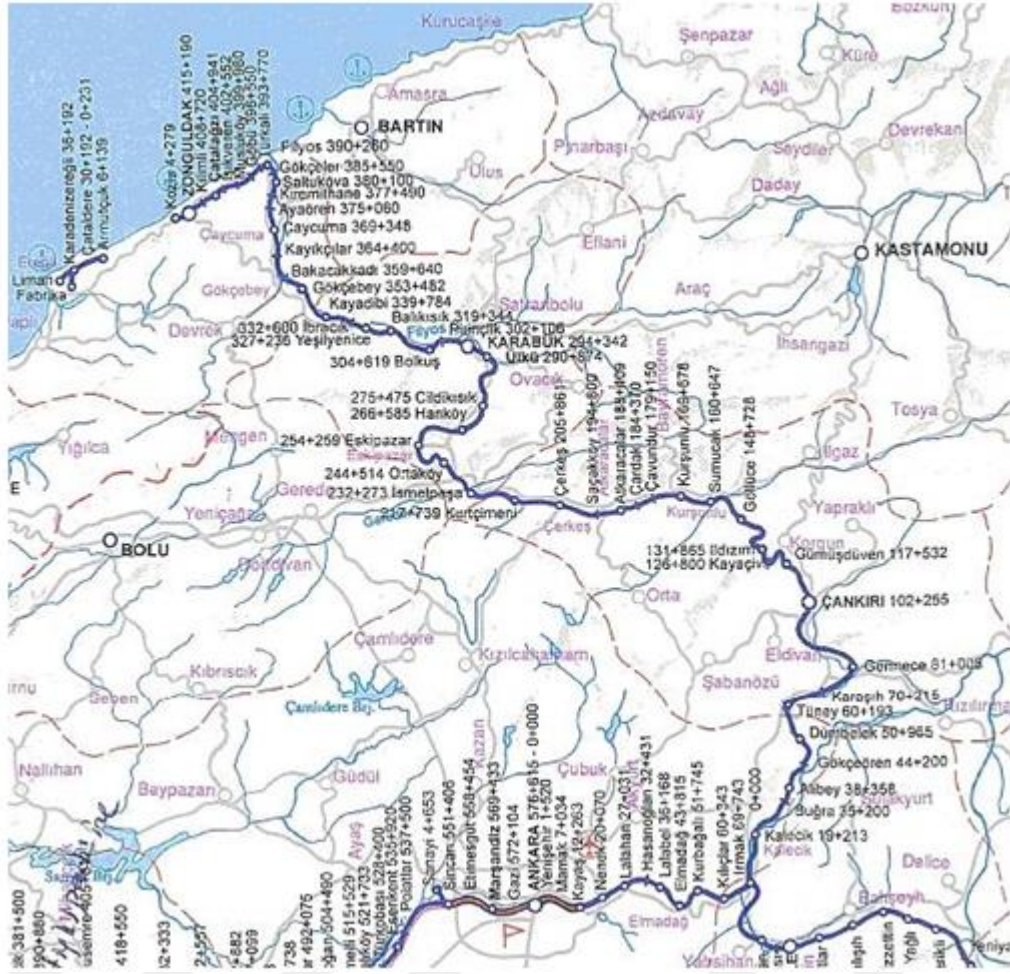


**Şekil 7.9 : Marmaray Projesi Güzergahı.**

Fizibilite raporuna göre projenin yapım süreci yaklaşık 7 yıldır ve projenin toplam maliyeti 3.306.727.132 \$ olarak hesaplanmıştır.

### **İrmak – Karabük – Zonguldak Demiryolu Hattı Rehabilitasyon Projesi**

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları 2. Bölgede bulunan İrmak – Karabük – Zonguldak hattı toplam 415 kilometredir. Toplam 32 istasyonun bulunduğu hat, 1937 yılında yapılmış olup tasarım hızı olarak 70km/s alınmıştır. Hattın güzergahı aşağıda Şekil 7.10'da verilmiştir. [37]



**Şekil 7.10 : IKZ Hattı Güzergahı.**

Demiryolu hattının gereken ihtiyaçlara cevap verememesi dolayısıyla, mevcut hattın modernizasyon projesi oluşturulmuştur. Bu proje fizibilite raporunda, hattın bazı bölümünde yenileme, sinyalizasyon sisteminin kurulması ve elektrifikasyon olarak 3 senaryo şeklinde incelenmektedir.

Proje için talep analizi bölgesel şartların göz önünde bulundurulması ile hem yolcu hem yük taşımacılığı için ele alınmıştır. Yolcu talep analizi için 2 yaklaşım kullanılmış olup bunlardan ilki Türkiye'nin nüfusu, bölgenin nüfusu, ülkenin ve bölgenin motorizasyon derecesi ve bölge halkının ulaşım hareketlerini içeren sosyoekonomik çevre ve ikinci olarak karayolu, havayolu, demiryolu yolculuklarının bölgedeki payını göz önünde bulunduran modların payı yöntemleridir. Yük taşımacılığı için yapılan talep analizinde ise emtia grup analizi ve ekonomik sektör analizleri ile hat üzerinde taşınacak malın türü ve miktarı öngörülmüştür.

Fizibilite raporunun konusu olan IKZ hattı 26 Nisan 2016 tarihinde hizmete açılmıştır.

## YHT Gebze – Köseköy Hattı

Ankara – İstanbul arası YHT hattının, Gebze ve Köseköy arasında kalan bölümü için yapılan fizibilite çalışmasıdır. Mevcut hattın yenilenmesi ve iyileştirilmesi sonucu işletme hızınının 250 km/s çıkarılması hedeflenmektedir. Hattın güzergahı aşağıda Şekil 7.11’de verilmiştir. [38]



Şekil 7.11 : Ankara – İstanbul YHT Hattı Güzergahı.

Fizibiliteye konu olan kısım 56 kilometre uzunluğundadır. Talep analizi IKZ hattında olduğu gibi yapılmıştır.

## Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı Projesi

Fizibilite raporuna konu olan Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı Projesi, 16,5 kilometre uzunluğunda olup 16 adet istasyon ve 1 depo sahasına sahiptir. Metro hattının güzergahı aşağıdaki Şekil 7.12’de verilmiştir. [39]



**Şekil 7.12 : Üsküdar- Ümraniye Metro Hattı Projesi Güzergahı.**

15 Aralık 2017 tarihinde metro hizmete açılmıştır.

Aşağıda Çizelge 7.1’de karşılaştırılması yapılacak olan projeler listelenmiş ve bazı özellikleri belirtilmiştir.

**Çizelge 7.1: Karşılaştırılan Fizibilite Raporlarına ait Bazı Özellikler.**

Proje Adı	Yılı	Proje Türü	Kullanılan Döviz Cinsi	Fizibilite Çalışmasının Kapsadığı Süre
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	2004	Metro	Euro	30 yıl
Anafartalar – YHT-Talas Tramvay Hattı	2018	Tramvay	Türk Lirası	30 yıl
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	2016	Metro	Euro	29 yıl
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	2004	Metro	Amerikan Doları	30 yıl
Karşıyaka Tramvay Hattı	2010	Tramvay	Euro	30 yıl
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	2015	Metro	Euro	29 yıl
Marmaray Projesi	2007	Demiryolu	Amerikan Doları	-
Gebze – Köseköy YHT projesi	2009	Demiryolu	Euro	30 yıl
İrmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	2006	Demiryolu Modernizasyon	Euro	30 yıl
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	2005	Metro	Amerikan Doları	25 yıl
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	2015	Metro	Amerikan Doları	29 yıl
Erzincan – Diyarbakır-Mardin Demiryolu Projesi	2012	Demiryolu	Türk Lirası	30 yıl

Çizelge 7.1’de görüldüğü gibi fizibilite çalışmaları 25 ila 30 yıllık süreç göz önüne alınarak yapılmışlardır ve genellikle Euro veya Amerikan doları cinsinden hesap yapılmıştır. Yıllara göre kurdaki değişim de fizibilite raporlarını değerlendirirken dikkate alınmalıdır.

## 7.1 Karşılaştırılan Fizibilite Raporlarında Trafik Hacim Tahminlerinin Mevcut Verilerle Karşılaştırılması

Karşılaştırılan fizibilite raporlarına konu olan ve işletmeye açılmış sistemlere ait mevcut veriler ve trafik hacim tahminleri aşağıdaki gibidir.

- Kadıköy – Kartal Metro hattı için 2010 yılı öngörüsü 247.000.000 yolcu, 2023 öngörüsü ise 343.604.430 yolcudur. Resmi rakamlara göre 2017 yılı toplam yolcu sayısı yaklaşık olarak 100 milyondur.[41]
- Üsküdar – Ümraniye Metro hattı günlük yolcu sayısı 100.000 olarak verilmiştir. Fizibilite raporunda bu değer günlük 815.000 yolcu/gün olarak verilmiştir. [42]
- Irmak – Karabük – Zonguldak hattı için yük taşıma değerlerine karşılaştırıldığında, projenin öngörülen yükü taşıdığı görülmektedir. [43]

## 7.2 Karşılaştırılan Fizibilite Çalışmalarında Kullanılan İskonto Oranları

Aşağıda Çizelge 7.2’de, karşılaştırılan ekonomik ve finansal fizibilite raporlarında kullanılmış olan iskonto oranları verilmiştir.

**Çizelge 7.2 : Fizibilite Raporlarında Kullanılan İskonto Oranları.**

Proje Adı	Ekonomik Fizibilite için İskonto Oranı	Finansal Fizibilite için İskonto Oranı
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	% 10	% 10
Anafartalar – YHT- Talas Tramvay Hattı	% 8	%8
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	% 10	% 4,29 (Tamamı Özkaynak) %4,13 (%75 Özkaynak) % 3,97 (%50 Özkaynak) %3,81 (%25 Özkaynak) %3,65 (Tamamı Kredi)

**Çizelge 7.2 (devam) : Fizibilite Raporlarında Kullanılan İskonto Oranları.**

Proje Adı	Ekonomik Fizibilite için	Mali Fizibilite için
	İskonto Oranı	İskonto Oranı
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	% 12	% 12
Karşıyaka Tramvay Hattı	% 10	% 7,5
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	% 10	% 4,48 (Tamamı Özkaynak) %4,20 (%75 Özkaynak) % 3,93 (%50 Özkaynak) %3,65 (%25 Özkaynak) %3,38 (Tamamı Kredi)
Marmaray Projesi	-	% 10
Gebze – Köseköy YHT projesi	%5	%5
Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	%5,5	%5,5
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	%12	%12
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	% 10	%9 (Tamamı Özkaynak) %10 (Tamamı Kredi)
Erzincan – Diyarbakır- Mardin Demiryolu Projesi	% 8	% 8

Çizelge 7.2’de görüldüğü üzere kullanılan ekonomik iskonto oranı %5 ile %12 arasında değişmektedir. Mali iskonto oranı ise bazı fizibilite çalışmalarında farklı finansman senaryolarına göre hesaplanmıştır. Bu hesaplama çalışmanın üçüncü bölümünde verilen denklem 3.1 ile yapılmıştır. Gebze – Köseköy YHT projesi ve Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi için yapılan fizibilite raporlarında iskonto oranının %5 ve %5,5 olarak belirlenmesinin nedeni, bu fizibilite raporlarının Avrupa Birliğinin sağladığı ‘Katılım Öncesi Mali Yardım’ fonu için hazırlanmaları olup, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından önerilen iskonto oranlarını kullanmış olmalarıdır. Çizelge 7.2’de görüldüğü gibi İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro hattı, Kaynarca Merkez- Tuzla Tersane Metro Hattı ve Kabataş – Mahmutbey Metro Hattı fizibilite raporlarında, mali fizibilite için farklı finansman senaryoları belirlenerek, bu senaryoların herbiri için iskonto oranları hesaplanmıştır ve mali fizibilite her bir iskonto oranı için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu şekilde finansmanın hangi kaynaklar kullanılarak sağlanmasının daha yararlı olduğu fizibilite raporunun

içerisinde gözlenebilir. Bu uygulama mali fizibilite için oldukça doğru bir uygulamadır. İstinye – İTÜ – Kağıthane metro projesi ve Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro hattı projesi için belirlenen mali iskonto oranları için nominal indirgeme değerleri Başbakanlık, Hazine Müsteşarlığı tarafından, yıllık hazırlanan “Kamu Borç Yönetimi Raporu”ndan alınmıştır. Bu iki fizibilite raporu bir yıl ara ile hazırlanmış olmasına karşın hesaplanan mali iskonto oranlarındaki değişim Çizelge 7.2’de göze çarpmaktadır. Karşıyaka Tramvayı projesinde %7,5 olarak belirlenen mali iskonto oranı hesaplanırken, finansman payı olarak özkaynak %11,1, kredi %88,9 olarak belirlenmiş, nominal indirgeme oranları ise özkaynak için %11,6, dış kredi için ise Amerikan Çalışma İstatistikleri Ofisinin belirlediği %10 değeri kullanmıştır. Karşıyaka tramvay projesi ekonomik fizibilitesi için kullanılan iskonto oranı ise Devlet Planlama Teşkilatının 1996 yılında yayınladığı bir rapordan alınmıştır.

### **7.3 Karşılaştırılan Fizibilite Çalışmalarında Finansal Fizibilite**

Bu bölümde karşılaştırılan fizibilite raporlarının, mali fizibilite kısımlarında ki nakit giriş ve çıkışları, bu verileri kullanılarak hesaplanan FNBD, finansal iç verimlilik oranı ve fayda-maliyet oranları çizelgelerde verilmiştir.

#### **7.3.1 Yatırım maliyeti**

Karşılaştırılan fizibilite raporlarında yatırım maliyetleri olarak sadece yapım maliyeti ve araç maliyeti göz önünde bulundurulduğundan, yatırım maliyeti olarak bu iki kalem alınmıştır.

##### **7.3.1.1 Yapım maliyeti**

Karşılaştırılan projelerin yatırım maliyetlerini, istasyon maliyeti, toplam hat maliyeti, elektromekanik işler maliyeti olarak farklı kalemler halinde gösteren Çizelge 7.3 aşağıda verilmiş ve kilometre başına düşen birim fiyat hesaplanmıştır.



**Çizelge 7.3 : Yapım Maliyet Çizelgesi.**

Proje Adı	Toplam Hat uzunluğu (km)	Toplam İstasyon ve Bakım/Depo Sahası Maliyeti	Toplam Hat Maliyeti	Toplam EM İşler Maliyeti	Diğer	Toplam	Birim Fiyat
4.Levent – Haciosman Metro Hattı	8,465	235.000.000 €		158.718.331 €	35.767.511 €	429.485.842 € (523.972.727 \$)	50.736.661 € (61.898.727 \$)
Anafartalar – YHT- Talas Tramvay Hattı	6,83	10.150.000 TL”	37.565.000 TL	35.174.000 TL	3.311.250 TL	86.200.750 TL (23.110.120 \$)	12.620.900 TL (3.383.619 \$)
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	12	133.200.000 €	105.600.000 €	109.750.000 €	-	348.550.000 € (386.890.500 \$)	29.045.833 € (32.240.874 \$)
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	21,021	460.000.000 \$		400.000.000 \$	65.000.000 \$	925.000.000 \$	44.003.615 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	9,692	6.200.000 €	21.920.000 €	18.850.000 €	2.400.000 €	49.470.000 € (64.311.000 \$)	5.104.209 € (6.635.471 \$)
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	11,900	140.000.000 €	142.800.000 €	114.905.000 €	-	397.705.000 € ( 441.452.550 \$)	33.420.588 € (37.096.852 \$)
Marmaray Projesi	BG: 13,6 CR1:62,98		BG: 924.681.627 \$ Cr1: 1.088.730.444 \$		63.315.062 \$	2.076.727.133 \$	68.052.088 \$ (BG) 27.118.400 \$
Gebze – Köseköy YHT projesi	56	-	-	-	-	89.000.000 € (124.600.000 \$)	1.589.285 € (2.288.570 \$)
Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	412	173.520.600 €		168.072.478 €	3.000.000 €	344.593.078 € (434.187.278 \$)	836.390 € (1.053.851 \$)
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	16,5	338.000.000 \$	220.275.000 \$	192.337.500 \$	97.741.250 \$	750.612.500 \$	65.160.833 \$
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	22,7	710.400.000 \$	227.000.000 \$	336.375.000 \$	-	1.273.775.000 \$	56.113.436 \$
Erzincan – Diyarbakır- Mardin Demiryolu Projesi	402	54.000.000 TL	6.274.997.377TL	283.500.000 TL	119.176.070 TL	6.731.673.447 TL (3.739.818.582 \$)	16.745.456 TL (9.303.031 \$)

Her projenin yapım maliyeti, fizibilite çalışmasının yapıldığı ortalama döviz kurları ile dolar cinsinden de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, her proje kendine özgü yapısı gereği, farklı maliyetler ile ön plana çıkmaktadır. Metro projelerinde, istasyon yapım maliyetleri, toplam hat yapım maliyetlerinden genellikle yüksek olup, toplam maliyet göz önünde bulundurulduğunda tramvay projelerine göre oldukça yüksek seyretmektedir. Erzincan – Mardin Demiryolu projesinde görüldüğü gibi, demiryolu yapım maliyetleri, metro yapım maliyetlerine göre daha düşük kalmaktadır.

Çizelge 7.3'te verilen 4.Levent – Haciosman metrosu yapım maliyeti, Yenikap-Haciosman hattı için yapılmış olan depo ve atölye biriminin yapım ve E&M işleri maliyetini de içermektedir. Fizibilite raporu içerisinde depo sahasının maliyeti ayrıca belirtilmemiştir. Çizelgede bu hat için verilen birim fiyat değerlendirilirken bu şartlar göz önünde bulundurulmalıdır. 4.Levent – Haciosman metro hattının birim fiyatına en yakın birim fiyat olarak Kabataş-Mahmutbey metro hattı projesi içindir. Bu hattın maliyeti içerisinde de aynı şekilde bir depo sahası bulunmaktadır. Fizibilite raporu içerisinde bu depo sahasının maliyeti 45.400.000 \$ olarak belirtilmiştir. Bu proje ile ilgili göze çarpan bir diğer nokta, aşağıda verilen Çizelge 7.4'te birim istasyon maliyetleri ile ilgilidir. 35.000.000 \$ olan birim istasyon maliyeti, diğer projelere göre hayli yüksek seyretmektedir. Bu durum, toplam 19 istasyon bulunduran bu hattın birim maliyeti arttırmaktadır.

Çizelgede bir diğer dikkat çekici değer, Marmaray projesi kapsamındaki boğaz geçişi etabının birim fiyatının karşılaştırılan tüm projeler arasında en yüksek değerde olmasıdır. Projenin inşaat tekniğinin diğerlerinden çok farklı ve aşırı maliyetli olması bu durumu ortaya çıkarmaktadır.

Karşılaştırılan projeler içerisindeki tramvay projelerinin birim fiyatları arasındaki fark ilgi çekicidir. Karşıyaka tramvayının yapım maliyeti, Anafartalar tramvayının göre oldukça yüksektir. Bunun nedeni Karşıyaka tramvay projesindeki hem E&M işlerinin kilometre başına düşen maliyetinin hem hat yapım maliyetinin diğer projeye oranla yüksek olması ve projede yer alan depo sahasının inşaatının maliyete eklenmiş olmasıdır. Çizelge 7.4'te görüldüğü üzere iki proje için istasyon maliyetleri birbirine yakındır.

**Çizelge 7.4 : Birim İstasyon Maliyetleri.**

Proje Adı	Toplam İstasyon Sayısı (Adet)	Birim İstasyon Maliyetleri
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	9	14.800.000 € (16.428.000 \$)
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	16	20.000.000 \$
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	19	35.000.000 \$
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	7	20.000.000 \$
Anafartalar Tramvay Hattı	14	725.000 TL (194.369 \$)
Karşıyaka Tramvay Hattı	16	150.000 € (195.000 \$)

Çizelge 7.4’te ilk göze çarpan değer Kabataş – Mahmutbey metro hattı projesindeki istasyon birim maliyetinin diğer metro projelerine göre daha fazla olduğudur. Tramvay hattı projeleri için hesaplanan birim istasyon maliyetleri neredeyse aynıdır.

Aşağıdaki Çizelge 7.5’te ise istasyon maliyeti, hat yapım maliyeti ve E&M işler maliyetlerini, toplam maliyet içerisindeki yüzdeleri verilmiştir.

**Çizelge 7.5 : Toplam Yapım Maliyeti Yüzdeleri.**

Proje Adı	Toplam Maliyet	İstasyon Yapım Maliyeti Yüzdeleri	Hat Yapım Maliyeti Yüzdeleri	E&M İşleri Maliyeti Yüzdeleri
Anafartalar – YHT-Talas Tramvay Hattı	86.200.750 TL	%12	%44	%41
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	348.550.000 €	%38	%30	%31
Karşıyaka Tramvay Hattı	49.470.000 €	%4	%52	%38
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	397.705.000 €	%35	%35	%30
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	750.612.500 \$	%45	%29	%26
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	1.273.775.000 \$	%56	%18	%26
Erzincan – Diyarbakır- Mardin Demiryolu Projesi	12.731.673.450 TL	%0,8	%93	%0,04

Çizelge 7.5’te verilen yüzdelere bakıldığında tramvay hatları için ön plana çıkan maliyetin hat yapım ve elektromekanik işlere ait olan maliyetler olduğunu görmekteyiz. Bu tip projelerde doğası gereği istasyon yapım maliyetleri, toplam yapım maliyeti içerisinde daha düşük bir yüzde ile karşımıza çıkmaktadır.

Metro projelerinde ise bu üç değişkenin, arasında baskın olan değişken istasyon maliyetidir. Üsküdar – Ümraniye metro hattında istasyon yapım maliyetleri toplam maliyetin neredeyse yarısını, Kabataş – Mahmutbey hattında ise istasyon maliyetleri toplam yapım maliyetinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında metro projeleri için, istasyon yapım maliyetlerinin hesaplanması oldukça hassas bir konudur.

Erzincan – Diyarbakır – Mardin Demiryolu Projesinde hat yapım maliyeti toplam maliyetin çok yüksek bir yüzdesini oluşturmaktadır. Bunun nedeni toplam uzunluğun yaklaşık %6 sını oluşturan viyadük ve köprülerdir. Hat üzerinde toplamda 62 tane viyadük ve köprü projesi vardır.

### 7.3.1.2 Araç maliyetleri

Aşağıda Çizelge 7.6’da karşılaştırılan projelerde kullanılması öngörölmüş araç sayısı ve araçların birim ve toplam maliyetleri verilmiştir.

**Çizelge 7.6 : Araç Birim ve Toplam Maliyetleri.**

Proje Adı	Adet	Birim Araç Fiyatı	Toplam
4.Levent – Haciosman Metro Hattı	142	1.350.000 €	191.565.000 €
Anafartalar – YHT- Talas Tramvay Hattı	10	15.813.400 TL	79.067.000 TL
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	20	1.150.000 €	23.000.000 €
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	212	1.600.000 \$	339.200.000 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	25	2.500.000 €	62.500.000 €
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	110	1.150.000 €	126.500.000 €
Marmaray	440	2.954.545 \$	1.299.999.999 \$
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	126	1.800.000 \$	226.800.000 \$
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	300	1.400.000 \$	420.000.000 \$

Araç birim fiyatları, Çizelge 7.6’da görüldüğü gibi birbirine yakın seyretmektedir. Yoğun trafiğin olduğu yerlerde daha fazla raylı sistem aracına ihtiyaç duyulduğundan dolayı toplam maliyet artmaktadır.

### 7.3.1.3 Toplam maliyet

Aşağıdaki Çizelge 7.7’de karşılaştırılan raylı sistem projelerine ait toplam maliyet ve bu toplam maliyet içerisindeki yapım ve araç maliyetlerine ait yüzdeler verilmiştir.

**Çizelge 7.7: Proje Toplam Yatırım Maliyeti ve Yüzdeler.**

Proje Adı	Toplam Maliyet	Yapım Maliyeti (%)	Araç Maliyeti (%)
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	621.050.842 \$	69	31
Anafartalar – YHT- Talas Tramvay Hattı	165.267.750 TL	52	48
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	371.550.000 €	83	17
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	1.264.200.000 \$	73	27
Karşıyaka Tramvay Hattı	111.970.000 €	44	56
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	524.205.000 €	76	24
Marmaray	3.306.727.132 \$	63	37
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	1.075.153.750 €	79	21
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	1.693.775.000 \$	73	24

Yukarıda toplam maliyet içerisinde karşılaştırılan, araç ve yapım maliyetlerin toplam maliyet içerisindeki yüzdeler oranı verilmiştir. Görüldüğü üzere yapım maliyetleri Karşıyaka tramvayı dışında, bütün projelerde daha yüksektir. Bu açıdan bakıldığında yapım maliyetlerinin titizlikle hesaplanması gereklidir. Oldukça yüksek olan yapım maliyetlerinin yanlış hesaplanması durumunda, düşük sapmalar olsa dahi fizibilite raporunu büyük oranda etkileyecektir.

Çizelge 7.7’de verilen tramvay projelerine bakıldığında, yapım maliyeti ve araç maliyetlerinin toplam yatırım maliyeti içerisinde yakın seyrettiğini söylemek mümkündür. Fakat metro projelerine baktığımızda yapım ve araç maliyetlerinin toplam yatırım maliyet içerisindeki yüzdeleri arasındaki fark oldukça yüksektir.

Raylı sistem projeleri, yatırım maliyetleri yüksek projelerdir. Bu yüzden, yatırım maliyetleri, raylı sistem projeleri için yapılan fizibilite raporlarında hem mali hem ekonomik analiz sonuçlarına doğrudan etki eden, sonucu değiştirebilecek önemli bir kalemdir. Yukarıda verilen çizelgelerden anlaşılacağı üzere, metro projeleri başta olmak üzere yapım maliyetleri, yatırım maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu yüzden, yapım maliyetleri hesaplanırken, hesabın temiz ve gerçeğe uygun yapılması fizibilite raporunun sonuçları açısından oldukça önem arz etmektedir.

### 7.3.2 İşletme ve bakım maliyetleri

Aşağıda Çizelge 7.8’de projelerde işletme ve bakım maliyetlerini hesaplamak için kullanılan kilometre veya araç-kilometre başına düşen enerji, hat bakım, araç bakım, onarım, idari personel maliyetleri verilmiştir.

**Çizelge 7.8: İşletme ve Bakım Birim Maliyetleri.**

Proje Adı	Cer Gücü Enerji Giderleri (€/Araç-km)	Hat Bakımı Maliyeti (€/km)	Araç Bakım / Onarım Maliyetleri (€/Araç-km)	İdari Personel Giderleri (€/Araç-km)	Diğer Giderler (€/km)
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	0,52 \$	10.275 \$	0,04 \$	0,096 \$	513.135 \$
Anafartalar – YHT- Talas Tramvay Hattı	0,572 \$	0,101 \$/Araç-km	0,183 \$	0,224 \$	2,013 \$
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	0,622 €	5.909 €	0,011 €	75.000 TL/Ay	-
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	0,52 \$	10.275 \$	0,04 \$	0,096 \$	513.135 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	0,60 €	7.644 €	0,31 €	1,66 €	2,33 €
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	0,559 €	5.309 €	0,010 €	88.500 TL/Ay	-
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	0,68 \$	6,458 \$	0,012 \$	0,74 \$	-

Kilometre başına düşen işletme ve bakım giderleri birbirlerine yakın seyretmektedir. Enerji gideri için belirlenen birim maliyetler karşılaştırılan fizibilite raporlarında birbirine çok yakın belirlenmiştir. Hat bakım ve araç bakım maliyetleri projenin yapısına göre belirlenmiş olup, işletmede olan benzer raylı sistem projeleri baz alınarak belirlenmiştir. Diğer giderler, projeye göre değişiklik göstermekle beraber personel taşıma, personel iş kıyafetleri, tanıtım giderleri, kira, ısınma gibi farklı

kalmeleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu birim fiyatlar doğrultusunda, her projenin fizibilite raporunda, fizibilitenin kapsadığı süre boyunca toplam işletme ve bakım giderleri hesaplanarak, analize eklenmiştir.

### 7.3.3 Gelirler

Aşağıda Çizelge 7.9’da karşılaştırılan projelerin faydalı süreleri boyunca, getireceği bilet, reklam ve kira gelirleri listelenmiştir.

**Çizelge 7.9: Gelirler.**

Proje Adı	Bilet ( Adet)	Reklam (€/Ay)	Kira (€/Ay)
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	0,50 €	-	-
Anafartalar – YHT-Talas Tramvay Hattı	2,50 TL	92.634.778 TL	
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	0,44 €	70.000 TL	170.000 TL
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	0,75 \$	-	-
Karşıyaka Tramvay Hattı	0,39 €	-	-
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	0,44 €	283.222 €	1.333.000€
Marmaray Projesi	0,63 \$	202.553.000 \$	
Gebze – Köseköy YHT projesi	0,013 € (yolcu-km)	-	-
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	0,5 \$	42.567.818 \$	-
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	0,57 \$	68.077.800 \$	-

Çizelge 7.9’da görüldüğü gibi bazı fizibilite raporlarında, yüksek gelirler sağlamalarına rağmen, reklam ve kira gelirleri, fizibilite raporunun sonucuna etki etmeyeceği öne sürülerek göz önünde bulundurulmamıştır. Bu durumda, bu raporlarda sadece bilet gelirleri, finansal fizibilitede gelir hanesine yazılmaktadırlar. Belirlenen bilet fiyatları, fizibilite raporunun kapsadığı süre boyunca belirlenen bir enflasyon oranı ile arttırılarak toplam bilet gelirleri hesaplanmıştır.

### 7.3.4 Finansal fizibilitede hesaplanan net bugünkü değer, iç verimlilik oranı

Aşağıda Çizelge 7.10’da, yukarıda verilen yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyeti ve gelirler ile hesaplanmış finansal net bugünkü değer, iç verimlilik oranı ve fayda maliyet oranını verilmiştir.

**Çizelge 7.10: FNBD, İVO ve Fayda-Maliyet Oranı Çizelgesi.**

Proje Adı	NBD	İVO	Mali Fizibilite için İskonto Oranı	FMO
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	-107.029.558 €	%6.42	% 10	-
Anafartalar – YHT-Talas Tramvay Hattı	150.726.791 TL	-	%8	1,06
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	13.102.154 € (Tamamı Özkaynak)	%4,59 (Tamamı Özkaynak)	% 4,29 (Tamamı Özkaynak)	-
	20.248.203 € (%75 Özkaynak)		%4,13 (%75 Özkaynak)	
	27.647.092 € (%50 Özkaynak)		% 3,97 (%50 Özkaynak)	
	35.308.180 € (%25 Özkaynak)		Özkaynak	
	43.241.205 € (Tamamı Kredi)		%3,81 (%25 Özkaynak) %3,65 (Tamamı Kredi)	
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	118.256.223 \$	%10,25	% 12	-
Karşıyaka Tramvay Hattı	126.652.291 €	%19,76	% 7,5	-
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	436.000.000 € (Tamamı Özkaynak)	%10,54 (Tamamı Özkaynak)	% 4,48 (Tamamı Özkaynak)	
	471.675.932 € (%75 Özkaynak)		%4,20 (%75 Özkaynak)	
	508.858.407 € (%50 Özkaynak)		% 3,93 (%50 Özkaynak)	
	548.244.110 € (%25 Özkaynak)		Özkaynak	
	589.977.103 € (Tamamı Kredi)		%3,65 (%25 Özkaynak) %3,38 (Tamamı Kredi)	
Marmaray Projesi	765.905.000 \$	%5,38	% 10	0,64
Gebze – Köseköy YHT projesi	-2.911.600.000 €	-	%5	-



**Çizelge 7.10 (devam) : FNBD, İVO ve Fayda-Maliyet Oranı Çizelgesi.**

Proje Adı	NBD	İVO	Mali Fizibilite için İskonto Oranı	FMO
Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	-38.600.000 €	%2,1	%5,5	-
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	-99.978.279 \$	%10	%12	-
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	-287.380.781 \$ (Tamamı Özkaynak) 8.675.586 \$ (Tamamı Kredi)	%6 (Tamamı Özkaynak) %10,2 (Tamamı Kredi)	%9 (Tamamı Özkaynak) %10 (Tamamı Kredi)	-
Erzincan – Diyarbakır- Mardin Demiryolu Projesi	463.620.000 TL	%8,48	%8	1,56

Çizelge 7.10’da görüldüğü üzere fizibilite raporu yapılan projelerin bazılarının finansal net bugünkü değeri negatif çıkmıştır. Fayda-Maliyet Oranı birçok fizibilite raporunda hesaplanmamıştır. Kabataş-Mahmutbey Raylı Sistem Hattı için yapılan fizibilite çalışmasında hesaplanan 2 farklı FNBD den, tamamı kredi için hesaplanmış olan FNBD pozitif çıkarken, tamamı özkaynaktan finansman sağlanması senaryosunda FNBD negatif çıkmaktadır. Aynı şekilde İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı Projesindeki farklı finansman senaryolarına baktığımızda tamamı özkaynaktan, tamamı kredi kısmına doğru giderken FNBD’nin arttığını gözlenmektedir. Bu açıdan bakıldığında, farklı finansman senaryoları için net bugünkü değerinin hesaplanması oldukça yararlıdır.

### **7.3.5 Finansal duyarlılık analizi**

Karşılaştırılan fizibilite raporlarında, finansal fizibilitede kullanılan parametrelerin belli oranlarda değiştirilmesine, finansal fizibilite sonuçlarının nasıl tepki verdiği aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir.

Çizelge 7.11’de bilet ücretlerinin değişmesine, finansal fizibilite analizlerinin verdiği tepki gösterilmiştir.

**Çizelge 7.11:** Bilet Fiyatlarının Finansal Fizibiliteye Etkisi.

Proje Adı	Mevcut Durum İVO (%)	Değişim	Yeni Durum İVO (%)
İstinye – İTÜ – Kâğıthane Metro Hattı	4,59	%20 Fazla %20 Az	4,66 4,52
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	10,25	%15 Fazla	11,98
Karşıyaka Tramvay Hattı	19,76	%20 Fazla	24,66
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	10,54	%20 Fazla %20 Az	12,90 7,87
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	10,15	%50 Fazla	16,38
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	10,20	%25 Fazla	15,90

Çizelge 7.11’de görüldüğü gibi projelerde bilet fiyatlarının artması iç verimlilik oranında artışı beraberinde getirmektedir. Bilet fiyatındaki %20’lik bir azalış Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro hattının mali yapılabirlik açısından zora soktuğu gözlenmektedir.

Çizelge 7.12’de trafik hacminde olası değişikliklere verilen tepkiyi gösteren duyarlılık analizine ait veriler sunulmuştur.

**Çizelge 7.12:** Trafik Hacminin Finansal Fizibiliteye Etkisi.

Proje Adı	Mevcut Durum İVO (%)	Değişim	Yeni Durum İVO (%)
İstinye – İTÜ – Kâğıthane Metro Hattı	4,59	%20 Fazla %20 Az	5,87 3,17
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	10,25	%20 Fazla	11,95
Karşıyaka Tramvay Hattı	19,76	%20 Fazla %20 Az	24,66 14,42
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	10,54	%20 Fazla %20 Az	12,90 7,87
Marmaray Projesi	5,38	%10 Fazla %10 Az	7,62 5,65
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	10,15	%20 Fazla	12,89
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	10,20	%20 Fazla	15,10

Çizelge 7.12’de açıkça görüldüğü gibi trafik hacim tahmini fizibilite raporlarının, mali analizleri üzerinde oldukça etkilidir. Gelir ve gider kalemlerinin hesaplanması sırasında kullanılan trafik hacim tahminlerinin değişimi, karşılaştırılan mali analizlerin sonuçlarında önemli değişikliklere neden olmuştur. Çizelge 7.12’de verilen projelerin mali analizlerinde, trafik hacim tahmininin artması, iç verimlilik oranını yukarı yönde etkilemiştir.

#### 7.4 Karşılaştırılan Fizibilite Çalışmalarında Ekonomik Fizibilite

Bu bölümde karşılaştırılan fizibilite raporları için, ekonomik fizibilite çalışmasının esas aldığı değerler karşılaştırılacaktır.

##### 7.4.1 Araç işletme ve yatırım maliyetlerinde azalma

Aşağıda, Çizelge 7.13’de, karşılaştırılan fizibilite raporlarında kullanılan araç işletme değerleri Araç-km bazında incelenmiş olup, toplam araç işletme ve toplam araç yatırım maliyetleri karşılaştırılmıştır.

**Çizelge 7.13 : Araç İşletme Maliyetleri.**

Proje Adı	İşletme Maliyeti ( $\square$ / Araç – Km)		İşletme Maliyetinde Toplam Azalma ( $\square$ )	Otobüs ve Minibüslerin Yatırım Maliyetinde Azalma ( $\square$ )
	Otobüs	Minibüs		
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	1,56 €	0,47 €	114.788.029 €	30.077.525 €
Anafartalar – YHT- Talas Tramvay Hattı	2,17 TL	-		
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	0,69 €	0,41 €	26.914.192 €	12.811.078 €
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	1,16 \$	0,29 \$	254.622.389 \$	94.189.436 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	1,54 €	0,49 €	38.023.331 €	5.672.004 €
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	0,81 €	0,48 €	159.330.720 €	46.737.407 €
Gebze – Köseköy YHT projesi	Araç İşletme Maliyetlerinde Azalma; 421.000.000€ (Otobüs ve Otomobil için 0,07 € yolcu-km Uçak için 0,24 € yolcu-km)			-
Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	Tren İşletme Maliyetlerinde Azalma; 53.500.000 €			-
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	2,18 \$	0,70 \$	5.635.282.158 \$	560.150.000 \$

Araç işletme maliyetlerini hesaplamada kullanılan birim fiyatlar genellikle birbirine yakın seyretmektedir. Çizelge 7.13’de görüldüğü gibi yoğun trafiğin, projeye yönlendirildiği durumlarda karayolu araç işletme maliyetleri ve araç yatırım maliyetlerinde azalma oldukça yüksektir. Şehirler arası yolcu ve yük taşıma hizmeti veren projeler için bu faydalar hesaplanırken, karayolu araçlarının yanında hava ulaşımında göz önünde bulundurulması gerektiği görülmektedir.

Toplam araç işletme ve karayolu araç yatırım maliyetinde en büyük fayda Kabataş – Mahmutbey metro hattı projesinde görülmektedir. Karayolu araç kullanımının yoğun olduğu bu aks, projeye aktarılan trafik ile birlikte ekonomik fizibilite adına büyük bir fayda sağlamaktadır.

Karşıyaka tramvay hattı projesinde ise, toplam araç işletme maliyeti ve toplam karayolu araç yatırım maliyeti etkisi karşılaştırılan projeler arasında en düşük değere sahiptir.

#### 7.4.2 Karayolu – Demiryolu bakım ve kaza maliyetlerinde azalma

Aşağıda Çizelge 7.14’te, fizibilite raporlarında kullanılan karayolu bakım maliyetlerinin araç türlerine göre birim fiyatları ve toplam bakım ve kaza maliyetlerindeki azalma listelenmiştir.

**Çizelge 7.14 : Karayolu Bakım Maliyetleri.**

Proje Adı	Karayolu Bakım Maliyeti (€/1M Araç-Km)			Toplam Bakım Maliyetinde Azalama (%)	Toplam Kaza Maliyetinde Azalma (%)
	Otobüs	Minibüs	Otomobil		
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	48,154 €	192,62 €	12,04 €	2.000.879 €	15.022.774 €
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	48,15398 €	192,62 €	12,04 €	579.289 €	345.285 €
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	64,622 \$	258,49 \$	16,16 \$	5.975.184 \$	19.030.954 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	48,154 €	192,62 €	12,04 €	746.704 €	3.854.545 €
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	48,15398 €	192,62 €	12,04 €	3.269.210 €	2.193.276 €
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	97,2 \$	403,8 \$	Yok sayılmış	133.069.751 \$	237.837.029 \$

Çizelgede verilen birim fiyatlar incelendiğinde, çizelgede bulunan tüm projeler için yaklaşık olarak aynı değerler kullanılmıştır. Kabataş – Mahmutbey metro hattı projesinde karayolu bakım maliyeti sadece otobüs ve minibüs türünden araçlar için hesaplanmış olup otomobil etkisi yok sayılmıştır. Buna rağmen bu proje için hesaplanan toplam fayda, projeler arasında en büyük olanıdır. Yoğun trafik yükünün aktarıldığı projelerde karayolu bakım maliyetleri ve kaza maliyetleri yüksek çıkmaktadır.

### 7.4.3 Yolculuk zaman maliyetleri

Ekonomik fizibilite çalışmalarında önemli bir parametre olan yolculuk zaman değerlerinin hesaplanmasında kullanılan birim değerler ve karşılaştırılan projeler için toplam fayda Çizelge 7.15’te verilmiştir.

**Çizelge 7.15 : Zamanın Değeri Çizelgesi.**

Proje Adı	Ortalama Zaman Değeri (₺/Kişi/Saat)	Zaman Kazancı Değeri (₺)
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	5,93 \$	464.175.576 €
Anafartalar – YHT-Talas Tramvay Hattı	11,52 TL	
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	11,23 € (Otomobil Kul.) 5,02 € (Otobüs Kul.)	240.291.008 €
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	5,93 \$	1.316.304.165 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	1,72 €	35.306.515 €
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	9,65 € (Otomobil Kul.) 4,32 € (Otobüs Kul.)	744.365.849 €
Gebze – Köseköy YHT projesi	3 € (Demiryolu Yolcusu) 19 € (Havayolu Yolcusu) 6 € (Otobüs ve Otomobil Yolcusu)	1.396.000.000 €
Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	6 € (Yolcu Taşımacılığı) 0,43 € (Yük Taşımacılığı)	169.900.000 €
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	5,93 \$	-
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	5,44 \$	3.254.171.892 \$

4.Levent – Haciosman Metro Projesi ve Kadıköy – Kartal Metro Projesi için zamanın ekonomik değeri Devlet İstatistik Enstitüsü'nün yayınladığı 'Hanehalkı Gelir Dağılımı' verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Yıllık çalışma günü olarak 266 gün, toplam çalışma saati olarak 2130 saat hesaplanmıştır. Çalışan nüfus oranı 0,30 ve iş yolculuklarının toplam yolculuktaki payı 0,50 alınmıştır. Çalışma dışındaki zaman değerinin Dünya Bankası'nın önerdiği gibi, çalışma zamanının %25 olarak kabul edilmiştir.

Anafartalar – YHT – Talas Tramvay projesinin fizibilite raporunda kullanılan değer, GSYH'nın içerisinde, TUİK'in yayınladığı raporlar doğrultusunda Kayseri'ye düşen payın hesaplanması ve bu payın nüfusun değişik gelir dilimlerindeki kişilere dağıtılarak bir ortalama alınması şeklinde hesaplanmıştır.

İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro projesinde kişi başına saatlik zaman değeri, Anafartalar – YHT – Talas Tramvay projesinde olduğu gibi, toplam GSYH den İstanbul'a düşen pay hesaplanarak elde edilmiştir.

Kabataş – Mahmutbey Metro projesinin fizibilite raporunda kullanılan zaman değeri, TUİK'in 2013 yılında açıkladığı hanehalkı gelir, istihdam ve nüfus değerlerinden faydalanmıştır. Çalışan nüfus oranını 0,44, iş yolculuklarının toplam yolculuklar içerisindeki payı is 0,32 olarak kabul edilmiştir.

Karşıyaka Tramvay Projesi için zaman değeri hesaplanırken, TUİK'in 2001 yılı için açıkladığı 'Kişi Başına GSYİH Değerleri' kullanılmıştır. Çalışan nüfus oranı olarak 0,31 ve iş yolcularının toplam yolculuklardaki payı olarak 0,28 alınmıştır.

İKZ hattının fizibilite raporunda, bu proje Avrupa Yatırım Bankası tarafından finanse edildiği ve bu bankanın yayınlamış olduğu rehberde Romanya ve Bulgaristan için belirlenen değerlerin, Türkiye'nin kişi başı GSYİH değeri, bu ülkelere yakın olduğundan dolayı bu proje için de kullanılabileceğine kanaat getirilmiştir.

Çizelge 7.15'de verilen birim zaman değerleri incelendiğinde bazı projeler için aktarılan trafiğin moduna göre zaman değerleri hesaplanarak, toplam faydanın daha kesin hesaplanması hedeflenmiştir. Şehirler arası yolcu ve yük taşımacılığı hizmeti veren projeler için havayolundan aktarılan trafikte hesaba katılmıştır. İstanbul için hazırlanan fizibilite raporlarında birim değer birbirine yakın seyretmekte olup diğer şehirlerden daha yüksektir. Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Projesinde görüldüğü gibi trafik yoğunluğunun yüksek olduğu akslarda hizmet veren projelerde yolculuk

zaman kazançları oldukça yüksek bir fayda olarak karşımıza çıkmaktadır. En düşük değerin Karşıyaka Tramvayı olduğu görülmektedir.

#### 7.4.4 Çevresel etki

Çizelge 7.16'da karşılaştırılan fizibilite raporlarında, projelerin çevresel etkilerinin değerini hesaplamakta kullanılan birim fiyatlar ve bu birim fiyatlar ile hesaplanan toplam değeri göstermektedir. Bazı projelerde bu etki çok küçük olduğundan dolayı hesaba katılmamıştır.

**Çizelge 7.16 : Çevresel Etki Maliyetleri.**

Proje Adı	Otomobil (€/km)	Otobüs (€/km)	Minibüs (€/km)	Toplam
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	0,0101 €	0,0394 €	0,161 €	11.861.104 €
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	0,00776 €	0,02041 €	0,00982 €	2.092.834 €
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	0,014 \$	0,053 \$	0,022 \$	17.676.044 \$
Karşıyaka Tramvay Hattı	0,0101 €	0,0394 €	0,0161 €	2.342.014 €
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	0,00776 €	0,02041 €	0,00982 €	10.599.794 €
Gebze – Köseköy YHT projesi	0,0076 €	0,037 €	-	518.000.000 €

Çizelgede görüldüğü gibi en yüksek etki YHT projesine aittir. Diğer projeler ait olan çevresel etki maliyetleri, diğer faydalarla kıyaslandığında oldukça düşük kalmaktadır.

#### 7.4.5 Faydaların yüzdeler dağılımı

Çizelge 7.17, ekonomik fizibilite için hesaplanan faydaların, toplam fayda içerisindeki yüzdeler oranını göstermektedir.

**Çizelge 7.17 : Faydaların Yüzelik Dağılımı.**

Proje Adı	Toplam Fayda	Araç Yatırım Maliyetlerinde Azalma	Araç İşletme Maliyetlerinde Azalma	Yol Bakım Maliyetlerinde Azalma	Özel Araç İşletme Maliyetlerinde Azalma	Kaza Maliyetlerinde Azalma	Yolculuk Zaman Kazançları	Çevresel Maliyetlerde Azalma
4.Levent – Haciosman Metro Hattı	769.948.537 €	%3,9	%14,9	%0,3	%17,1	%2	%60,3	%1,5
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	297.701.949 €	%4,4	%9,2	%0,2	%3	%1	%82	%0,7
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	1.798.509.251 \$	%5,2	%14,2	%0,3	%5	%1,1	%73,2	%1
Karşıyaka Tramvay Hattı	117.497.057 €	%4,8	%32,3	%0,6	%26,8	%3,3	%30	%2
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	1.018.277.269 €	%4,6	%15,6	%0,3		%0,2	%73	%1
Gebze – Köseköy YHT projesi	4.374.000.000 €	-	%51	%12	-	%2	%32	%12
İrmak – Karabük – Zonguldak Hattı	379.000.000 €	-	%14,1	%17,2	-	%2,5	%44,8	-
Kabataş – Mahmutbey Metro Hattı	4.424.471.447 \$	%3,6	%21,1	%0,5	-	%1,27	%73,5	-



Karşıyaka Tramvayı projesi dışında tüm projelerde zaman değerinin faydalar içerisinde en yüksek yüzdelik dilime sahip olduğu görülmektedir. Metro projelerinde zaman değeri oldukça yüksek oranlara sahiptir. Bu değer projeler arasında en yüksek oranı %82 ile, İstinye – İTÜ – Kağıthane metro projesi için yakalamıştır. Kadıköy – Kartal ve Kaynarca Merkez – Tuzla metro hatlarında yüksek oranları ile göze çarpmaktadır. Toplam yolculuk zaman kazancının topla fayda içerisindeki oranı karşılaştırılan metro projelerinde %60'ın altına düşmediği görülmektedir. Bu durum, zaman değerinin, metro projeleri için çok kritik bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır.

Şehir içi ulaşım projelerinde yol bakım maliyetleri oldukça düşük seyrederken, demiryolu rehabilitasyon projesinde bu oranın yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni eski hatların daha çok bakıma ihtiyaç duymasından kaynaklanmaktadır.

Çevresel maliyetlerde azalma ve kaza maliyetlerinde azalma oranları bazı projelerde yok denecek kadar düşüktür. Karşıyaka Tramvay projesinde en yüksek oran araç işletme maliyetlerinde ki azalmaya aittir. Bu projede toplam araç işletme maliyetleri, toplam faydanın yaklaşık %60 ini oluşturmaktadır.

#### 7.4.6 Ekonomik net bugünkü değer ve iç verimlilik oranı

Çizelge 7.18'de karşılaştırılan fizibilite raporları için hesaplanmış ekonomik net bugünkü değer, ekonomik iç verimlilik oranı ve ekonomik fayda – maliyet oranı verilmiştir.

**Çizelge 7.18 : ENBD, İVO ve FMO .**

Proje Adı	Ekonomik Fizibilite için İskonto Oranı	NBD	İVO	FMO
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	% 10	406.666.564 €	%21,41	2,12
Anafartalar – YHT-Talas Tramvay Hattı	% 8	1.136.546.336 TL	Hesaplanmamış	1,95
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	% 10	31.795.664 €	%11,16	1,12
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	% 12	998.808.427 \$	%25,39	2,25
Karşıyaka Tramvay Hattı	% 10	5.608.141 €	%10,80	1,05
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	% 10	612.420.118 €	%22,53	2,51
Gebze – Köseköy YHT projesi	%5	585.200.000 €	%6,8	-

**Çizelge 7.18 (devam) : ENBD, İVO ve FMO.**

Proje Adı	Ekonomik Fizibilite için İskonto Oranı	NBD	İVO	FMO
Irmak – Karabük – Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi	%5,5	20.300.000 €	%6,1	-
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	%10	3.195.259.123 \$	%31	3,60
Erzincan – Diyarbakır- Mardin Demiryolu Projesi	3.054.000.000 TL	%11,06	%8	1,50

Çizelge 7.18’de görüldüğü gibi karşılaştırılan fizibilite raporlarında, ekonomik analizi yapılan tüm projeler yapılabilir çıkmıştır. İç verimlilik oranı oldukça yüksek çıkan metro projeleri olduğu gibi, Karşıyaka Tramvay Projesine bakıldığında bu oran pek tatmin edici büyüklükte değildir. Demiryolu rehabilitasyon ve modernizasyon projelerinin iç verimlilik oranları da kullanılan iskonto oranına oldukça yakın hesaplanmıştır. Anafartalar Tramvay projesi için önemli bir gösterge olan iç verimlilik oranı hesaplanmamıştır.

#### **7.4.7 Ekonomik duyarlılık analizi**

Karşılaştırılan fizibilite raporlarının, ekonomik analizlerinde kullanılan parametrelere nasıl tepki verdiğini incelemek için yapılan duyarlılık analizi sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Çizelge 7.19, talep tahmini duyarlılık analizi sonuçlarını, Çizelge 7.20, inşaat maliyetinin duyarlılık analiz sonuçlarını ve son olarak Çizelge 7.21, zaman değerinin duyarlılık analizi sonuçlarını vermektedir.

**Çizelge 7.19 : Talep Tahmini Duyarlılık Analizi.**

Proje Adı	Mevcut Durum			Yeni Durum	
	İVO (%)	Fayda/ Maliyet Oranı	Değişim	İVO (%)	Fayda/ Maliyet Oranı
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	21,41	2,12	%20 Az	12,25	1,20
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	25,39	2,25	%20 Fazla	34,19	3,27

Görüldüğü gibi 4.Levent – Hacıosman metro hattı için öngörülen trafiğin %20 az olması durumunda hesaplanan iç verimlilik oranı oldukça düşmüş, fayda – maliyet oranı

bire yaklaşmıştır. Kadıköy – Kartal Metro hattı için incelenen trafiğin %20 fazla olması durumunda zaten ekonomik olarak yapılabilir çıkan proje daha yukarıları zorlamış, iç verimlilik oranı yaklaşık olarak %35 oranında artmıştır.

**Çizelge 7.20 : İnşaat Maliyeti Duyarlılık Analizi.**

Proje Adı	Mevcut Durum		Değişim	Yeni Durum	
	İVO (%)	Fayda/Maliyet Oranı		İVO (%)	Fayda/Maliyet Oranı
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	21,41	2,12	%20 Fazla	18,83	1,87
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	11,16	1,12	%20 Fazla	9,60	0,96
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	25,39	2,25	%20 Fazla	22,71	1,99
Karşıyaka Tramvay Hattı	10,80	1,05	%20 Fazla	9,91	0,99
Kaynarca Merkez – Tuzla Tersane Metro Hattı	22,53	2,51	%20 Fazla	20,34	2,23
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	28,00	7,68	%20 Fazla	26,00	7,07
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	31,00	3,60	%20 Fazla	28,00	3,19

İnşaat maliyetlerinin %20 oranında artması senaryosunda İstinye – İTÜ – Kağıthane metrosu ve Karşıyaka Tramvay projesi dışındaki tüm projeler bu duruma direnç göstermişlerdir.

**Çizelge 7.21 : Zaman Değeri Duyarlılık Analizi.**

Proje Adı	Mevcut Durum		Değişim	Yeni Durum	
	İVO (%)	Fayda/Maliyet Oranı		İVO (%)	Fayda/Maliyet Oranı
4.Levent – Hacıosman Metro Hattı	21,41	2,12	%50 Az	15,78	1,48
İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı	11,16	1,12	%20 Az	9,37	0,94
Kadıköy – Kartal Metro Hattı	25,39	2,25	%20 Az	22,46	1,92
Karşıyaka Tramvay Hattı	10,80	1,05	%40 Az	19,18	1,59
			%20 Az	9,72	0,98

**Çizelge 7.21 (devam) : Zaman Değeri Duyarlılık Analizi.**

Proje Adı	Mevcut Durum		Değişim	Yeni Durum	
	İVO (%)	Fayda/Maliyet Oranı		İVO (%)	Fayda/Maliyet Oranı
Üsküdar – Ümraniye Metro Hattı	28,00	7,68	%20 Az	25,00	6,28
Kabataş – Mahmutbey Raylı Sistem Hattı	31,00	3,60	%40 Az	21,00	4,88
			%20 Az	28,00	3,07
			%40 Az	24,00	2,54

Ekonomik faydalar arasında en yüksek yüzdeye sahip olan zaman değerinin duyarlılık analizi, yukarıdaki Çizelge 7.21’de verilmiştir. Bazı projeler için %20 az ve %40 az olarak iki farklı senaryo uygulanmıştır. Karşıyaka tramvay projesi kapsamındaki faydalarda %30 luk bir yer kaplayan bu parametrenin %20 azaltılması, projeyi ekonomik yönden fizibil olmaktan çıkarmıştır. İstinye – İTÜ – Kağıthane metro projesi için zaman değerinin, toplam faydaların içindeki oranı %82 ile en yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir. Burada zaman değerinin %20 oranında azalması bu projeyi ekonomik yönden yapılabilirliğini kaybetmesine yol açmıştır. Bu durum zaman değeri gibi bir değişkenin çok hassas incelenmesi gerektiğini göstermesi açısından iyi bir örnek teşkil etmektedir.

Yukarıda Çizelge 7.21’den anlaşılacağı üzere zaman değeri projelerin ekonomik değerlendirilmesinde kritik bir önem taşımaktadır.

## 8. SONUÇ

Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkede, kaynakların en etkili biçimde kullanılması ülke adına büyük bir önem taşımaktadır. Ülke ekonomisine yön verebilecek, topluma hizmet adına çok önemli olan, fakat yatırım maliyetleri de bir o kadar yüksek olan ulaştırma projelerine, doğru kaynak aktarımı için doğru yapılmış fizibilite raporları hem ihtiyaç hem de zorunluluktur. Bu çalışma kapsamında, öncelikle birçok kaynaktan yararlanılarak bir fizibilite raporunun içerik anlamında neler barındırması gerektiğini, bu konuda ulusal ve uluslararası normların format ve içerik bağlamında neleri dikkate aldığı, kullanılan verilerin ve bu verilerin işleme süreçlerinin hangi yöntem ve matematiksel denklemler ile yapılması gerektiği, sonuçların nasıl yorumlanacağına dair bir araştırma yapıp ardından bu çerçevede, Türkiye’de raylı sistem projeleri üzerine yapılmış 12 adet fizibilite raporu içerik, veri toplanması, işlenmesi ve sonuçların yorumlanması bazında incelenmiş ve bazı sonuçlara varılmıştır.

- İncelenen fizibilite raporları, içerik konusunda yeterli olduğu, beklenen yapıyı karşıladıkları görülmüştür. Bölgesel şartlar detaylıca belirtilmiş olup bu şartlar çerçevesinde, gelecek öngörülerini ışığında, bölgenin mevcut ulaşım altyapısı göz önüne alınarak ihtiyaçlar ortaya konulmuş ve bölge için hedefler belirlenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda projelerin teknik özellikleri, işletme koşulları anlatılmış ve talep tahmin analizlerine yer verilmiştir. Toplanan veriler işlenerek, net bugünkü değer, iç verimlilik oranı gibi hesaplamalar ile finansal ve ekonomik analizleri yapılmış, bu sonuçların kritik parametrelere olan duyarlılıkları analiz edilmiştir.
- Çalışma kapsamında incelenen fizibilite raporlarında, talep tahmin analizlerinin, hesaplanan birçok farklı parametre üzerinde etkisi olduğu gözlenmiştir. Bunlar arasında, projenin detaylı teknik tasarımı trafik hacim tahminleri doğrultusunda şekilleneceğinden dolayı yatırım maliyeti, projenin gelirleri, işletme ve bakım maliyetleri, ekonomik faydalardan olan toplam yolculuk zaman maliyeti gibi önemli değişkenler mevcuttur. Bu açıdan bakıldığında trafik hacim tahmini için fizibilite raporunun omurgasını oluşturduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca

incelenen fizibilite raporlarından, işletmeye açılmış olan projelerden bazılarının talep analizi verileri bir önceki bölümde incelenmiş ve gerçek değerler ile karşılaştırıldığında yukarıda kaldığı saptanmıştır.

- İncelenen fizibilite raporlarında, karşılaştırma senaryosu olarak daha çok mevcut durum ve mevcut durum için daha önceden planlanmış bakım maliyetleri ve işletme maliyetlerinin asgari düzeyde uygulandığı senaryo seçilmiştir. İncelenen raporlar arasında Irmak – Karabük – Zonguldak demiryolu hattı modernizasyon projesi için ise mevcut durum ile birlikte 3 farklı senaryo birbiriyle karşılaştırılmış ve ekonomik yönden en başarılısı için karar kılınmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, seçilen proje konulan hedefleri yerine getirmekte oldukça başarılı olmuştur.
- Yapılan çalışma kapsamında karşılaştırılan projelerde, ekonomik fizibiliteyi en çok etkileyen parametre olarak yolculuk zaman değeri ön plana çıkmaktadır. Bu değerın ekonomik faydalar arasındaki oranı incelenen projelerde, %30 ile %82 arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu sonuçlar, zaman değerinin bazı projelerde ekonomik fizibilite sonuçlarını fazlasıyla etkilediğini göstermektedir. Karşılaştırılan projelerin ekonomik analiz için yapılan duyarlılık analizleri incelendiğinde, toplam fayda içerisinde yolculuk zaman değerinin yüksek oranda olması bu projelerin, zaman değeri gibi bir değişken karşısında kırılğan olmasına sebep olmaktadır.
- İncelenen fizibilite raporlarında dikkat çeken bir diğer değişken iskonto oranlarıdır. Uzun yıllara yayılan raylı sistem projelerinin fizibilite raporlarında, iskonto oranının değeri finansal ve ekonomik fizibilite sonuçlarını etkileyecek bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Fizibilite çalışmalarında, mali ve ekonomik analizler sonrasında yapılan duyarlılık analizlerinin, projeyi hangi maliyet veya fayda kalemlerinin daha çok etkilediği hakkında değerli bilgiler verdiği gözlenmiştir.

Bu sonuçlarla ilgili aşağıdaki değerlendirmeler ve öneriler yapılabilir.

- Fizibilite raporlarının hazırlanma sürecinde kullanılan trafik hacim öngörülerinin, hesaplama yöntemi güvenilir ve elde edilen verilerin sağlıklı olması, fizibilite raporlarının hem finansal hem de ekonomik analiz göstergelerin daha tutarlı olmasını sağlayacaktır.
- Fizibilite raporlarında, eğer mümkünse karşılaştırılan senaryoların zenginleştirilmesi verilen kararı daha tatmin edici kılabilir.

- Fizibilite raporlarında, kullanılan birim zaman değerinin bölgesel olarak ve farklı yolcu profilleri için ayrı ayrı hesaplanması ekonomik fizibilitenin sonucunun sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Bu konuda eldeki istatistiksel verilerin çeşitliliği ve gerçeğe olan yakınlığı bu hesaplamayı yapmak için esas unsurlardır.
- Finansal ve ekonomik fizibilite sonuçlarını oldukça etkileyen bir diğer parametre olan iskonto oranlarının belirlenmesi hususunda , bu oranların belirlenen bir devlet kurumu tarafından belli periyotlarla açıklanması bu konuda oluşan kafa karışıklığını önleyebilir.

Dünyada ve ülkemizde, her geçen gün önemini daha iyi kavradığımız raylı sistem projelerine, daha fazla yatırım yapılmaktadır. Türkiye'nin, demiryolları ile şehirlerarası daha fazla yük ve yolcu taşıma hedefleri, İstanbul gibi mega şehirlerde yoğun trafiğin bir çözümü olmaları nedeniyle daha fazla raylı sistem projesine ihtiyaç duyduğu çok açıktır. Bu yüzden üzerinde titizlikle çalışılmış fizibilite raporları, doğru projelere kaynak aktarımının yolunu açacaktır.





## KAYNAKLAR

- [1] **Evren, G.** (1999). Türkiye Ulaştırma Politikalarına Eleştirel Bir Bakış. II. Ulaşım ve Trafik Kongresi – Sergisi.
- [2] **Özalp, M. ve Öcalır, V.** (2008). Türkiye’deki Kent içi Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Değerlendirilmesi.
- [3] **Kazancıoğlu, F.** (2012). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolu İşletmesinin Performans Değerlendirmesi, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Vol.27, No1 219-228
- [4] **Kızıldaş, M.** (2013). Yüksek Hızlı Demiryolları Mevcut Durum, Gelişme Eğilimleri, Türkiye ve Dünyadaki Örneklerin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi
- [5] **Bilgiç, Ş.** (2002). Türkiye’de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesi İçin Çok Ölçütlü Bir Yöntem Geliştirilmesi. Doktora Tezi
- [6] **Erdoğan, Ç.** (2011). Kocaeli Hafif Raylı Taşıma Sistemi Fizibilite Raporu. Yüksek Lisans Tezi
- [7] **Uğurel, Ş.** (2010). Türkiye’de Metro Projeleri Yatırımlarının Geri Dönüşüm Süresinin Belirlenmesi ve Bu Sürenin Optimizasyonu İçin Öneriler. Yüksek Lisans Tezi
- [8] **Özgür, Ö.** (2009). An analysis of Rail Transit Investments in Turkey: Are The Expectations Met? Yüksek Lisans Tezi
- [9] **Öztürk, İ.** (2007). İnşaat Sektöründe Fizibilite Aşamasında Maliyet Tahmini Yapmakta Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Değerlendirme. Yüksek Lisans Tezi
- [10] **Demircan, K.** (2010). Kentiçi Raylı Sistem Hatlarının Yolcu Öngörülerindeki Güvenirliliğin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi
- [11] **Snell, M.** (2011). Cost – Benefit Analysis – A practical guide. ICE Publishing
- [12] **World Bank** (2010) Cost Benefit Analysis in World Bank Projects. World Bank Washington D.C.
- [13] **European Investment Bank.** (2013), The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB. European Investment Bank Press
- [14] **Steiner H.** (1992). Engineering Economic Principles
- [15] **Sartori, D.** (2015). Guide to Cost – Benefit Analysis of Investments Projects
- [16] **Url-1**<<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171005-4-1.pdf>>, erişim tarihi 21.03.2018
- [17] **Ayanoğlu K, Düzyol C, İlter N, Yılmaz C** (1996), Kamu yatırım projelerinin planlanması ve analizi. Ankara DPT. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Proje Yatırımları Değerlendirme Analiz Dairesi. Xii, 256 s.

- [18] **Boadway, R. , Wildasin, D.** (1984). Public Sector Economics
- [19] **Bağdathı, M. ve Akbıyık, R.** (2014). Ulaştırma yapıları ekonomik analizlerde iskonto oranı. SAÜ Fen Bil Der 19. Cilt,1. Sayı, s 67-74
- [20] **Kargül, D.İ.** (1996). Fizibilite Raporu Hazırlama Esasları ve Örnekler. İstanbul Ticaret Odası.
- [21] **Campbell, H. ve Brown, R.** (2003). Benefit – Cost Analysis – Financial and Economic Appraisal Using Spreadsheets. Cambridge University Press.
- [22] **Ajit, K. ve Pearce, D** (1972) Cost-Benefit Analysis- Theory and Practice. Macmillian Press LTD. London
- [23] **Breidert, C.** (2006). Estimation of Willingness to Pay. Gabler Edition Wissenschaft
- [24] **Quah, E. ve Toh, R.** (2012). Cost Benefit Analysis – Cases and Materials. Routledge Taylor & Francis Group – London
- [25] <[www.publicpurpose.com/ppinfra.htm](http://www.publicpurpose.com/ppinfra.htm)> Public Purpose web sayfası, erişim tarihi 19.03.2018
- [26] **European Commission.** Railpag – Railway Project Appraisal Guidelines. European Commission Press
- [27] **Demirdağ, M.** (2007). Kentiçi Raylı Sistemlerde Hat Bakım ve Maliyeti. Yüksek Lisans Tezi.
- [28] **Ayhan, S.** (2007). Kentsel Raylı Sistemlerde İşletme Maliyetleri. Yüksek Lisans Tezi
- [29] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** (2004), 4. Levent-Hacıosman Metro Hattı Fizibilite Raporu
- [30] **Yüksel Proje** (2018), Anafartalar, YHT, Talas Tramvay Hattı Fizibilite Raporu
- [31] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** (2016), İstinye – İTÜ – Kağıthane Metro Hattı Fizibilite Raporu
- [32] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** (2015), Kabataş-Mahmutbey Metro Hattı Fizibilite Raporu
- [33] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** (2004), Kadıköy – Kartal Metro Hattı Fizibilite Raporu
- [34] **İzmir Büyükşehir Belediyei** (2010), Karşıyaka Tramvay projesi fizibilite Raporu
- [35] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** (2005), Kaynarca Merkez – Pendik Metro Hattı Fizibilite Raporu
- [36] **Japan Bank For International Cooperation,** (2007). Bosphorus, Rail Tube Crosing Project
- [37] **Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları,** (2006), Irmak-Karbük-Zonguldak Hattı Rehabilitasyon Projesi Fizibilite raporu
- [38] **Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları,** (2009), Gebze-Köseköy YHT projesi fizibilite raporu
- [39] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** (2005), Üsküdar-Ümraniye Metro Hattı Fizibilite Raporu

[40] **Altınok Müşavirlik Mühendislik** (2012), Erzincan – Diyarbakır – Mardin Demiryolu Projesi

[41] **Url-2** <<https://www.metro.istanbul/yolcuizmetleri/yolcuistatistikleri>> Metro İstanbul web sayfası, erişim tarihi 19.08.2018

[42] **Url-3** < <https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/HatDetay?hat=M5>> Metro İstanbul web sayfası, erişim tarihi 19.08.2018

[43] **T.C Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.**(2017), T.C. Devlet Demiryolları İstatistik Yıllığı (2012-2016)





## ÖZGEÇMİŞ



**Ad – Soyad :** Yusufcan Ayan

**Doğum Yeri – Tarihi:** İstanbul – 13.09.1988

**E-posta:** yusufcanayan@hotmail.com

**Öğrenim Durumu:**

**Lisans:** 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği