

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ÇAĞIŞ YERLEŞKESİ İLE BALIKESİR İL MERKEZİ
ARASINDA HAFİF RAYLI SİSTEMLERİN ARAŞTIRILMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT GÜRSOY

BALIKESİR, HAZİRAN – 2019

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ÇAĞIŞ YERLEŞKESİ İLE BALIKESİR İL MERKEZİ
ARASINDA HAFİF RAYLI SİSTEMLERİN ARAŞTIRILMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT GÜRSOY

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Ali TOPAL

Dr. Öğr. Üyesi Füsun ÇİFTÇİ

BALIKESİR, HAZİRAN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Murat GÜRSOY tarafından hazırlanan “ÇAĞIŞ YERLEŞKESİ İLE BALIKESİR İL MERKEZİ ARASINDA HAFİF RAYLI SİSTEMLERİN ARAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 31/05/2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

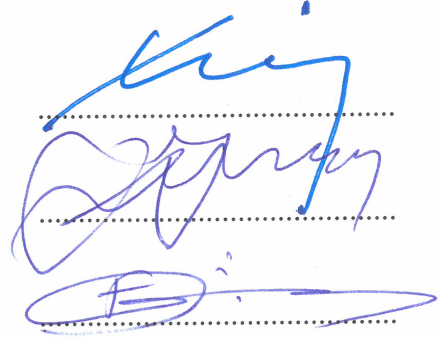
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR

Üye
Prof. Dr. Ali TOPAL

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Füsun Çiftçi



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

**ÇAĞIŞ YERLEŞKESİ İLE BALIKESİR İL MERKEZİ ARASINDA HAFİF
RAYLI SİSTEMLERİN ARAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MURAT GÜRSOY
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BALIKESİR, HAZİRAN 2019**

Hazırlamış olduğumuz bu tez çalışmasının birinci kısmında kent içi toplu taşıma hizmetlerinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesi yapılarak, ülkemizde toplu taşımacılık hizmetlerinin ve bu hizmetler için de raylı sistemlerin gelişim süreci hakkında bilgi verilmiş, yıllar içinde genel olarak kent içi toplu taşıma hizmetlerinde ve özelde raylı sistemlerde yaşanan değişim sürecinin kent gelişimi ile arasındaki ilişki anlatılmaya çalışılmıştır. Bu ilişkinin bundan sonra kent içi yolcu taşımacılığına ilişkin sorunların çözümünde raylı sistem yatırımlarından yararlanmayı düşünen kentlerimiz için incelenmesi gerekmektedir.

İkinci kısımda Balıkesir Kent Merkezi ile Balıkesir Üniversitesi'nin ana yerleşkesi olan Çağış Yerleşkesi arasındaki yolcu taşımacılığının hafif raylı sistem ile karşılanabilmesi için gerekli ön çalışma yolcu kapasitesi, teknik zorunluluklar ve mali açılardan incelenmiştir. Bu çalışma ile ileride planlanması gündeme gelecek olan büyük bir ulaşım mühendisliği yatırımı farklı açılardan değerlendirilmiş hayata geçirilmesi sırasında karşılaşılması muhtemel teknik ve ekonomik sorunlar hakkında aydınlatıcı bilgiler verilerek uygulamacılara yol gösterici olması amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Kentsel ulaşım, raylı sistem, Balıkesir kent merkezi, Balıkesir Üniversitesi, Çağış yerleşkesi

ABSTRACT

RESEARCH ON THE INVESTIGATION OF LIGHT RAILY SISYSTEMS BETWEEN BALIKESIR CITY CENTER AND ÇAĞIŞ CAMPUS

MSc. THESIS

MURAT GÜRSOY

BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

BALIKESİR, JUNE 2019

In the first chapter of this thesis study furnished; the urban transportation services having been benchmarked, some knowledge on the public transportation in our country and development process of the rail systems in those services was conveyed, and over the years, the relationship between the period of change experienced, in general, in the urban public transportation systems, distinctively, in rail systems and urban development was endeavoured to be illuminated. This relationship is supposed to be scrutinized from now onward for the cities which are considering to take advantage of the rail system investments in the solution of the hassles regarding the urban passenger transportaion.

In the second chapter, for being able to be fulfilled by the light rail system, the requisite preliminary study regarding the passenger transportation between the Balıkesir city centre and the Çağış Campus, the main campus of Balıkesir University, was probed in terms of the passenger capacity, technical imperatives, and financial issues. Owing to this study; a profound transportation engineering investment being planned of which will acquire currency onwards having been evaluated, the study aforementioned was engrossed with the purpose of being guiding for the implementors by relaying elucidative knowledge concerning prospective technical and economical challenges to be encountered in the phase of being brought into action.

KEYWORDS: Urban transportation, rail systems, Balıkesir city center, Balıkesir University, Çağış campus

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
SEMBOL ve KISALTMALAR LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KENT İÇİ ULAŞIM	3
2.1 Kent İçi Ulaşımın Dünyadaki Gelişim Süreci	6
2.2 Kent İçi Ulaşımın Türkiye'deki Gelişim Süreci.....	7
2.3 Kent İçi Ulaşım Toplu Taşıma Türleri	13
3. KENT İÇİ ULAŞIMDA RAYLI SİSTEMLER İLE LASTİK TEKERLEKLİ SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	16
3.1 Ekonomik Açıdan Değerlendirme	16
3.2 Güvenlik Açısından Değerlendirme	17
3.3 Enerji Tüketimi Açısından Değerlendirme	18
3.4 Çevresel Etki Açısından Değerlendirme	19
3.5 Gürültü Kirliliği Açısından Değerlendirme.....	20
3.6 Konfor Açısından Değerlendirme	21
3.7 Erişim Açısından Değerlendirme	21
4. BALIKESİR İL MERKEZİ İLE ÇAĞIŞ YERLEŞKESİ ARASINDA HAFİF RAYLI SİSTEM ANALİZİ	23
4.1 Balıkesir İli Hakkında Genel Bilgi	23
4.2 Çağış Yerleşkesi Hakkında Genel Bilgi	28
4.2.1 İl Merkezi ile Çağış Yerleşkesi Arasında Mevcut Seyahat Şekilleri 28	
4.3 Balıkesir İl Merkezi İle Çağış Yerleşkesi Arasında Raylı Sisteme Yönelik Güzergâh Analizi.....	32
4.3.1 Güzergâhın Genel Durumu	32
4.3.2 Güzergâhta İstasyon Noktaları.....	38
4.3.3 Güzergâhın Jeolojik Yapısı ve Depremsellik	47
4.3.4 Güzergâhın Hidrolojik Yapısı ve Eğim	49
4.3.5 Güzergâhtaki Mevcut Yolculukların Karakteristik Özellikleri	51
4.3.6 Güzergâhta Yolculuk Tahmini.....	54
4.3.7 Güzergâhta Gelecekte Beklentiler	66
5. RAYLI SİSTEM TEKNİK ÖZELLİKLERİ	69
6. RAYLI SİSTEM MALİYET ANALİZİ	76
6.1 Güzergâhta Kamulaştırma Maliyeti	76
6.2 Güzergâhta Yapım Maliyeti	82
6.3 Güzergâhta İşletme Maliyeti	86
6.3.1 Enerji Giderleri	88
6.3.2 Araç Bakım Giderleri.....	89
6.3.3 Yol ve Sabit Tesislerin Yıllık Bakım Onarım Giderleri	89
6.3.4 Personel Giderleri	90
6.3.5 Amortismanlar	91

6.3.6	İşletme Gelirleri	92
6.4	Mali Fizibilite Etüdü	96
6.4.1	Hat ve Tesislerin Yatırım Giderleri:	96
6.4.2	İşletme Bakım ve Giderleri:	96
6.4.3	İşletme Gelirleri:	100
6.4.4	Finansman Giderleri:	102
6.4.4.1	Senaryo 1:	103
6.4.4.2	Senaryo 2:	105
6.4.4.3	Senaryo 3:	107
6.4.4.4	Senaryo 4:	109
6.4.4.5	Senaryo 5:	111
6.4.4.6	Senaryo 6:	113
6.4.4.7	Finansal Değerlendirme	115
6.5	Ekonomik Fizibilite Etüdü	116
6.5.1	Yatırım Maliyeti	116
6.5.2	Raylı Sistem İşletme Giderleri.....	116
6.5.3	Bilet Gelirleri	117
6.5.4	Yatırım Giderleri.....	119
6.5.5	İşletme Giderleri	123
6.5.6	Karayolu Bakım Onarım Giderleri	123
6.5.7	Kaza Maliyeti.....	123
6.5.8	Süre Maliyeti.....	125
6.5.9	Çevresel Maliyet	126
6.5.10	Finansal Değerlendirme	128
6.6	Öneriler.....	130
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER	133
8.	KAYNAKLAR.....	135
9.	EKLER	140

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1: Balıkesir kent makroformunun gelişimi [17]	26
Şekil 4.2: Çağış Yerleşkesi vaziyet planı	31
Şekil 4.3: Güzergâh üzerinde bulunan köprülerden Bostancı 1 köprüsü.....	35
Şekil 4.4: Güzergah üzerinde menfez geçişleri görüntüsü	35
Şekil 4.5: Bigadiç (DSİ) köprülü Kavşağı.....	36
Şekil 4.6: Güzergahın başlangıç noktası.....	40
Şekil 4.7: İkinci durak noktası	41
Şekil 4.8: Üçüncü durak noktası.....	42
Şekil 4.9: Dördüncü durak noktası	43
Şekil 4.10: Beşinci durak noktası	44
Şekil 4.11: Altıncı durak noktası	45
Şekil 4.12: Yedinci durak noktası.....	45
Şekil 4.13: Sekizinci durak noktası	46
Şekil 4.14: Balıkesir Kent Merkezi ve yakın çevresinin zemin haritası (Zemin sınıflaması için Erinç ve diğerleri 1970'den esinlenilmiştir.) [20]	49
Şekil 4.15: Balıkesir Kent Merkezindeki yer altı su seviyesi ve alüvyon eş kalınlık haritası (Aktimur ve Diğerleri 1994'den düzenlenmiştir.) [20]	50
Şekil 4.16: Son 10 yılda YOGT artış yüzdesi.....	53
Şekil 4.17: Güzergahtaki türel dağılım.....	54
Şekil 4.18: Peronlardaki doruk saat yolcu miktarları	58
Şekil 5.1: Mevcut demiryolu hattının güzergâhtan ayrıldığı sigorta köprüsü ..	70
Şekil 5.2: Çağış Yerleşkesi kanalizasyon hattı	74
Şekil 6.1: Hemzemin hafif raylı sistem kesitinde ölçüler [27]	78

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Ulaşım türlerinin güvenlik bakımından karşılaştırılması [15]	18
Tablo 3.2: Toplu taşıma sistemlerinin enerji yönünden karşılaştırılması [14].	19
Tablo 3.3: Kent içi ulaşım sistemlerinin meydana getirdiği kirlilik miktarı (gr/yolcu-km) [16]	20
Tablo 4.1: İstasyon noktaları	39
Tablo 4.2: Güzergahtaki yolculukların yıllar içindeki değişimi [21].....	52
Tablo 4.3: Taşıt doluluk miktarları (kişi)	57
Tablo 4.4: Peron noktalarında zirve saatte geçen yolcu miktarları (2018)	57
Tablo 4.5: Güzergahta proje trafiğinin yıllar içinde değişimi	60
Tablo 4.6: Çağış Yerleşkesi'nde yıllara göre öğrenci sayıları	61
Tablo 4.7: Çağış Yerleşkesi öğrenci sayılarındaki yıllara göre artış oranları ..	62
Tablo 4.8: Bağımlı ve bağımsız değişkenin yıllar içindeki değişimi	63
Tablo 6.1: Kent içi toplu ulaşım yatırım maliyetleri (Milyon \$) [29].....	82
Tablo 6.2: Bazı hafif metro projelerinin planlanan maliyeti [30]	82
Tablo 6.3: Türkiye'de bazı hafif raylı sistem proje maliyetleri [31]	83
Tablo 6.4: Raylı sistem yatırım maliyeti	85
Tablo 6.5: Raylı sistem türüne göre tren uzunluğu [30]	87
Tablo 6.6: Yıllık enerji giderleri	88
Tablo 6.7: Yıllık araç bakım giderleri	89
Tablo 6.8: Yol ve sabit tesislerin yıllık bakım onarım giderleri	90
Tablo 6.9: Yıllık personel giderleri	90
Tablo 6.10: Yıllık amortisman bedelleri	91
Tablo 6.11: Raylı sistem yıllık işletme giderleri	92
Tablo 6.12: 2017 yılı için günlük tahmini raylı sistem yolculuk sayıları	93
Tablo 6.13: Hattın işletme geliri	95
Tablo 6.14: İşletme dönemi boyunca yıllık enerji giderleri	97
Tablo 6.15: İşletme dönemi boyunca yıllık araç bakım giderleri	98
Tablo 6.16: İşletme dönemi boyunca yıllık personel giderleri.....	99
Tablo 6.17: İşletme dönemi boyunca yıllık işletme giderleri.....	100
Tablo 6.18: İşletme dönemi boyunca işletme gelirleri.....	101
Tablo 6.19: Senaryo 1 kredi geri ödeme tablosu.....	103
Tablo 6.20: Senaryo 1 fizibilite raporu (Euro).....	104
Tablo 6.21: Senaryo 2 kredi geri ödeme tablosu.....	105
Tablo 6.22: Senaryo 2 fizibilite raporu (Euro).....	106
Tablo 6.23: Senaryo 3 kredi geri ödeme tablosu.....	107
Tablo 6.24: Senaryo 3 fizibilite raporu (Euro).....	108
Tablo 6.25: Senaryo 4 kredi geri ödeme tablosu.....	109
Tablo 6.26: Senaryo 4 fizibilite raporu (Euro).....	110
Tablo 6.27: Senaryo 5 kredi geri ödeme tablosu.....	111
Tablo 6.28: Senaryo 5 fizibilite raporu (Euro).....	112
Tablo 6.29: Senaryo 6 kredi geri ödeme tablosu.....	113
Tablo 6.30: Senaryo 6 fizibilite raporu (Euro).....	114
Tablo 6.31: Finansman modelleri.....	115
Tablo 6.32: 2017 yılı günlük yolcu sayıları	118

Tablo 6.33: Otobüs harici taşıtlardan raylı sisteme aktarılan yolcu sayı ve gelirleri	119
Tablo 6.34: İşletme döneminde günlük otobüs yolcu sayıları	121
Tablo 6.35: İşletme döneminde gerekli otobüs yatırımı	122
Tablo 6.36: İşletme döneminde otobüs giderleri.....	124
Tablo 6.37: İşletme döneminde karayolu toplu taşımada süre maliyeti	126
Tablo 6.38: İşletme döneminde otobüs ile hafif raylı sistem arasındaki çevresel maliyet farkı	127
Tablo 6.39: Ekonomik fizibilite raporu (Euro)	129



SEMBOL ve KISALTMALAR LİSTESİ

A.Ş.	: Anonim Şirketi
CO	: Karbonmonoksit
dB	: Desibel
DSİ	: Devlet Su İşleri
EGO	: Elektrik Gaz Otobüs Genel Müdürlüğü
HC	: Hidrokarbon
HRS	: Hafif Raylı Sistem
KWs	: Kilovat saat
NEF	: Necatibey Eğitim Fakültesi
NOx	: Azotoksit
ÖSYM	: Ölçme Seçme ve Yerleştirme Merkezi
PM	: Partikülmadde
PST	: Proje Saatlik Trafiği
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

ÖNSÖZ

İlk olarak tez çalışmalarım sırasında bana yol gösteren ve yoğun çalışma programına rağmen bana vakit ayıran danışman hocam Prof. Dr. Turgut ÖZDEMİR'e, çalışmalarımda destekleri olan Balıkesir Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri, Dr. Öğr. Üyesi Füsun Üçer Çiftçi ve Dr. Öğr. Üyesi Ayşe TURABI'ye, raylı sistem uygulamaları hakkında bilgi edindiğim Bursa Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistem Daire Başkanı ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmalarım için özel hayatımdan ayırdığım zamanı saygıyla karşılayan ve bana manevi olarak destek veren aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Balıkesir 2019

Murat GÜRSOY

1. GİRİŞ

Günümüzde çalışma ve sosyal hayatın hızlı yaşandığı şehirlerde bu yüksek hıza cevap verebilecek, çevreci, gürültüsüz ve konforlu yolculuk hizmeti sunan toplu taşıma sistemlerine ihtiyaç duyulmakta ve bunlara uygun ulaştırma planlarının geliştirilmesi talep edilmektedir. Toplu taşıma sistemlerini şehrin trafik ve nüfus yoğunluğundan etkilenmeyecek biçimde sağlıklı ve düzenli hale getirebilmiş ve otomobil benzeri bireysel yolculuk sistemleri ile aynı avantajlara sahip toplu taşıma sistemleri ile şehrin her köşesine ulaşabilmiş yerel yönetimler, sanayileşmiş yoğun nüfuslu şehirlerin ulaşım ve trafik sorunlarını büyük ölçüde çözüme ulaştırmıştır. Ancak ülkemizdeki şehirlerin büyük bir kısmı son yıllarda yoğun göç almış bu göç neticesinde planlanandan hızlı büyüyen şehirlerimiz altyapı, barınma ve ulaşım ihtiyaçlarını dahi temel konfor seviyesinde yürütemez hale gelmiştir. Özellikle ulaşım konusunda sorunları temelden çözmek yerine maliyeti düşük ancak çabuk sonuç alınabilecek yöntemlere başvurulmuş, trafik yoğunluğu kısa sürede artan güzergahların sorunlarına otobüs ve dolmuş temelli ulaşım hizmetleri ile çare aranmıştır. Kısa dönemde trafik sıkışıklığını ve yolculuk talebini karşılayan bu sistemler uzun vadede aynı sorunların tekrarlanmasını önleyememiş hatta trafik sıkışıklığı ve çarpık kentleşmeye çare olmak yerine sorunun ana unsurlarından biri haline gelmişlerdir. Trafik sorununa kalıcı çözümler arayan yerel yönetimler ise karayolları şerit sayısını arttırma, kavşak düzenlemesi, alt geçit ve çevre yolları gibi karayolu odaklı projelerle ulaşım sorunlarını temelden çözmeye çalışmışlardır. Ancak bunun neticesinde hizmet kalitesi artan karayolları otomobil kullanımını teşvik etmiş, trafik sorunlarını şehir merkezinden alarak şehrin tüm bölgelerine hatta şehrin en ücra köşesine kadar taşımıştır. Bu şekilde geleneksel yöntemleri izleyerek ulaşım sorunlarını çözmeye çalışan şehirler kısa vadede ihtiyacı karşılamışlar ancak uzun vadede şehrin tüm bölgelerini problemin bir parçası haline getirmişlerdir.

Kent içi ulaşım konusuna daha bilimsel bakan ve sorunları temelden çözmeye çalışan şehirlerde ise ulaşım sorununun çözümü için daha önce yapılan hatalardan dersler çıkarılarak, genelde toplu taşıma sistemlerini, gerektiği güzergahlarda ise kent içi raylı sistemleri ön plana çıkaran, toplu taşıma kullanımını teşvik edip özel

otomobil kullanımını caydırıcı önlemler alan, bireysel taşıt kullanımını gereksinim ve konfor olmaktan çıkararak insan odaklı uygulamaları ön plana çıkaran yöntemler kullanılmaktadır.

Ülkemizde hızlı sanayileşme ve bunun neticesinde gelen yoğun iç göçler şehirlerimizde çarpık kentleşmeye sebep olmakta özellikle büyük şehirlerde kent içi ulaşımı karmaşık ve zor hale getirmektedir. Yaşadığımız şehir Balıkesir kentlere özgü büyük ulaşım problemleriyle henüz yeni yeni tanışmakta olup şimdiden alınacak önlemler gelecekte karşılaşılabilecek olası problemlerin içinden çıkılmaz hale gelmeden çözümü için son derece önemlidir. Hazırlamış olduğum bu çalışmada içerik olarak raylı sistemler genel hatlarıyla tanıtılmış, diğer toplu taşıma sistemlerinden farklılıkları ortaya konmuş ve Balıkesir Kent Merkezi - Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi güzergâhının raylı sistem toplu taşımacılığına uygunluğu değerlendirilmiştir.

2. KENT İÇİ ULAŞIM

Ulaşımın temel unsurlarını, altyapı, üstyapı ve bunların üzerinde hareket etmekte olan taşıtlar oluşturmaktadır. Bu noktada bir ulaşım projesi hayata geçirilirken ulaşımın hangi tür taşıyla gerçekleştirileceğinin seçimi, bir mühendislik çalışması olarak altyapı ve üstyapıyı yani yolun inşasını doğrudan etkilemektedir. Kullanılacak taşıtın, raylı veya lastik tekerlekli olmasına göre üzerinde hareket edeceği yol inşaatı değişmekte farklı mühendislik çalışmaları gerektirmektedir. Son yıllarda şehirlerarası ve transit yollarda olduğu gibi kent içi yollarda da pek çok farklı taşıt ile ulaşım sorunları çözülebilir hale gelmiştir. Burada önemli olan hangi tür taşıtın kent içi ulaşımında kullanılacağı olup, bunun karar verme sürecinde, sistemin yapım ve işletme maliyeti ile birim zamanda taşıyabileceği yolcu kapasitesi gibi bazı parametreler etkili olmaktadır.

Kentsel ulaşım kavramı özellikle ülkemizde önemi yeni anlaşılan bir kavramdır. Kentlerimizin gerçekleşen büyüme hızları, beklenen veya planlanan büyüme hızlarından daha fazla olmaya başladığı dönemlerden itibaren kent içi ulaşım bir sorun olarak ortaya çıkmaya başlamış ve kalıcı çözümler üretilmediği içinde bu sorun durmadan büyümüştür. Ülkemizde bu sorunu yaşayan ilk kentlerimizden biri olan İstanbul yaklaşık yüz yıldır kent içi ulaşım sorunlarına çözüm üretmeye çalışmakta ve bu çözüm yolları da diğer şehirlerimiz açısından pek çok zaman örnek teşkil etmektedir.

XX. yy.ın ikinci yarısından itibaren tarımda makineleşme sürecinin tarımsal nüfusu azaltmaya başlaması 1980'li yıllardan itibaren ise ülkemizin gelir dağılımında tarım sektörünün önemini planlı bir şekilde sanayi ve hizmet sektörüne bırakması, sanayi ve hizmet sektörlerinin kırsal alanlardan çok kentsel alanlarda yoğunlaşması ve tarım sektöründen boşa çıkan emek yoğun insan gücünün düzenli olarak şehirlere göç etmesi gibi birbirleriyle bağlantılı sosyal gelişmeler neticesinde kentlerimizin nüfusu artmış, bu artış hızı dönem dönem ülke nüfus artış hızının da önüne geçmiştir. Bu yapıyı kaldırmakta zorlanan kentlerimiz yüzölçümü olarak büyümüş, hızlı ve düzensiz yapılaşmalar çoğu zaman imar planlarını da delerek şehir çeperlerine eklenmiştir. Nispeten arazi birim fiyatlarının ucuz olduğu şehrin dış bölgelerine

yerleşen yeni kentli nüfus konut-iş, konut-eğitim, konut-sosyal yaşam gibi farklı ulaşım talepleri ile şehrin yeni konut bölgelerinden, merkeze, sanayi bölgelerine, eğitim alanlarına yaptıkları yolculuklarla kentin ulaşım hızını ve alışkanlıklarını hızlı bir şekilde değiştirmişlerdir. Yaşam alanı genişleyen kentlerimizde ulaşım başlı başına bir sektör haline gelerek çoğu zaman yerel yönetimler için birincil öneme sahip asli hizmet unsuruna dönüşmüştür.

Kendi içindeki nüfus artışı ve dıştan gelen göçler ile büyüyen şehirlerde ticaret ve konut alanları şehir dışına doğru taşınmaktadır. Buralarda yaşayanlar, daha uzun süren ve daha fazla maliyetli seyahatlere katlanmak zorunda kalmaktadırlar. Şehir içi ulaşımı kısaltmak ve rahatlatmak adına yapılan her müdahale ise diğer sektörleri de etkilemektedir. Doğru bir arazi planlaması ile şehrin gelişim sahaları belirlenmeli, ticaret merkezleri, sosyal yaşam alanları, sanayi siteleri, eğitim merkezleri bir plan doğrultusunda belirlenerek, buralara sağlanacak ulaşım henüz bu alanlar çözümsüz bir yapıya ulaşmadan, belirlenmelidir. Bu noktada kent içi ulaşım sorunlarının temelinde yanlış imar uygulamalarının payı olduğu söylenebilir. Çünkü ülkemizde kent içi ulaşımında karayolu tabanlı sistemlerin ağırlığının bulunmasında şehirlerimizin düzensiz yapısının etkisi büyüktür. Çarpık ve düzensiz şekilde gelişen şehirler, kentin alt merkezlerinde ve bölgelerinde yapılması gereken meydanlara bağlantısı olmayan yamuk ve düzensiz yollar, kent içi ulaşım sorunlarının minibüs benzeri küçük karayolu araçları ile kısa vadede çözülmesinin önünü açmıştır. Bu şekilde hizmet veren küçük karayolu taşıtları sorunları ilk etapta çözüyor gibi görünse de şehrin düzensiz yapısını destekleyici bir şekilde gelişerek, düzensiz seyir saatleri, kapasitelerinin üzerinde yolcu taşımaları ve durak harici her yerden yolcu almaları, en ücra yollara bile girerek şehir trafiğini olumsuz etkilemeleri sebebiyle uzun vadede istenmeyen sonuçlar doğurmakta, kontrol edilmelerini de zorlaştırmaktadır. Öyleyse kentlerimiz için yapılması gereken ilk şey birbirleri ile son derece uyumlu imar ve ulaşım planları hazırlamak ve bunları ciddiyetle hayata geçirmektir.

Sorunun bir başka boyutu da ülkemizde kent içi yolcu taşımacılığında olduğu gibi şehirlerarası yolculuklar söz konusu olduğunda da karayolu yolcu taşımacılığının bariz bir üstünlüğe sahip olmasıdır. Hatta şehirlerarası yolculuklarda mevcut olan yolculuk türü alışkanlıkları kent içi ulaşımında karayolu ulaşım

hizmetlerinin alternatif türlere göre daha baskın olmasını da etkilemiştir. Bu yapının kırılıp kent içi ulaşımında türler arası daha dengeli bir yapının oluşabilmesini kolaylaştırıcı etkenlerden biri de şüphesiz şehirlerarası yolculuk alışkanlıklarının değiştirilerek karayolu yolcu taşımacılığının, demiryolu, havayolu ve denizyoluna kaydırılabilmesi ile doğrudan ilişkilidir.

Ülkemizde kent içi ulaşımın genel bir fotoğrafına bakmak gerekirse kent içi ulaşımın ana unsurunu karayolu ulaşımı oluşturmaktadır. Kapıdan kapıya yolculuk konusunda üstünlükleri bulunan karayolu ulaşımı, otomobil kullanımını teşvik etmekte ve bu durum trafik sıkışıklığı ve kent içi otopark sorunlarını büyütmekte, kent içi karayollarının kullanım kalitesini de hesaplanandan daha kısa sürede tüketmektedir. Kent içi yollarda yaşanan, trafik sıkışıklığı ve karayolu kalitesinin bozulması gibi sorunlar kısa vadeli yüzeysel çözüm yöntemleriyle giderilmeye çalışılmaktadır. Bu kapsamda büyük kavşak projeleri, üst geçit, alt geçit inşaatları, yol şerit sayısının arttırılması ve yolların genişletilmesi ilk akla gelen çözüm yöntemleri olmakta, kısa vadede sonuç alınan bu yöntemler uzun vadede yeni trafik sıkışıklıkları ve kent içi yolları tekrar yıpratıcı kısır döngüyü hayata geçirmektedir. Kent içi ulaşımın sorunlarına yüzeysel değil kalıcı çözümler getirmek için mevcut kent içi toplu ulaşım altyapısını güçlendirmek ve kent içi ulaşımı alternatif yöntemlerle destekleyerek, otomobil kullanımını cazip hale gelmekten çıkarmak gerekmektedir.

Kent içi yolcu taşımacılığında karayoluna en güçlü alternatif olan raylı sistemler şehirlerimizde son yıllarda yaygınlaşmaya başlamış olmakla beraber, karayolu ulaşım türlerinin oluşturduğu olumsuzlukları ortadan kaldırılabilecek büyüklükte bir sektöre henüz dönüşmemiştir. Düzenli seyir saatlerine sahip olması, temiz enerji kaynaklarından besleniyor olması ve kent içi karayollarının trafik yükünü azaltması sebebiyle raylı sistemler arzu edilen bir şehircilik hizmetidir. Ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle her güzergâhta hayata geçirilmeleri mümkün değildir, bu nedenle planlanma aşamalarının çok iyi hazırlanması ve yoğun yolculukların yapıldığı hatlarda inşa edilmeleri gerekmektedir.

Kent içi ulaşımında kullanılan bir diğer yöntem ise deniz yolu ulaşımıdır. Ancak denize kıyısı olan kent merkezlerinde kullanım imkânı bulunmaktadır. Kent

içi ulaşımda sınırlı kullanım alanına sahip olduğu için sadece kıyı şehirlerimizde, kent içi ulaşımın ana ulaşım türünü destekleyen ve yükünü hafifleten alternatif bir ulaşım türü olarak kullanılmaktadır.

2.1 Kent İçi Ulaşımın Dünyadaki Gelişim Süreci

Dünya'yı pek çok yönden değiştiren Sanayi Devrimi gerçekleşmeden önce, kentlerde yaşayan insanların ev ve çalışma alanları arasındaki mesafe oldukça kısa çoğu zamanda yan yanaydı. Basit ticarethaneler, atölyeler ve el zanaatları üzerine kurulu dükkânlardan oluşan öncül sanayi ve ticaret kuruluşları bile, çoğunlukla evlerin bahçesine ve altına kurulmakta, kentin ekonomik ve sosyal hayatı dar bir hareket alanı içinde yaşanmaktaydı. Bu devirlerde ulaşım kent içinde yaya olarak ya da çeşitli binek hayvanları ile sağlanmakta, denize kıyısı olan kentlerde ise kürek ve rüzgâr gücüyle çalışan gemilerden faydalanılmaktaydı. Sanayi Devrimi sürecinde buharlı makinenin icadı beklenmeyecek ölçüde artan makine destekli üretim, insanları hem üretimi hem de üretilen malların tüketimini sağlamak için şehre göçe teşvik etmiştir. Hızla büyüyen şehirlerde üretim ve konut alanları birbirinden ayrılarak uzak mesafelere taşınmışlardır. Bu durum ulaşımı bireylerin tek binek araçları ile ihtiyaçlarını karşıladığı basit bir kavram olmaktan çıkarmış ve toplu taşıma kavramını doğurmuştur. Sanayi Devrimi'nin ilk dönemlerinde binek hayvanlarından yararlanarak atların çektiği arabalar kullanılmaya devam etse de kent içi ulaşım araçları da Sanayi Devrimi'nden nasibini almış zaman içinde gelişen teknolojiler ve ihtiyaca göre, buhar, elektrik ve akaryakıt gibi farklı yakıtlarla çalışan ve günümüzde de kullanılan motorlu kent içi ulaşım araçları kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi devrimi raylı sistem projelerini de etkilemiş önceleri raylar üzerinde binek hayvanları ile çekilen vagonlar buharlı lokomotifler ile tanışmıştır. Gelişen teknolojiler ile raylı sistemlerde altyapı, sinyalizasyon ve yakıt teknolojilerinde yaşanan gelişmeler raylı sistemleri diğer kara taşıtları ile rekabet edebilir hale getirmiştir.

Kent içi ulaşımın gelişmesini etkileyen faktörlerden biri Sanayi Devrimi'nin getirdiği teknolojik gelişmeler ise, bir diğeri de Dünya Savaşları'nın Avrupa kentlerine bıraktığı yıkıcı etkidir. Özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra büyük

ölçüde yıkılan Avrupa şehirlerinde, önemli yapılar aslına uygun olarak restore edilirken, yerel yönetimler savaşın getirdiği yıkım vesilesiyle ellerine geçen fırsatı kullanarak, daha geniş meydanlara ve yollara sahip yeni yerleşim bölgeleri de inşa etmişlerdir. Bu durum insanların kent içi hareket alanını arttırırken, hayata geçirilen geniş yollar ve caddeler kent içi ulaşımında daha hızlı ve daha rahat hareket etme imkânı sağlayan özel otomobil sahipliğini arttırmıştır. Bu gelişme özellikle pek çok şehirde yaygın olarak kullanılan raylı sistemlere olan ilginin azalmasına sebep olmuştur.

Dünya genelinde kent içi ulaşımı etkileyen son büyük gelişme 1970'lerde başlayan petrol krizidir. Petrol üreticisi ülkeler tarafından petrol fiyatlarının siyasi bir araç olarak kullanılmaya başlaması ve fiyatların durmadan artması neticesinde enerji kaynakları yetersiz olan batı ülkeleri için özel otomobil sahipliğinin maliyeti artmış ve kent içi ulaşımında daha tasarruflu ve bireyi değil toplumu ön plana çıkaran yatırımlara öncelik verme eğilimi başlamıştır. Bu durum tüm dünyada otomobil yolculuklarından toplu taşımaya geri dönüşü başlatmış, hatta uzun süre unutulmuş raylı sistemler tekrar ön plana çıkmaya başlamış, kent içi ulaşımında ekonomik çözümler hayata geçirilmiştir. Bugün pek çok gelişmiş kentte metrodan, tramvaya kadar ihtiyaca göre değişen özellikte raylı sistem projesi kent trafiğini rahatlatmak ve topluma hızlı, konforlu, güvenli ulaşımı sağlamak için hizmet vermektedir.

2.2 Kent İçi Ulaşımın Türkiye'deki Gelişim Süreci

Kent içi ulaşım üzerine ilk çalışmalar Osmanlı Devleti zamanında İstanbul şehirinde yapılmıştır. Bu dönemde büyüklüğü ve önemiyle İstanbul şehri kent içi ulaşımındaki gelişmelerin öncüsü olmuştur.

İstanbul'da toplu taşıma alanında ilk hizmetler denizyolu üzerinden verilmiş olup, geleneksel kayık taşımacılığının yanı sıra 19. yüzyılın ortalarından itibaren düzenli kent içi vapur işletmeciliği de başlamıştır. Şehrin ulaşım sektöründe denizyolunun üstünlüğü, kıyı kesimlere yerleşimi cazip hale getirmiş, iç kesimlere ulaşım zor olduğu için şehrin kıyı boyunca yayılım göstermesine sebep olmuştur [1]. Bu durum kent içi ulaşım ile kentin gelişim alanı arasındaki ilişkiyi gösteren çok önemli bir örnektir.

Kentin daha rasyonel derli toplu bir kent formuna sahip olabilmesi için kara ulaşımının gelişmesi gerekmektedir. Bu gelişme de 1860'lı yılların sonunda yine şirket halinde örgütlenmiş büyük sermaye eliyle atlı tramvayın kurulması ile olmuştur [1]. Bu tramvay hattı zaman içinde gelişerek, uzamış, yaşanan teknolojik gelişmeler ve elektrik fabrikalarının kurulması ile de elektrikli tramvaya varan dönüşüm süreci yaşanmıştır.

Buharlı sistemle çalışan ve Dünya'nın ikinci metrosu olan Tünel ise 17 Ocak 1875 tarihinde yerli ve yabancı pek çok davetlinin katıldığı törenle hizmete açılmıştır [2]. Buhar gücüyle çalışan bu sistem ülkemizde kent içi ulaşım alanında bir ilk özelliği taşımaktadır.

1912 yılında İstanbul'da otobüsler kullanılmaya başlansa da otobüs işletmeciliği yaygınlaşamamıştır. 1914 yılında ilk elektrikli tramvay hattı İstanbul'da hizmet vermeye başlamıştır [3]. Gerek karayolu altyapısının zayıflığı ve kent yollarının darlığı gerekse raylı sistemlerin günden güne yayılması ile otobüsler raylı sistemler karşısında güçlü bir alternatif olamamıştır. Kurtuluş Savaşı sonrası otobüsler yeniden devreye girmiş, 1926–1927 yıllarında özel girişimciler ve Tramvay İşletmesi İstanbul'da farklı hatlarda otobüs hizmeti vermeye başlamışlardır [1].

Bu yıllarda Dünya genelinde yaşanan ekonomik buhran, ulaşım sektörünü de etkilemiş, vapur ve taksilerin yolcu taşımacılığında ki payı azalırken otobüs ve tramvay taşımacılığı yeni hatlarla gelişerek devam etmiştir.

İstanbul'da dolmuşun ekonomik bunalım yaşandığı bu dönemde ortaya çıkışı, kriz döneminde pahalı hale gelen taksi fiyatlarını bölüşerek ucuzlatmak şeklinde olmuştur [1].

Türkiye İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra batı ülkeleri ile bütünleşme politikasının da etkisiyle ülke genelinde ulaşım sektöründe demiryolu politikasından vazgeçerek karayolu ağırlıklı bir ulaşım politikası izlemiştir. İlerleyen yıllarda Avrupa ile transit yolculuk imkânı sağlayan otoyol inşaatlarından, tüm ülke karayolu ağlarının tamamlanıp, standartlarının yükseltilmesine, kadar varan ülke politikası kent içi ulaşımı da etkilemiş kentlerde büyük çevre yolu projeleri kent yolları ile

bütünleşmeye başlanmış, genişleyen ve hizmet kalitesi artan kent içi cadde ve sokaklarda tüm trafik düzenlemeleri bile kara taşıtları için yapılı hale gelmiş, kent içi ulaşım da lastik tekerlekli araçların etkisi altına girmiştir.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra dünya genelinde canlanan ekonominin etkisiyle ithalata olan eğilim artmış, bunun neticesinde kent içi toplu taşıma araç filoları da yeni ithal araçlarla yenilenme imkânı bulmuş, bu yıllarda ülke genelinde ithal edilen otobüs ve otomobil sayısında ciddi artışlar yaşanmıştır.

1950'li yıllardan itibaren yaşanan köyden kente göçler, yerel yönetimlerin çevre mahallelere kadar yol yapım çalışmalarını devam ettirmesi ve ithalatta yaşanan artışlarla beraber otomobil ve lastik tekerlekli toplu taşıma araçları artışı bu yıllarda devam etmiştir. Dolmuş, taksi vb. küçük ölçekli yolcu işletmelerinin ve aktarmalı yolculukların sayısındaki artış bu yıllarda başlamış, kent içlerinde trafik sorunlarının ilk görülmeye başladığı yıllar da yine bu yıllar olmuştur. Kent içinde bireylerin yolculuk sayıları ve yolculuk uzunlukları artmaya başlamış şehir içinde gündelik hayatın sıkışık ve birbirine yakın mahallelerde devam zorunluluğu ortadan kalkmıştır.

1950'li yılların ortasından itibaren başlayan kent içi ulaşımında raylı sistemlerin tasfiye süreci 1960'lı yıllarda hızlanmış olup, raylı sistemlerin yokluğundan doğan bu boşluğu lastik tekerlekli toplu taşıma araçları doldurmuştur. 1961 yılında İstanbul yakasında, 1966 yılında ise Anadolu yakasında olmak üzere İstanbul'da tramvay hizmetine son verilmiştir [3]. 1960 yılında İstanbul'da küçük girişimci taşımacılığına yeni bir araç olarak minibüs girmiş bulunmaktadır [1]. Bu tarihten sonra kısa sürede hızla artacak olan minibüs kullanımı ile kent içi toplu taşımacılık, otobüslerin giremediği bozuk ve dar yollara girmiş ve otobüs seferi bulunmayan çevre mahallelere kadar yolcu taşınmıştır.

1960'lı yıllarda dünyadaki teknik ilerlemenin gücüne kapılarak, ortaya çıkan her sorun gibi trafik sorunun da teknik gelişmeler ile çözümlenebileceğine inanılmıştır [4]. Bu yıllarda dış kredi kaynaklarına bağımlı olan ulaşım politikaları, otomotiv sanayisinin gelişmiş olduğu ülkeler tarafından kullanılmış, karayolu projeleri ısrarlı bir şekilde desteklenmiştir. Bu yıllardan itibaren altın çağını yaşayan karayolu yatırımları ile ileriki yıllarda, karayollarının aşırı yükten tahrip olduğu ve

her gün trajik trafik kazalarının yaşandığı bir ulaşım sisteminin de temelleri atılmıştır.

Kentlerimizin sanayileşme ve göç döngüsüyle büyümesi neticesinde özellikle büyük kamu kurumlarının genel merkezlerinin bulunduğu Ankara’da bu kuruluşların kent merkezinden uzak yer seçmeleri sonucu, resmi kuruluşların personelini taşımak için işlettiği servis araçlarının sayılarında artış yaşanmıştır. Bu durum kent içi ulaşımında, konut-iş yolculuklarının kapıdan kapıya yapılmasına imkân vermiş, ayrıca büyükşehirlerde uzun mesafelerde yaşanan ve çalışanlara zaman kaybettiren aktarmalı yolculuk problemlerinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bu dönemde kent içi ulaşımı etkileyecek en önemli gelişme 1967 yılında Anadol’ların 1971 yılında Renault ve Fiat (Murat) otomobillerin yurtiçinde üretimine başlanmasıyla özel oto sahipliliğinin hızla artmasıdır. 1975 yılında Ankara’da özel otoların kent içi yolculuklarındaki payı EGO’nun payına ulaşacaktır. Bu gelişme üst gelir gruplarının konut alanlarını kent saçaklarında seçmesi eğilimini başlatacaktır [5].

Ülkemizde kent içi ulaşım sektöründe bunlar yaşanırken konunun devlet nezdinde ki önemi ise yıllar içinde arttırmıştır. Bu durumu, önceleri Devlet Planlama Teşkilatı, daha sonraları ise Kalkınma Bakanlığı tarafından düzenli olarak hazırlanan beş yıllık kalkınma planlarında görmek mümkündür. İlk dönemlerde hazırlanan kalkınma planlarında kent içi ulaşım konusuna çok sık değinilmese de, beklenenden daha hızlı büyüyen bir sektör olduğuna vurgu yapılmıştır.

Dördüncü beş yıllık kalkınma planında (1979–1983) kent içi ulaşımın büyük şehirlerde trafik sorununa sebep olduğu, özel otoların trafik sorunu yarattığı, belediyelerin otobüs ve benzeri toplu taşıma sistemlerine yönelik projelerinin teşvik edileceği, gerekli mühendislik ve donanım hizmetlerinde yerli kaynak kullanımına öncelik verileceği, özel otobüs yollarının yaygınlaştırılacağı, büyük şehirlerde metro ve hafif metro çalışmaları için kesin projelerin yapılacağı taahhüt edilmiştir [6]. Bu planda mevcut durum analiz edilmiş, kent içi ulaşımına yönelik sorunlar tespit edilerek, çözüm önerileri sunulmuştur.

Beşinci beş yıllık kalkınma planında (1985–1989) şehir içi yolcu taşımacılığında daha az maliyetli tedbirlere yönelerek mevcut altyapı ve taşıtların daha verimli kullanılması öngörülmüştür. Banliyö hatlarının geliştirilmesi, kapasite

artırımı ve toplu taşımacılığa yönelik raylı sistemlere geçilmesine imkânlar ölçüsünde öncelik verilmesine karar verilmiştir [7]. Bu dönemde kent içi ulaşım politikaları daha çok ekonomik açıdan değerlendirilmiş ve mevcut kapasitenin tasarruflu ve verimli kullanımının öne çıkarılması planlanmıştır.

Yine 80'li yıllar ülkemizde kent içi ulaşımında raylı sistem yatırımlarının tekrar hayata geçirilmesi anlamında önemli yıllar olmuştur. 1988 yılında Taksim– 4. Levent metro projesi tamamlanmış, 1989 yılında ise Aksaray – Kartaltepe hafif raylı sistem hattı açılmıştır [3]. Bu tarihten itibaren yıllar içinde bu hatların devamı gelmiş ve bu projeler pek çok şehrimizin raylı sistem projelerine örnek teşkil etmiştir.

Altıncı beş yıllık kalkınma planında (1990–1994) kent içi ulaşım yatırımları, arazi kullanım planlamaları ile bütünleştirilmiş, toplu taşımacılığı esas alan uzun vadeli planlara dönüştürülmesi kararlaştırılarak, kent içi ulaşımında planlamanın ve toplu taşımanın önemine vurgu yapılmıştır [8].

1990 yılında İstanbul'da Beyoğlu tramvayı fiilen hizmet vermeye başlamıştır [3]. Böylelikle kent içi ulaşımında uzun bir süre unutulmuş tramvay hatları da kent içi ulaşımında bir alternatif olarak tekrar gündeme gelmeye başlamıştır.

Yedinci beş yıllık kalkınma planında (1996–2000) kent içi raylı toplu taşıma sistemlerinde yetki ve sorumluluklar ile teknik ölçüt ve standartların açıkça belirlenememiş ve diğer toplu taşıma sistemleri ile bütünleşmenin gerçekleştirilememiş olması nedeniyle istenilen verimin sağlanamadığı belirtilmiş kent içi raylı sistemlerde istenilen düzeyin yakalanamadığı ifade edilerek bu konuda ki sorunlara vurgu yapılmıştır [9]. Bu plan geçmişte yapılan hatalar hakkında özeleştirici niteliğinde tespitlerin bulunması anlamında önemli bir metin olmakla beraber bu planda bahsi geçen sorunlar hâlihazırda güncelliğini korumaktadır.

2000'li yıllardan itibaren ülkemizde kent içi raylı sistemler alanında öncü şehir olan İstanbul'da kent içi ulaşımın türel dağılımında raylı sistemlerin payı artmaya başlamış, 2007 yılında %6 iken [10], 2015 yılında bu oran %16 seviyesine çıkmıştır [11]. İstanbul'daki yolculuk alışkanlıklarının son yıllarda bu kadar değişmesinin en önemli sebebi kapasite açısından ihtiyaç duyulan hatlarda yeni raylı sistem yatırımlarının hayata geçirilmesidir. Zira 2004 yılına kadar İstanbul'da toplam

45,1 kilometre olan kent içi demiryolu hat uzunluğu, 2015 yılında 145,45 kilometre uzunluğa ulaşmıştır [12]. Buradan anlaşıldığı kadarıyla yeterli yolcu kapasitenin bulunduğu güzergâhlarda raylı sistem hatları geliştirildiği takdirde, kent içi ulaşımında güçlü bir alternatife dönüşebilmektedir.

Geçen yıllar içinde kent içi toplu taşıma sektörünün önemine yapılan vurgu artmış olsa da, arazi ve ulaşım planlamalarındaki teknik aksaklıklar, mali sorunlar, yerel yönetimlerin farklı ihtiyaç öncelikleri ve daha çok günü kurtarmaya yönelik kısa vadeli çözüm arayışları, toplu taşıma kullanımını konusundaki eğitim ve bilinç eksikliği gibi konular sebebiyle, kent iç ulaşım ülkemizde arzu edilen seviyeye gelememiştir.

Yıllar içinde sanayinin gelişmesiyle artan gecekondu mahalleri kent merkezlerine küçük ve düzensiz toplu taşıma araçları ile bağlanmıştır. Bu durum kent içi toplu taşımada kamunun payını azaltırken, küçük girişimcilerin payını arttırmıştır. Önce sayıca artan küçük girişimciler örgütlenerek kooperatif ve birliklere dönüşmüş, bu dönüşümün sağladığı temsil gücü ile sayılarının belirli bir değerin üzerine çıkmasını engelleyici yasal tedbirler alınmasını sağlamışlardır. Kooperatif ve birlik haline gelen küçük girişimcilerin bu vesile ile hizmet kalitelerinde bir miktar artış yaşansa da yolcu sayıları yıllar içinde önemli oranda artmış ancak dolmuş ve taksi sayılarındaki sınırlamalar bu araçların işletim haklarının yüksek rakamlara el değiştirdiği birer rant kapısı haline dönüşmesinin de önünü açmıştır. Bu hizmet çemberinin içine giremeyenler yasal olmayan yollardan ulaşım hizmeti vermeye başlamış daha ucuz fiyat tarifeleri ile müşteri çekmeye çalışan bu ucuz ulaşım araçları halihazırda güvenlik ve konfor seviyeleri düşük olan taksi ve dolmuş gibi taşıtların hizmet kalitesini daha da aşağı çekmiştir. Yıllar içinde yaşanan bu gelişmeler neticesinde kamunun taşıdığı yolcu payı azalırken minibüs vb. araçlarla hizmet veren küçük girişimcilerin taşıma payları artmış, bu durum kent içi ulaşımında yolculukların kontrolünü zorlaştırırken kayıt dışılığı arttırmış, ulaşım politikaları ile kentsel gelişmeleri şekillendirmek zorlaşmış bunun tersine ulaşım politikalarını kentsel gelişmeler ve yerleşim planındaki değişimler kontrol eder hale gelmiştir.

Şehirlerimizde nüfus artış oranlarının her yıl yüksek seyretmesinin sonuçları hesap edilemediği için imar planları ve altyapıya gereken önem verilmemiş, kullanışsız yollarda yaşanan trafik problemleri, bu problemlerin küçümsendiği kısa

vadeli çözümlerle giderilmeye çalışılmış sonuçta tüm şehirlerimiz ulaşım sistemlerini lastik tekerlekli sistemlere bırakmıştır. Kentlerde çok hızlı büyüyen bu sorunlara, çok çabuk çözümler üretebilmek adına yönelinen lastik tekerlekli ulaşım sistemlerine daha çok yer açabilmek adına, kaldırımlar daraltılmış, bina parselleri sıkıştırılmıştır.

Yukarıdaki sebepler yüzünden uzun bir hazırlık evresi isteyen sorunlara kısa vadeli değil uzun vadeli çözümler getiren raylı sistem projeleri gözden düşmüştür. Yıllar geçmiş, kalkınma planlarında öngörülen metro hatları yapılmamış, banliyö işletmeleri güçlendirilememiş, çoğunun bakımları bile yapılamamış, kent içinde demiryolları karayollarına engel olduğu gerekçesiyle sökülmüş ve var olan işletmeler kapatılmıştır. Genel hatlarıyla kent içi ulaşım sektöründe yaşanan gelişmelere bakıldığında kent içi raylı sistemlerin sorunları ve bugünlere nasıl geldiği de anlaşılabilir. Raylı sistemler ülkemizde diğer kent içi ulaşım türleri kadar eski olmakla beraber şehirleşmenin yoğun yaşandığı 1950'li yıllardan itibaren önemini kaybetmiş olup günümüzde de birkaç büyük şehrimiz dışında gelişmemiştir. Kentlerimizin pek çoğunda da halen kent içi ulaşım sorunlarına çözüm alternatifi olarak kullanılmamaktadır.

2.3 Kent İçi Ulaşım Toplu Taşıma Türleri

Kentlerin kendilerine has karakteristik özelliklerinden de yararlanarak, pek çok araç türüyle kent içi toplu taşıma hizmetini vermek mümkündür. Ancak genel hatlarıyla Dünya'da yaygın olarak kullanılan toplu taşıma araçlarını aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür.

Dolmuş – Minibüs: Belirli bir zaman çizelgesi yerine aracın dolması ile hareket eden tüm sistemlere dolmuş denmesine rağmen ülkemizde daha çok minibüsler bu sistemle çalışmaktadır. Karayolu trafiğinde çalışan, güzergâh ve zaman açısından esnek işleyen, otobüs ve diğer toplu taşıma hizmetlerinin yetersiz kaldığı bölgelerde arz eksikliğini kapatmak için kullanılan, özel şahıs, işletme ya da kooperatiflerce kurulan, konfor ve teknolojik standartların geri planda kaldığı toplu taşıma sorunlarına kısa vadeli çözümler üretmek için ortaya çıkmış bulunan, kapasite olarak otobüsten küçük, toplu taşıma araçlarıdır.

Otobüs: Toplu taşıma sistemleri içinde en yaygını olan otobüsler, raylı sistemlerin bulunduğu, güzergâhlarda raylı sistem hatlarını beslemek ve yükünü hafifletmek için kullanılırken, raylı sistemlerin bulunmadığı güzergâhlarda ise kent içi yolcu taşımacılığının ana unsuru olarak hizmet veren karayolu araçlarıdır. Yolcu taşıma kapasitelerinin daha fazla olması sebebiyle minibüslerden ayrılırlar. İlk yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri düşük olması sebebiyle özellikle kamu eliyle çok sık kullanılırlar. Yolcu taşıma kapasiteleri açısından, otobüs, körüklü otobüs ve metrobüs gibi alt türlere ayrılmaktadır. Metrobüsler kendilerine tahsisli yollarda hizmet vermekte olup, taşıma kapasitesi açısından raylı sistemlere yakın bir hizmet olanağı sağlamaktadırlar.

Raylı Sistemler: Karayolundan bağımsız, kendine ait altyapı ve raylar üzerinde kılavuzlanmış diziler halinde hareket eden, yüksek yolcu taşıma kapasitesi ve trafik emniyeti ile tercih edilen, tramvay, hafif raylı sistem, metro ve monoray gibi ray tabanlı sistemlerin bütünüdür. Karayolundan bağımsız oldukları için, trafik tıkanıklıklarından etkilenmezler. Raylı sistem türleri teknik açıdan platform yüksekliğinden, işletme hızına göre pek çok kritere göre farklılık göstermekle beraber, kendi içinde kapasite koşullarına göre tercih edilmektedirler.

Raylı sistem türleri içinde kapasite olarak en düşük olan sistem tramvay olup, düşük hız ve düşük kapasite ile kent içi trafikten ayrışmadan çalışmakta çok fazla dur kalk ile kısa mesafelerde hizmet vermektedir. Tramvaylar mevcut yaya ve taşıt trafiğinin içinde güvenli bir şekilde hareket edebilen, tek raylı sistem çözümü olarak ön plana çıkmakla beraber yüksek işletme masraflarına karşılık düşük yolcu taşıma kapasiteleri sebebiyle lastik tekerlekli çözümlerden otobüse göre geri planda kalmaktadırlar.

En yüksek kapasiteye sahip olan raylı sistem türü olan metro hatları ise yer altında veya karayolundan tamamen bağımsız olarak yer üstünde çalışmakta, kesintisiz olarak hizmet vermekte, yüksek kapasite ve yüksek hızla çalışmaktadırlar. Kalabalık ve sıkışık güzergâhların yolcu yükünü karşılamak için kullanıldıklarından güzergâh ve istasyonların büyük kısmı yer altında konumlanmaktadır. Bu nedenle altyapı ve ilk yatırım maliyetleri en yüksek olan raylı sistem çözümleridirler.

Hafif raylı sistem ise tramvaydan daha fazla yolcu taşıma kapasitesi sağlarken, metrodan daha düşük yatırım ve işletme maliyetleri ile çalışabilen optimum bir raylı sistem çözümdür. Ayrıca metro gibi kendine tahsisli hatta çalışarak yüksek işletme hızına ulaşabilmektedir. Genellikle 4-6 araçlık diziler halinde hizmet vermektedir. Aç kapa tünel, yarma ve dolgu yöntemleri ile geçişleri sağlandıktan sonra çoğunlukla zemin seviyesinde hizmet vermektedir.



3. KENT İÇİ ULAŞIMDA RAYLI SİSTEMLER İLE LASTİK TEKERLEKLİ SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

3.1 Ekonomik Açıdan Değerlendirme

Kentsel raylı sistemlerin ilk yatırım maliyetleri lastik tekerlekli sistemlere göre daha yüksektir. Teknik açıdan bu farkı açıklamak gerekirse, raylı sistemlerde raylar ile tekerlekler arasındaki sürtünme kuvvetleri düşük olup bunun olumsuz etkilerini azaltmak için yol eğimlerini düşük tutmak ve kurp yarıçaplarını da büyük almak gerekmektedir. Bu durum bir yandan güzergâh uzunluklarını arttırırken diğer yandan da sanat yapılarının sayısını arttırmakta, bu durumda maliyetlere doğrudan etki etmektedir. Aslında yüksek hızlara izin veren bir karayolu içinde düşük yol eğimleri ve geniş kurp yarıçapları gerektiği için son yıllarda inşa edilen yüksek standartlı karayollarının maliyet rakamları ile demiryolu maliyet rakamları arasındaki fark azalmaya başlamıştır. Ancak yine de kent içi yollarda kentin dokusundan kaynaklanan sıkışıklık ve imkân kısıtlılığı istenen konfor seviyesinde bir karayolu inşa etmeye müsaade etmemektedir. Yolun teknik özellikleri değiştirilerek daha düşük standartlarda bir karayolu ile de ulaşım ihtiyacını karşılamak mümkündür. Bu haliyle kent içi ulaşımında raylı sistemlerin yapım maliyetleri lastik tekerlekli sistemlere göre yüksektir.

İki ulaşım sistemi arasındaki ekonomik fark sadece yapım maliyetleri ile sınırlı değildir. Demiryolu projeleri rijit yapıda projeler olmaları sebebiyle ilk inşaattan sonra işletme aşamasında da esnek bir şekilde değişimlere izin vermemektedirler. Bu durum ekonomik açıdan çok titiz bir çalışma sonucu planlanmalarını gerektirir. Ancak lastik tekerlekli sistemleri işletim safhasında istenilen şekilde yönlendirmek, yolculuk güzergâhlarını veya sefer sıklıklarını değiştirmek mümkündür.

Ayrıca ekonomik açıdan lastik tekerlekli sistemlerin bir diğer avantajı da yerel yönetimlerin ihtiyaç duyduklarında lastik tekerlekli sistemlerin işletme hak ve

yetkilerini belirli bir kar payı karşılığında özel sektöre yaptırabilmeleridir. Böylelikle yerel yönetimler lastik tekerlekli sistemlerde karlılık açısından risk oranlarını minimize edebilmektedirler.

Bütün bunların yanında lastik tekerlekli sistemlerin ekonomik açıdan en önemli sorunu özel otomobillerin, hem topluma hem de sahiplerine ek maliyetler getirmesidir. İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü ile Beykoz Lojistik Meslek Yüksekokulu'nun 2015 yılında gerçekleştirdiği İstanbul'un trafik yoğunluğu ve bu yoğunluğuna bağlı olarak oluşan maliyetleri gerçek zamanlı veriler kullanarak ifade etmeye yönelik bir araştırmada, araç sahipliğinin maliyeti hesaplanmıştır. İstanbul Emniyet Müdürlüğü, Türkiye İstatistik Kurumu ve Maliye Bakanlığı verileri esas alınarak, İstanbul'daki araç kompozisyonunu belirleyen çalışma maliyetlerinin hesaplanmasında İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (2011) verileri girdi olarak değerlendirilmiş ve bu girdiler 2015 yılına ait fiyatlara uyarlanmıştır. Araç sahipliği maliyeti, km başına ortalama 0,027 \$ vergi, 0,0048 \$ denetim ve muayene, 0,022 \$ bakım onarım maliyetleri olarak ele alınmıştır [13]. Bu veriler ülkemizde her geçen gün artan özel araç sahipliğinin ülke ekonomisine olumsuz etkilerini göstermesi açısından çok önemli olup, raylı sistemlerin ekonomik açıdan yerini alması gereken kent içi ulaşım türünün otobüsler değil otomobiller olduğunu da göstermektedir.

3.2 Güvenlik Açısından Değerlendirme

Demiryolu ulaşımının raya kılavuzlu olması, iklim şartlarından karayoluna göre daha az etkilenmesi, lastik tekerlekli sistemlere göre hemzemin geçitlerde geçiş üstünlüğünün bulunması, güvenliğini, konforunu ve rahatlığını arttırmaktadır. Ulaştırmanın güvenli olması onun daha az tehlikeli ve daha az riskli olması demektir. Uluslararası Demiryolları Birliği istatistiklerine göre, 1 milyar yolcu-km. başına kazalarda ölen yolcu sayısı demiryolları ve havayollarında 1 kişi, karayollarında ise 30 kişidir. Ulaştırma sistemlerinde ölüm riski 1 milyar yolcu-km. başına demiryollarında 17 iken, karayollarında 140, yaralanma riski demiryollarında 41 iken karayollarında 8500-10000'dir [14].

Kaza istatistikleri incelendiğinde raylı sistem kaza sayılarının oldukça düşük olduğu, meydana gelen kazaların büyük kısmının da hemzemin geçitlerde meydana geldiği anlaşılmaktadır. Bu durumda yine raylı sistem kazalarının büyük bölümünün lastik tekerlekli sistemlere ilişkili olduğunu göstermektedir. Ulaşım türlerinin güvenlik bakımından karşılaştırılması Tablo 3.1’de verildiği gibidir.

Tablo 3.1: Ulaşım türlerinin güvenlik bakımından karşılaştırması [15]

Ulaşım Türü	Güvenlik
Otomobil	Çok Düşük
Dolmuş	Düşük
Minibüs	Düşük
Otobüs	Düşük
Tramvay - Hrs	Yüksek
Metro	Çok Yüksek
Tren	Çok Yüksek

3.3 Enerji Tüketimi Açısından Değerlendirme

Günümüzde çevre kirliliği ve bunlara bağlı olarak gelişen iklim değişikliği alanlarında tüm dünyada büyük bir hassasiyet gelişmektedir. Bu kapsamda ulaşım projeleri açısından da düşük karbon salımlı çevreye en az zarar veren ulaşım türlerine olan ilgi artmakta olup enerji maliyetleri açısından bakıldığında yakıtı en verimli kullanan ulaşım sistemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Raylı sistemler lastik tekerlekli sistemlere göre çok daha az enerji tüketirler. Toplu taşıma sistemlerinden, otobüs, metro ve Ankaray’ın enerji tüketimi yönünden karşılaştırılması Tablo 3.2’de verildiği gibidir [14]. Bu tablodan da anlaşıldığı gibi metro ve hafif raylı sistem taşıtlarının otobüslere kıyasla yolcu başına enerji tüketim değerleri oldukça düşüktür.

Tablo 3.2: Toplu taşıma sistemlerinin enerji yönünden karşılaştırılması [14]

Toplu Taşıma Sistemi	Tüketilen Enerji(Kcal/yolcu)
Otobüs	1439
Metro	398
Ankaray	368

3.4 Çevresel Etki Açısından Değerlendirme

Taşıtların hareketi sonucu oluşan ve havaya salınan egzoz gazları hava kirliliğinin en önemli sebeplerinden biridir. Konutlarda ve sanayi sektöründe yakıt olarak kömür yerine doğalgaz tüketiminin yaygınlaştığı günümüzde araçların egzozlarından çıkan gazların havayı kirletme oranı, ısınma amacıyla oluşan hava kirliliğinden daha yüksektir. Ayrıca diğer pek çok faktör çevre kirliliğine mevsimsel olarak sebep olurken taşıtlardan kaynaklanan çevre kirliliği mevsimsel faktörlerden bağımsız olarak sürekli bir kirliliğe sebep olmakta, trafikteki taşıt sayıları her geçen yıl arttığı için de çevre kirliliğinde taşıtların payı sürekli artmaktadır. Son yıllarda elektrikle çalışan motorlu araçlar başta olmak üzere daha temiz yakıtlara yönelim başlamış olsa da bu yönelim çok düşük seviyelerde kalmakta halen karayolu taşıtlarında benzin ve dizel yakıt ile çalışan motorlar ağırlıklı olarak trafikte yer almaktadır. Demiryolu araçlarında ise dizel yakıtlar da kullanılmakla beraber uzun yıllardır elektrikle çalışan motorlar hizmet vermektedir. Kent içi ulaşım sistemlerinin çevre kirliliğine etkileri Tablo 3.3'te verildiği gibidir [16]. Bu tablodan raylı sistemlerin çevre kirliliğine etkilerinin diğer ulaşım türlerine göre düşük olduğu ve çevre dostu bir kent içi ulaşım için raylı sistemlerin en doğru seçim olduğu gözükmektedir.

Tablo 3.3: Kent içi ulaşım sistemlerinin meydana getirdiği kirlilik miktarı (gr/yolcu-km) [16]

Tür	CO	HC	Nox	PM
Otomobil (Benzin)	14,40	2,50	2,40	0,01
Otomobil (Dizel)	1,40	0,30	0,00	0,18
Otobüs	0,60	0,50	0,90	0,20
Raylı Sistemler	0,06	0,03	0,43	0,08

Çalışma yaptığımız Balıkesir Kent Merkezi, Çağış yerleşkesi güzergâhında yer alan arazilerin büyük kısmının birinci derece tarım arazisi olduğu göz önüne alınırsa bu bölgede kent içi ulaşım sistemi seçiminde çevre dostu projeleri değerlendirmek gerekmektedir.

Çevresel etkiler açısından raylı sistemlerin lastik tekerlekli sistemlere kıyasla bir diğer avantajı da arazide çok daha az yer kaplayarak daha yüksek kapasitelerde yük ve yolcu taşıyabilmeleridir. Daha az inşaat ve kullanım alanı ile daha çok hizmet vermeyi sağlayan raylı sistemler, mevcut tabii dokunun tahrip edilmemesi adına da olumlu projelerdir.

3.5 Gürültü Kirliliği Açısından Değerlendirme

Gürültü insan sağlığı açısından, depresyondan sağırlığa varan bir aralıkta pek çok sağlık problemini tetiklemektedir. Kent içi ulaşım ise şehir hayatının getirdiği gürültü sorununun ana unsurlarından biridir. Karayollarında araç yoğunluğuna ve trafik sıkışıklığına bağlı olarak şiddeti değişmekle beraber sürekli bir gürültü sorunu yaşanmaktadır. Otomobil sahiplerinin kent içi ulaşımında toplu taşımaya yönlendirilerek trafikteki taşıt sayılarının azaltılması gürültü kirliliğini azaltıcı tedbirlerden biri olmakla beraber karayolu araçları ile raylı sistem araçları arasında da gürültü seviyesi yönünden farklılıklar bulunmaktadır.

Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için gürültü seviyesinin üst düzeyi 65 dB(A), tahammül bölgesi 65–75 dB(A), rahatsızlık bölgesi 75–120 dB(A) olarak kabul edilmektedir. Karayolu motorlu araçlarında gürültü, motor hacmi ve

susturuculara bağlı olarak değişmektedir. Araştırmalarda karayollarındaki gürültü şiddetinin 72–92 desibel arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ağır taşıtlar için bu değer 103 dB(A) kadar çıkmaktadır. Havayollarında ise gürültü şiddeti 103-106 dB(A) ‘dır. Buna karşılık saatte 150 km. hızla giden bir trenin gürültüsü 65–75 dB(A) arasında değişmektedir. İnsan sağlığı açısından 8 saatlik bir çalışma için gürültü sınırının en fazla 90 dB(A) olduğu göz önüne alınırsa demiryollarının gürültü kirliliği açısından ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılmaktadır [14].

3.6 Konfor Açısından Değerlendirme

Lastik tekerlekli sistemlerin hepsi, aynı yol altyapısını kullandığından, taşıt trafiğinden doğrudan etkilenmektedirler. Trafik yoğunluğunda yaşanan günlük ve anlık değişimler sonucu pek çok karayolu taşıtı yolculuk güzergâhlarını değiştirmek zorunda kalırlar. Bu nedenle karayolu taşıtlarında seyahat süresi ve seyahat hızı açısından bir standart belirlemek zordur. Tramvay haricindeki diğer raylı sistemler ise kendilerine ait güzergâhta mevcut trafik koşullarından etkilenmeden hareket ederler. Hemzemin noktalarda da geçiş üstünlüğüne sahip olduklarından seyahat süreleri ve hızları trafikten ve mevsim şartlarının getirdiği olumsuzluklardan etkilenmez. Bu durum raylı sistemlerin hem daha hızlı hem de daha önceden planlanan seyahat saatlerine uygun bir şekilde hareket etmelerini sağlamaktadır. Yine raylı sistem araçlarının teknik standartlarının diğer toplu taşıma araçlarına göre daha yüksek olması bu taşıtların konfor seviyelerini yükseltmekte, toplu taşımacılıkta en çok arzu edilen şey olan özel otomobil kullanıcılarını, özel otomobil kullanmaktan caydırabilmektedir.

3.7 Erişim Açısından Değerlendirme

Lastik tekerlekli sistemlerin raylı sistemlere göre en büyük avantajı erişim kolaylığıdır. Lastik tekerlekli kent içi ulaşım sistemleri karayolu altyapısına sahip bütün noktalara ulaşarak yolcuları varış noktasına kadar taşıyabilmektedir. Özellikle otomobillerin kapıdan kapıya ulaşıma imkân vermesi bu ulaşım türünü yolcular açısından en önemli tercih sebebi yapmaktadır. Raylı sistemler ise erişim kolaylığı

açısından düşük fayda sağlamakta ve pek çok güzergâhta yine başka bir raylı sistem türü ya da farklı bir ulaşım türü ile aktarma gerektirmektedir. Bu durum özellikle zirve saatlerde işe veya okula yetişmeye çalışan kullanıcıları raylı sistem kullanımından uzaklaştırmaktadır. Bu nedenle raylı sistemlerin bu dezavantajını azaltmak için güzergâh tayin edilirken mümkün olduğunca kamu binaları, ticaret, alışveriş, iş ve eğitim merkezlerine yakınlık gözetilmelidir.



4. BALIKESİR İL MERKEZİ İLE ÇAĞIŞ YERLEŞKESİ ARASINDA HAFİF RAYLI SİSTEM ANALİZİ

4.1 Balıkesir İli Hakkında Genel Bilgi

Balıkesir ili Marmara bölgesinin güneyinde yer almakta olup, Bursa, İzmir ve İstanbul şehirlerinin kesişim noktasında olması sebebiyle şehirlerarası ulaşım açısından hayati öneme sahiptir. Hem Marmara hem de Ege denizine kıyısı olup toprakların bir kısmı Marmara bir kısmı ise Ege Bölgesinde kalmaktadır. Balıkesir'in 2017 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt sistemi sonuçlarına göre toplam nüfusu 1.204.824 kişidir. Bu sonuca göre Türkiye'nin en kalabalık 17. şehridir. Kentte tarım ve tarıma dayalı sanayi kolları ağırlıklı iş sektörlerini oluşturmaktadır. Zeytincilik, yağ üretimi, salça fabrikaları, yem sanayi ve sebze meyve üretimi önde gelen tarımsal faaliyetlerdir. Bunun dışında hayvancılık sektöründe süt üretiminde ve madencilik sektöründe de lider şehirlerimizdendir. İlin sanayi ve hizmet sektörlerinde ise gelişime açık bir potansiyeli vardır. Bu potansiyelin hayata geçirilmesi ilerleyen yıllarda şehrin gelişim hızını etkileyecektir.

06.12.2012 tarih ve 28489 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6360 sayılı kanuna göre büyükşehir olma hakkı kazanan ve 30.03.2014 tarihli mahalli idareler seçimi ile büyükşehir olan Balıkesir'in belde ve köyleri bu tarihten itibaren mahalleye dönüştürülmüştür. Kentin büyükşehir olması ile iki adet merkez ilçesi kurulmuş olup bu ilçeler Altıeylül ve Karesi ilçeleridir. Kentin nüfus açısından en büyük ilçeleri sırasıyla, Karesi, Altıeylül, Bandırma, Edremit ve Gönen'dir.

Şehir genel olarak verimli Balıkesir Ovası üzerinde yayılmış olmanın etkilerini taşımaktadır. Kent merkezinde ekonomik yaşam tarım üzerine yoğunlaşmıştır. İlçelerde ise, zeytincilik, zeytinyağı, sebze meyve üretimi, çiçek yağı, beyaz et üretimi ve hayvancılık sektörleri yaygındır. Özellikle ilçelerde turizm sektörü gelişmiştir. Son yıllarda ülkemizin ekonomik yapısında tarımın ağırlığının planlı bir şekilde azaltılarak sanayi ve hizmet sektörlerine kaydırılıyor olması ve şehrin ulaşım açısından büyük sanayi şehirlerinin kesişim noktasında bulunuyor

olması gibi sebeplerle sanayi sektörü gelişmeye başlamıştır. Ancak halen şehrin tarıma dayalı nüfusu ülke ortalamasının üzerinde olup, şehrin bu anlamda dönüşüm süreci devam etmektedir.

Şehir merkezinde ikisi de Savaştepe yolu üzerinde olmak üzere iki adet Organize Sanayi Sitesi, Bursa yolu üzerinde bir adet Küçük Sanayi Sitesi, Edremit yolu üzerinde Atatepe Sanayi Sitesi olmak üzere farklı sanayi bölgeleri bulunmaktadır. Yine şehir merkezinde muhtelif bölgelerde küçük sanayi yapılanmaları bulunmakta ancak yerel yönetim bu yapılanmaları kent dışına çıkmaları konusunda teşvik etmektedir.

Kentin geçmişten bugüne gelene kadar ki gelişim şekline bakacak olursak; XX. Yüzyılın başlarında şehrin idari yapılanması bugünkü kent müzesi, saat kulesi ve şadırvan bölgesinde toplanmıştır. Sanayi tesislerinin bulunmadığı, ticari faaliyetlerin ise sınırlı olduğu o yıllarda kent yerleşimi de şehrin bu idari yapılanmasının etrafında yoğunlaşmıştır. Şehir merkezi ile belirli bir mesafede tren garının inşası ile birlikte şehir ile gar arasındaki bağlantıyı Milli Kuvvetler Caddesi sağlamaya başlamış ve zaman içinde bu cadde şehrin en önemli ticaret merkezi haline gelmiştir. O yıllarda ulaşım sektörünün karayolundan ziyade demiryolu odaklı olması ile tren garı hem yük hem yolcu taşımacılığında şehrin dışa açılan kapısı konumuna gelmiştir. Şehrin konut ve ticarethane yerleşimleri açısından tren garına doğru gelişmesi, ulaşım hizmetlerinin bir şehrin gelişimini ne kadar çok etkilediğinin en güzel örneklerinden biridir.

Zaman içinde karayollarına yapılan yatırımların artması neticesinde Balıkesir'in çevre iller ile olan karayolu bağlantıları da güçlenmiş, şehrin Bursa-İzmir güzergâhında bulunan, Bandırma Caddesi ve Vasıf Çınar Caddeleri, tıpkı Milli Kuvvetler Caddesi'nin demiryolunun etkisi ile canlanması gibi canlanmış ancak gelişmeyi tetikleyen unsur bu defa demiryolu bağlantısı değil karayolu bağlantısı olmuştur.

1944 yılında ilk imar planı ile ortaya konulan gelişmeler, 1950'li yıllara kadar kent makroformunun göstergesi olmuştur. 1950 yangını sonrası kentin fiziksel yapılanmasında önemli değişiklikler olmuş ve yeni yerleşim yerleri iskâna açılmıştır (52 Evler, 66 Evler, Subay Evleri, Şoför Evleri, 26 evler, Esen Evleri). Balıkesir'de

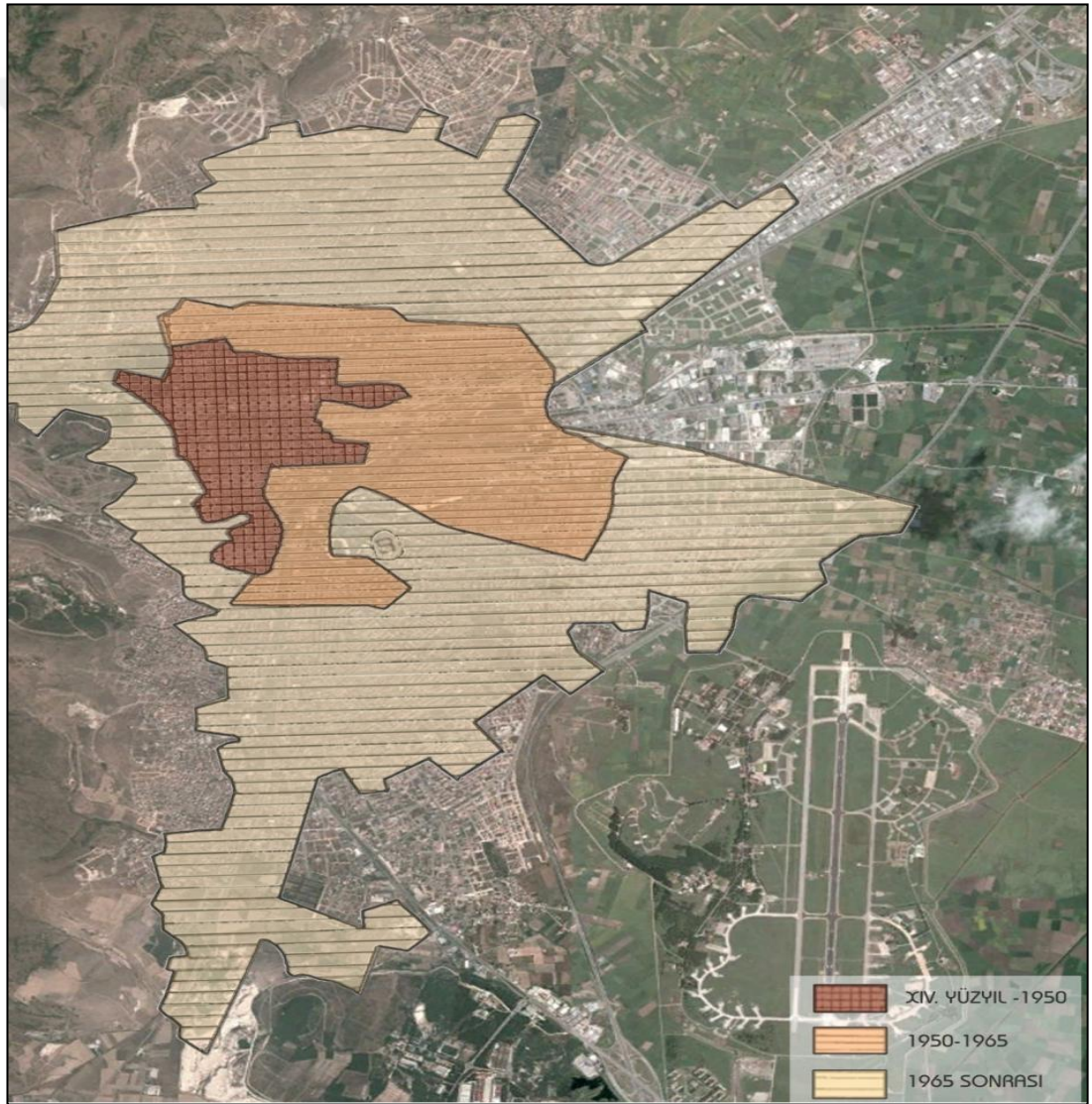
1950'li yıllarda etkin olmaya başlayan toplu konut üretimi girişimleri, modern bir toplum oluşturma vizyonunun vazgeçilmez parçalarından biri olarak önem taşımaktadır. Kentteki ilk toplu konut inşaatı yapımı 52 Evler olup 1954 yılında tamamlanmıştır. 52 Evler'in yapımını izleyen yıllarda çevrede inşa edilen Esenevler ve Belediye Mensupları Evleri, Balıkesir'de hem konut gelişim alanlarını, hem de çekirdek ailenin kullanacağı iki katlı ve bahçeli toplu konut tipolojisini belirleyen önemli girişimlerdir. Üretilmeye başlayan toplu konut projeleri ile yürüme mesafesi dışına çıkan konut alanlarına hizmet vermek amacıyla 1955 yılında kentte otobüs ve minibüs işletmeciliği başlamıştır. Balıkesir'in ilk otobüs hizmeti 52 Evler hattı olup hemen sonrasında havaalanı hattı ve Gaziosmanpaşa hattı işletmeye açılmıştır. 1960'lı yıllarda 66 evlere başlayan otobüs seferleriyle birlikte filodaki araç sayısı önce 5'e kentsel gelişimin sürekliliği ile 11'e çıkmıştır [17].

1950'li yılların başında temeli atılan Balıkesir'in ilk sanayi kuruluşlarından olan Pamuklu Dokuma Fabrikası ve Çimento Fabrikası'nın faaliyete geçmesi Balıkesir'in kentleşmesine ve yaşam standartlarının yükselmesine büyük katkı vermiştir. Bu dönemde şehrin yaygın konut sahalarına mesafe bırakılarak Gaziosmanpaşa ve Plevne mahalleleri açılmış ve şehre yerleştirilen göçmenler için iskân sağlanmıştır [17].

1960'lı yıllardan sonra kent merkezine oranla arazi fiyatlarının daha ucuz olduğu bazı alanlarda gecekondulaşma sorunu olmuştur. Şehrin kuzeyinde Tepebaşı ve Maltepe, güneyinde Dinkçiler ve Plevne' nin bir bölümü, doğuda ise Gümüşçeşme ve Gündoğan mahalleleri gecekondulaşma alanı olarak ortaya çıkmıştır. Fakat sanayi bölgesine yakınlığı nedeniyle Gündoğan Mahallesi hızlı bir şekilde gelişmiştir [17].

Bursa – İzmir karayolu üzerinde bulunan mahallelerden şehrin güneyinde Altıeylül ve Kasaplar, kuzeydoğudaki Atatürk Caddesi ise daha üst gelir gruplarının yerleştiği bölgeler olmuştur. Güneydoğuda Bahçelievler Mahallesi ve kuzeybatıda Adnan Menderes Mahallesi gerek planlı yapılaşması gerekse sakinliği sebebiyle 2000'li yıllarda tercih edilen yerler olmuş ve şehrin gelişmesinin de bu yönlere doğru olmasında etkili olmuştur [17].

2000'li yıllardan itibaren Bursa yolu üzerindeki Balıkesir Küçük Sanayi Sitesinin karşısında bulunan alanlar Atatürk Mahallesi'nden geriye doğru planlı olarak büyüyerek, hem Atatürk Mahallesi'nin hem de Paşaalanı Mahallesi'nin hızlı bir şekilde gelişmesine imkân vermiştir. Bu dönemde kentin toplu taşıma merkezinin taşınarak bugünkü yerini alması ile hem otobüs hem minibüsler kent içi ulaşımında tek noktadan hizmet vermeye başlamış, şehrin değişik bölgelerinde düzensiz halde bulunan toplu taşıma sistemleri daha hızlı ve sistemli bir yapıya kavuşmuştur. Balıkesir Kent Merkezi yerleşim alanının yıllar içindeki değişimi Şekil 4.1'de verildiği gibidir.



Şekil 4.1: Balıkesir kent makroformunun gelişimi [17]

2012 yılında kent merkezi nüfusu 275.160 kişi olan Balıkesir için 2040 yılı merkez nüfusunun 586.990 kişi olması beklenmektedir [18]. Büyük karayolu

projelerinin merkezinde yer alan kentin gelişimine devam edeceği, yeni kentsel gelişim alanlarının kullanıma sunulacağı, organize sanayi bölgelerinin gelişeceği, havalimanının kullanımının artacağı ve bölgenin lojistik ve sanayi depolama merkezi haline geleceği öngörülmektedir.

Şehrin tarım sektörü, hizmet sektörü ve kamu yatırımları ile sağlanan gelişimi önümüzdeki yıllarda büyük sanayi kuruluşlarının şehre olan ilgisi ile daha da artacaktır. Şehir merkezi yoğunluk anlamında büyümekte ancak fiziksel alan olarak yeterince genişleyememektedir. Mekansal olarak sıkışıklık dağıtılamamıştır. Mesai başlangıç ve bitiş saatlerinde kent merkezine giriş ve çıkışlar belli noktalarda tıkanmaya başlamıştır. Şehirde bireysel otomobil kullanım oranı oldukça yüksek olup, yerel yönetim tarafından kent merkezinin büyük bir bölümü ücretli otoparka dönüştürülmesine rağmen, kent merkezine otomobil ile yolculuklar caydırılmamıştır. Kent içi trafik tıkanıklıkları son yıllarda katlı kavşaklar ile giderilmeye çalışılmaktadır. Bu durum bir kaç yıl sonra katlı kavşaklar inşa edilmeden önce var olan trafik sıkışıklıklarını geri getirecek, bu sefer daha büyük yollar daha fazla araç ile tıkanacaktır.

Kent merkezinin bugünkü ulaşım yapısı incelendiğinde, en yoğun hatları, Milli Kuvvetler Caddesi, Anafartalar Caddesi, Bandırma Caddesi, Vasıf Çınar Caddesi, Gazi Bulvarı'dır. Milli Kuvvetler Caddesi ve Anafartalar Caddesi, kentin tam merkezinde yer almakta, hem Karesi, hem de Altıeylül ilçeleri için hayati önem taşımaktadır. Yerel yönetim bu caddelerdeki yoğunluğu giderebilmek için bu caddelere keyfi ulaşimleri caydırma yollarına gitmektedir. Şerit sayısını teke düşürmek, cadde üzerinde otopark ücretlendirmesi yapmak ve taşıtların cadde üzerinde beklemelerini engellemek gibi yöntemlere başvurmuşlardır. Gazi Bulvarı toplu taşıma merkezi ile kentin kuzey aksını birbirine bağlayan en önemli güzergahtır. Edremit Körfezi yönünde yolculuk yapmak isteyenlerde bu caddeyi kullanmaktadırlar. Bu cadde üzerinde kurulu olan kısa aralıklı sinyalizasyon sistemi ile trafik düzenli bir yapıya kavuşturulmaya çalışılmıştır. Bandırma Caddesi ve Vasıf Çınar Cadde'lerindeki trafik sıkışıklıkları ise bugüne kadar sinyalizasyon sistemi ile çözülsede özellikle sabah ve akşam mesai saatlerinde trafiğin giderek artması ile son yıllarda bu güzergahlar üzerinde katlı kavşaklar inşa edilmeye başlanmıştır. Çalışmamıza konu güzergahı da kapsayan Vasıf Çınar Caddesi Manisa - İzmir

istikametinde yapılan transit yolculuklarında bir kısmını taşıyor olması sonucu belli saatlerde trafik durma noktasına gelmektedir. Bu sıkışıklığı aşmak adına güzergah üzerinde katlı kavşak inşaatlarının önümüzdeki yıllarda da devam etmesi muhtemeldir.

Balıkesir kent merkezinde henüz raylı sistem ile kent içi toplu taşıma hizmeti bulunmamaktadır. Ancak Ankara – İzmir istikametinde çalışan şehirlerarası demiryolu hattı Altıeylül – Karesi ilçeleri boyunca kentin ortasından geçmekte ve muhtemel bir raylı sistem toplu taşıma projesi için altyapı oluşturmaktadır. Kentin Bursa yolu üzerindeki girişinde bulunan terminal ile kent merkezinde yer alan toplu taşıma merkezi ve buradan Çağış Yerleşkesi içerisindeki öğrenci yurtları arasındaki bağlantı da kent içi ulaşımın en büyük hatlarından biridir. Kent içinden geçen demiryolu hattının kent içi raylı sistem toplu taşıma hattı için kullanılması teknik açıdan son derece doğru bir uygulama olacaktır. Bu proje bu hat üzerinde çalışan lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarını azaltarak kent merkezindeki trafik yükünü hafifletecek ve kentin trafik kaynaklı hava kirliliğini düşürecektir.

4.2 Çağış Yerleşkesi Hakkında Genel Bilgi

Çağış yerleşkesi önceleri Uludağ Üniversitesi'ne bağlı bir yerleşke iken 1992 yılında Resmi Gazete'de yayımlanan 3837 sayılı Kanun ile kurularak 1993 yılında faaliyete geçen Balıkesir Üniversitesi' nin ana kampüsü olmuştur. Konum olarak Balıkesir – Bigadiç karayolunun 17. ve 19. Km'leri arasında yer almaktadır. 2014 yılından önce Balıkesir Belediyesi Mücavir Alan sınırında bulunan yerleşkenin, 2014 yılında Balıkesir'in büyükşehir olması ile idari sınırlarında değişiklik olmuştur. Yerleşkenin yarısı Altıeylül İlçe sınırları içerisinde, diğer yarısı ise Bigadiç İlçe sınırları içerisinde kalmaktadır.

4.2.1 İl Merkezi ile Çağış Yerleşkesi Arasında Mevcut Seyahat Şekilleri

Balıkesir şehir merkezine 17 km uzaklıkta bulunan yerleşkeye toplu ulaşım hizmeti önceleri belediye otobüsleri ve minibüsler ile sağlanırken 2015 yılından itibaren bu hizmet belediye denetimli özel halk otobüsleri ile sağlanmaya başlamıştır.

Halihazırda bu otobüslerle kentin diğer ucunda Bursa yolu üzerinde bulunan Kredi Yurtlar Kurumu'ndan ve kent merkezinden yerleşkeye öğrenci taşınmaktadır. Belediye denetimli özel halk otobüslerine ek olarak Balıkesir Kent Merkezi – Paşaköy hattında çalışan G1 belediye otobüsleri üniversite hastanesine kadar yolcu taşımaktadırlar. Yerleşkenin en büyük sorunu ulaşım ve yerleşkenin kent ile etkileşimi zayıftır. Toplamda 40.000'e yakın öğrencisi bulunan Balıkesir Üniversitesi' nin 20.000'den fazla öğrencisi Çağış Yerleşkesi'ne konumlanmış okullarda eğitim görmesine rağmen Çağış yerleşkesi ile kent merkezi arasındaki bağı kuvvetlendirecek sosyal donatı alanları oluşturulamamış, üniversite öğrencileri dışında kalan kent insanı ise sağlık hizmeti dışında üniversite ile bağ kuramamıştır. Yerleşke kent ile bütünleşmek yerine kente belirli bir uzaklıkta bulunan bağımsız bir yerleşim şeklinde gelişmiştir. Şehir merkezine olan uzaklık, yerleşke civarının kentleşmemiş olması, mevcut toplu taşıma sisteminin düzensiz olması gibi sebeplerle eğitim saatleri dışında yerleşkeye ulaşım zorlaşmaktadır. Güzergahta güncel olarak toplu taşıma hizmeti belediye denetimli özel halk otobüsleri ile verilmektedir. Ancak bu otobüsler daha eski yıllarda hat üzerinde çalışmakta olan ve dolmuş şeklinde hizmet veren minibüslerin çalışma prensibinden tam olarak kopamamışlardır. Minibüslerden otobüslere geçilmesi ile hat üzerinde daha yüksek kapasiteli ve konfor düzeyi daha yüksek araçlar çalışmaya başlamıştır ancak bu araçlar da önceden ilan edilen zaman dilimlerine göre hareket saatlerine sahip olmadıkları için, seyahat aralıkları düzensiz olmakta, ulaşım imkanı sağlandığında ise yolcuların büyük kısmı ayakta ve zor şartlarda yolculuk yapmaktadır. Genel olarak hat üzerinde hizmet veren araçlar, yerleşkedeki yolculukların istikrarsız bir yapıda olması ve doruk saatler dışında yeterince yolculuk yapılmaması gibi sebeplerle düzenli saat aralıkları ile hizmet veremediklerini belirtse de bu sorun yerleşke toplu taşıma hizmetini büyük oranda zorlaştırmaktadır.

Yerleşkede bulunan Kredi Yurtlar Kurumu Erkek Öğrenci Yurdu ve özel yurt kapsamında 2500 'e yakın öğrenci barınma ihtiyacını yerleşke içinde karşılamaktadır. Bu rakam yerleşkenin ders saatleri dışında akşam ve hafta sonu nüfusunu da oluşturmaktadır. Yakın gelecekte yeni yapılacak yurt binaları ile bu nüfus artacak, ders saatlerinde çok yoğunlaşan ancak hafta sonu ve akşam saatlerinde yoğunluğu azalan Kent Merkezi – Çağış Yerleşkesi yolculuk sayıları da buna bağlı olarak artış gösterecektir.

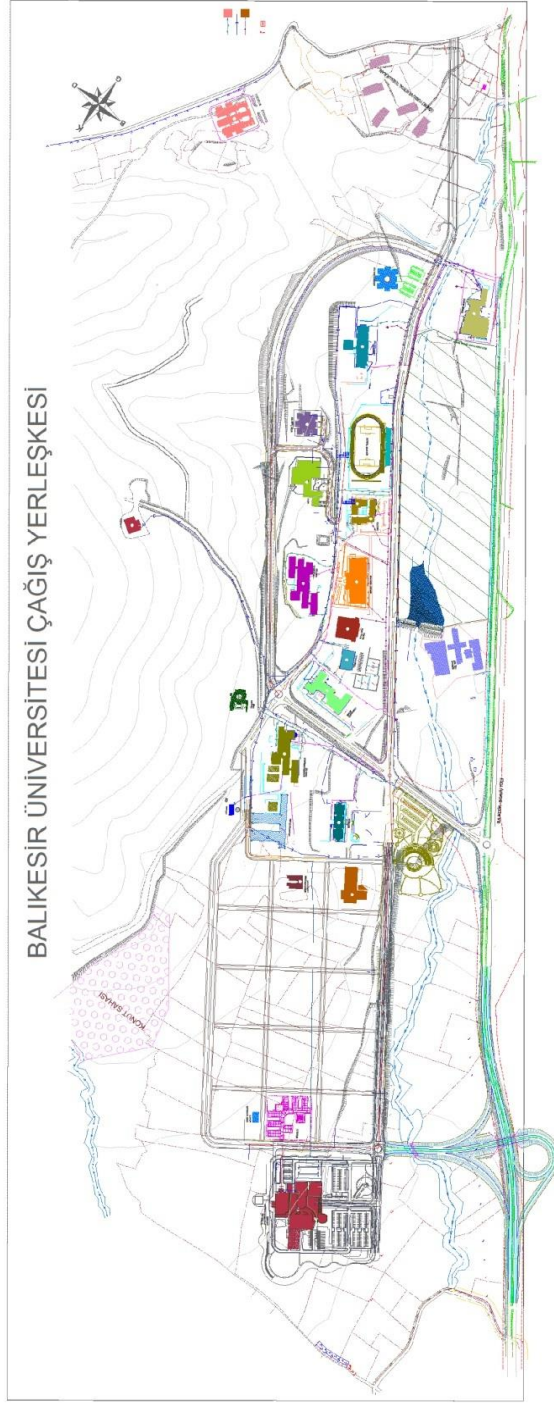
Son yıllarda yerleşkede görülen bir diğer problem de otopark sorunudur. Bu sorun kullanım dışı geniş arazilere sahip yerleşkede, yeni otopark alanları açılarak çözülmeye çalışılsa da bu durum yerleşkeye otomobil ile yolculuklarda artışlar yaşandığını ve ileride yerleşke içi trafik sıkışıklığı ile karşılaşılabilceğini göstermektedir. Bu konuda asıl çözüm otopark alanlarının arttırımı olmamalıdır. Yapılması gereken otomobille yapılacak yolculukları cazip olmaktan çıkaracak şekilde, yerleşkenin gelecekteki ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak emniyet, konfor, hız, ve ekonomi unsurlarını birarada sunan çağdaş bir toplu taşıma sistemini hizmete sunabilmektir. Böyle bir toplu taşıma sistemi sözkonusu olduğunda ilk akla gelen alternatiflerden bir tanesi hafif raylı sistem çözümleridir.

Güzergah üzerinde mevcut olan diğer toplu taşıma türleri Balıkesir toplu taşıma merkezinden hareket eden belediye denetimli dolmuşlarla yapılmaktadır. Ancak bu dolmuşlar Çağış yerleşkesine kadar gitmeyip güzergah üzerinde bulunan Adliye Sarayı, Şehir Hastanesi ve alışveriş merkezine yolcu taşımaktadırlar. Bu çekim noktaları güzergahta özellikle hafta sonu düşen Çağış yerleşkesi yolculuk sayılarını dengelemektedir.

Bu noktalar dışında güzergah üzerinde bulunan diğer yolcu çekim noktaları olan otomobil galerileri, Astsubay Meslek Yüksekokulu, Devlet Su İşleri, Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Daire Başkanlığı, Hava Lojmanları, Küçükbostancı, Atköy ve Paşaköy mahalleleri yine toplu taşıma hizmetini Çağış Yerleşkesi'ne yolcu taşıyan belediye denetimli özel halk otobüsleri ile sağlamaktadırlar.

Bütün bu yolcu çekim noktalarının yanı sıra güzergah üzerinde Milli Eğitim Bakanlığı denetimli özel okullarda bulunmaktadır. Bu okullara öğrenci ulaşımı özel servis araçları yardımıyla yapılmaktadır.

İlerleyen yıllarda planlamış olduğumuz raylı sistem projesinin hayata geçmesi durumunda hat üzerinde hizmet veren otobüs, minibüs ve okullara öğrenci ve kamu kurumlarına personel taşıyan servis araçlarının raylı sistem çalışma saatlerinde hattan kaldırılması gerekmektedir.



Şekil 4.2: Çağış Yerleşkesi vaziyet planı

4.3 Balıkesir İl Merkezi İle Çağış Yerleşkesi Arasında Raylı Sisteme Yönelik Güzergâh Analizi

4.3.1 Güzergâhın Genel Durumu

Hafif raylı sistem için güzergâh belirlenirken, en az maliyet ile en kısa sürede en yüksek faydanın sağlanacağı güzergâhı belirlemek gerekmektedir. Raylı sistem hattının, kent merkezinden Çağış Yerleşkesi'ne ulaşım için hâlihazırda kullanılan karayoluna paralel olarak tasarlanması en uygun seçim olacaktır. Bu durumda karayolu için mevcut olan altyapı hizmetlerinden yararlanılırken, aynı zamanda türler arası bağlantı sağlanmış olacaktır. Karayolunu kullananların gerektiğinde araçlarını park ederek, hafif raylı sistem ile yoluna devam etmesi sağlanacak, arazi seçimi ile de yeni bir alan ulaşım ihtiyacı için işgal edilmemiş olacaktır (Park et – devam et uygulaması).

Üzerinde çalıştığımız güzergâhın başlangıç noktası Balıkesir Tren Garı olup, bitiş noktası Balıkesir – Bigadiç yolunun 17. ve 19. Km'leri arasında bulunan Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi'dir. Güzergâhın tamamı merkez Altieylül İlçe'si sınırları içerisinde kalmaktadır. İlçenin arazi kullanımına bakıldığında, toplam alanın %48,67'si tarım, % 11,70'i mera, % 32,02'si orman alanı iken %7,61'lik kısmı diğer kullanımları içermektedir [17]. İlçenin arazi kullanımındaki bu dağılım bize ilçenin büyük oranda tarım arazilerinden oluştuğu, yine ormanlık alanların ülke ortalamasından daha yüksek olduğu, konut alanlarının ve yerleşim sahalarının ise sınırlı olduğunu göstermektedir. Güzergâh üzerinde hafif raylı sistem inşaatını olumsuz yönde etkileyebilecek herhangi bir arkeolojik ya da kentsel sit alanı bulunmamaktadır. Ancak bu güzergâh üniversite yerleşkesi ve şehir merkezi arasında ulaşım için uzun yıllardır kullanılıyor olmasına rağmen büyük kısmı yerleşime açılmamıştır. Bunun en büyük sebebi güzergâhın üzerinde bulunan arazilerin büyük kısmının tarım arazisi niteliğinde olmasıdır.

Mevcut güzergâh 1983 yılına kadar Balıkesir-İzmir karayolunun bir bölümünü oluşturmaktadır. Günümüzde ise Balıkesir – İzmir yolunun DSİ Kavşağı'ndan itibaren güzergâhtan ayrılması ile birlikte mevcut güzergâh Çağış Yerleşkesi ile kent merkezi arası ulaşımı sağlayan yoldur [19]. Balıkesir – İzmir

yolunun bu hat üzerinden ayrılması ile ağır taşıt, transit taşıt ve uzun yol yolcu otobüsleri büyük oranda hattın ayrılmışlardır. Bu durum hattın kent içi ulaşım özelliğini kuvvetlendirmiş, Bigadiç ve Sındırgı'ya yapılan ilçe yolculukları dışında güzergâhın neredeyse tamamını kent içi ulaşım yolculuk güzergâhına dönüştürmüştür.

Hafif raylı sistem hattı mevcut bölünmüş karayoluna paralel gidecek şekilde planlanmıştır. Güzergâhımızın başlangıç noktası şehirlerarası yolcu tren garı olup bu noktadan itibaren, Sigorta Köprüsü'ne kadar Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları tarafından kullanılan mevcut demiryolundan yararlanılmalıdır. Gerekirse bu hat modernize edilmeli tek hattın oluşan demiryolu çift hatta dönüştürülmelidir. Daha sonra hafif raylı sistem hattımız Sigorta Köprüsü'nden itibaren Gökköy – Savaştepe – Soma istikametine giden mevcut hattın ayrılarak, Bigadiç istikametine yöneleceği için bu noktadan itibaren yeni hat inşaatı başlamalıdır. Hattımızın başlangıç noktasını tren garı (Km: 0+000) olarak kabul ettiğimizde yeni demiryolu inşaatının başlayacağı yer, Sigorta Köprüsü (Km: 2+300) noktasına tekabül etmektedir.

Bu durumda araştırılan hafif raylı sistem hattı mevcut olan karayolunu izleyerek İzmir Kavşağı'na kadar gelecek ve o noktadan sonra Çağış Yerleşkesi istikametine yönelecektir. Böylelikle şehrin en büyük eğitim alanı olan Çağış Yerleşkesi'nde sonlanacak olan raylı sistem hattı, hat üzerinde mevcut bulunan özel okulları hizmet alanına alacak, Balıkesir Şehir Hastanesi, Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi ve Balıkesir Özel Sevgi Hastanesi gibi Balıkesir'in en önemli sağlık noktalarına tek hattın ulaşımı sağlayacak, Seka Kâğıt Fabrikası, İşbir, Yem Fabrikası gibi işyerlerini, Balıkesir Adalet Sarayı'nı, Orman Bölge Müdürlüğü'nü ve Devlet Su İşleri Şube Müdürlüğü'nü birbirine bağlayacaktır. Güzergâh üzerinde bulunan Çayırhisar Astsubay Meslek Yüksekokulu özellikle hattın hafta sonu yolculuklarını büyük ölçüde karşılamaktadır. Bu sayede hayata geçecek raylı sistem projesinden askeri öğrenciler ve erlerde yararlanacaktır. Yine hafta sonu için ÖSYM tarafından belirlenen takvime göre Çağış Yerleşkesi'nde yapılan sınavlar neticesinde raylı sistem projesi için hafta içi yolculuk sayılarına yakın sayıda hafta sonu yolculukları gerçekleştirilecektir. Bu haliyle tamamlanmış olan bu hat yine yakın gelecekte hayata geçmesi planlanan Balıkesir Kent Merkezi –

Organize Sanayi Hattı raylı sistem projesi ile beraber Balıkesir'in en işlek iki hattından biri olacak, kent merkezinde küçük toplu taşıma araçları ile yoğunlaşan trafiği büyük ölçüde rahatlatılacaktır. Ayrıca şehirde yeni bir cazibe merkezi oluşturulmuş olacak, bu hat üzerinde henüz seyrek olan yerleşimler, raylı sistem hattına göre düzenli bir şekilde planlanabilecektir. Hat Balıkesir Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nde sonlanacak, bu noktadan sonra yerleşke içindeki yolculuklar yaya olarak, bisikletle veya yerleşke içi dolmuş ring hattı ile yapılacaktır. Yerleşke içinde raylı sistem peronuna rahat ulaşımı sağlamak için bisiklet kullanımını arttırmak çok önemli olacaktır. Bunun için İzmir'de uygulanan BİSİM projesi benzeri bir projeyi hayata geçirmek gerekir. Böylelikle yerleşke içi yaya ve bisikletli hareketliliği de arttırılmış olacaktır. Yerleşke içerisinde her fakültenin önünde Balıkesir toplu taşıma yolcu kartı ile uyumlu çalışan elektronik bisiklet park yerleri kurularak bu park yerlerinden ücret karşılığı kiralanan bisikletlerin yerleşke içi yolculukları karşılaması sağlanabilecektir. Bisiklet kiralamak için kullanılacak kart ile raylı sistem yolculuğu için kullanılacak yolcu kartının uyumlu olması aktarmalı kullanımda indirim hatta yerleşke içerisinde raylı sistem peronunda başlayacak veya sonlanacak olan bisiklet yolculuklarının ücretsiz olmasını sağlayacaktır. Yerleşke içerisinde bisiklet kullanımının yaygınlaşması ile yerleşkedeki her noktadan raylı sisteme ulaşım kısa sürede sağlanacaktır.

Güzergâhta 4 farklı noktada mevcut bölünmüş karayolunun kullandığı köprü geçişi bulunmaktadır. Bunlar, Sigorta Köprüsü, Bostancı 1, Bostancı 2 ve Paşaköy köprüleridir. Hat inşaatı sırasında Sigorta Köprüsü haricinde diğer üç köprüden demiryolu geçirileceği için bu köprülerin güçlendirilmesi ve genişletilmesi gerekecektir. Sigorta Köprüsü'nde ise köprü'nün altında mevcut demiryolu hattından ayrılan hat köprüyü geçtikten sonra üstteki yol kotu ile birleşecektir. Bunların dışında yine mevcut karayolu üzerinde Ovaköy – Büyükbostancı ayrımında ve Paşaköy ayrımında menfezler bulunmaktadır. Bu menfezler ile anayolun altından da taşıtlar için geçiş imkânı sağlanmıştır ve bu menfezlerin de raylı sistem ulaşımı sırasında daha ağır yüklere maruz kalacağı için güçlendirilmesi ve genişletilmesi gerekmektedir. Güzergah üzerinde bulunan köprülerden Bostancı 1 köprüsü Şekil 4.3'te gösterildiği gibidir. Yine güzergah üzerinde bulunan menfezlere bir örnek Şekil 4.4'te verildiği gibidir.



Şekil 4.3: Güzergâh üzerinde bulunan köprülerden Bostancı 1 köprüsü



Şekil 4.4: Güzergah üzerinde menfez geçişleri görüntüsü

Yine güzergâh üzerinde mevcut bulunan köprülü kavşaklar, Tıp Fakültesi Köprülü Kavşağı, Bigadiç (Devlet Su İşleri) Köprülü Kavşağı, Koca Seyit (NEF) Köprülü Kavşağı ve Adliye Köprülü Kavşağı'dır. Güzergah üzerinde bulunan Bigadiç köprülü Kavşağı Şekil 4.5'te verildiği gibidir. Bunun dışında hat üzerinde

Hava Lojmanları'ndan, DSİ tarafına geçmek için bir adet yaya üstgeçidi inşa edilmiştir.



Şekil 4.5: Bigadiç (DSİ) köprülü Kavşağı

Hat üzerinde bulunan karayolunun hizmet standartları yıllar içinde yapılan düzenlemeler ile yükseltilmiş ve konfor seviyesi arttırılmıştır. Balıkesir – Bigadiç hattının son yıllarda kısım kısım bölünmüş yola dönüşümünün sağlanması ile Balıkesir Kent Merkezi ile Çağış Yerleşkesi arası karayolu yolculukları da bölünmüş yol hizmetine kavuşmuştur. Bölünmüş yol uygulaması neticesinde karayolu üzerinde seyreden araç trafiğinin hız ortalaması artmış ve bu yüksek araç hızları bazı noktalarda trafik güvenliği için risk teşkil etmeye başlamıştır. Bigadiç (DSİ) Kavşağı'nda bulunan sinyalizasyon sisteminin İzmir istikametine yolculuk yapanlar ile Bigadiç istikametine yolculuk yapanları ayırıyor olmasına rağmen bu noktada çok sık yaşanan trafik kazaları neticesinde bu noktaya köprülü kavşak inşa edilmiştir. Köprülü kavşak inşaatı ile bu noktada yaşanan trafik kazalarının önüne büyük ölçüde geçilmiştir. Daha sonra Çağış Yerleşkesi girişine hastaneye daha kolay ulaşmak için köprülü kavşak inşa edilmiş ve bu köprülü kavşak uygulamaları, Doğumevi Kavşağı'nda ve son olarak Adliye Kavşağı'nda inşa edilerek hat üzerindeki trafik hem daha güvenli hem de daha seri hale getirilmiştir.

Hat üzerinde yapılan bir diğer değişiklik de dolmuş şeklinde çalışan minibüslerin hattan kaldırılarak burada hizmet veren toplu taşıma araçlarının tamamının belediye denetimli özel halk otobüslerine dönüştürülmesidir. Böylelikle bir taraftan daha büyük araçlar ile aynı sürede daha çok yolcunun taşınması amaçlanırken diğer taraftan da düzensiz bir şekilde hizmet veren toplu taşıma sistemini daha düzenli hale getirmek amaçlanmıştır. Burada kısmi olarak başarı sağlanmış ve hat üzerindeki toplu taşıma sisteminin yolcu taşıma kapasitesi artırılmıştır. Ancak bu yeni otobüslerde düzenli kalkış saatleri üzerinden çalışmamakta genellikle eskisi gibi düzensiz kalkış saatleri ile hareket etmeye devam etmektedirler.

Yukarıda belirtilmiş olan düzenlemeler güzergâh üzerinde yapılan lastik tekerlekli yolculukları daha konforlu ve daha güvenli hale getirirken, yapılan bu düzenlemeler yol genişletme çalışmaları ve sinyalizasyon sistemlerinin köprülü kavşak yapıları ile kaldırılarak trafik hızının artırılmasına yönelik olduğu için, aynı zamanda güzergâh üzerinde yolculuk yapanları bireysel yolculuğa teşvik edici özelliği de olmuştur. Sonuç olarak, yukarıda özet halinde verilen çalışmalar neticesinde sorunlar çözülmemiş ötelenmiş, bir süre sonra trafik farklı noktalarda tıkanmaya başlamış o noktaları açmak içinde eski yapılan çalışmalara ve bu çalışmaların benzerlerine devam edilmiştir. Bu durum bize ilerleyen yıllarda trafik tıkanıklığının yeni noktalarda ortaya çıkacağını, sorunun sadece ötelenmiş olduğunu, kent içi ulaşım sorunlarının daha kesin yöntemlerle çözülmesi gerektiğini göstermektedir.

Halen hat üzerinde trafik yoğunluğunun yaşandığı noktalar bulunmaktadır. Daha önceleri Sigorta Kavşağı'nda yaşanan trafik yoğunluğu, Sigorta Hastanesi'nin yeni inşa edilen Şehir Hastanesi'ne taşınması ile bu bölgeye ötelenmiş, özellikle sabah mesai saatlerinde trafik tıkanıklığına sebep olmaya başlamıştır. 2018 yılında yapımı tamamlanan Adliye Köprülü Kavşağı ile hem bu tıkanıklık, hem de Bahçelievler Savaştepe Caddesi – Adliye hattındaki trafik sorunu çözülmeye çalışılmıştır. Bu çözüm şimdilik yeterli gibi gözükse de gelecek yıllardaki trafik artışları karşısında yetersiz kalacağı anlaşılmaktadır. Keza Adliye Köprülü Kavşağı'nın hizmete açılması daha önceden var olan Bigadiç Köprülü Kavşağı ile birlikte hat üzerinde karayolu trafiğini hızlandırmış ancak bu hızlanış özellikle akşam

saatlerinde kent merkezine beklenenden hızlı giren taşıtların kent merkezinde trafiği daha fazla tıkamasına sebep olmuştur. Daha önceden hat üzerinde farklı noktalarda var olan trafik sinyalizasyonları taşıtların akşam saatlerinde belirli periyotlar halinde kent merkezine girmesine izin verirken, hayata geçirilen köprülü kavşaklar ile bu sinyalizasyonlar azalmış daha büyük bir araç topluluğu aynı anda kent merkezine girer hale gelmiştir. Bunun neticesinde akşam saatlerinde Vasıf Çınar Caddesi boyunca trafikte ciddi tıkanıklıklar oluşmaktadır. Kısacası bu çözümler hattı rahatlatmaktan çok tıkanıklık noktalarını değiştirmiş, dolaylı olarak kent merkezi trafiğini olumsuz etkilemiştir.

4.3.2 Güzergâhta İstasyon Noktaları

Güzergâh üzerinde inşa edilecek istasyonların konumları ve istasyonların birbirlerine olan uzaklıkları oldukça önemli bir konudur. İstasyon konumları kentin imar planları, doğal ve yapay eşikler elverdiği ölçüde, bölgede bulunan önemli kamu kuruluşları, hastaneler, ticaret, iş, konut ve eğitim merkezlerine en yakın şekilde seçilmelidir. İstasyonun konumu belirlenirken istasyonlar arası mesafede dikkat edilmesi gereken bir konudur. Araçların türlerine göre hızlanma ve yavaşlama ivmeleri değişik olduğundan, bunlara tekabül eden optimum durak mesafesi farklıdır. Bu mesafe otobüslerde 250, tramvayda 500, metroda 1000 metre olarak kabul edilmektedir [1]. Hafif raylı bir sistem için 500–1000 metre istasyon aralığı uygun bir aralıktır. Bu tip bir istasyon tasarımı daha kalabalık ve kent dokusuyla iç içe güzergâhlarda tercih edilebilir. Ancak bizim güzergâhımız için aşağıda belirlenen istasyon aralıkları 1000 metrenin üzerindedir. Bu durum araçların daha yüksek hızlarda hareket etmesini sağlarken hat üzerinde yolculuk sürelerini de kısaltmış olacaktır. Böylelikle birbirine çok yakın istasyonlar tasarlanmamış olurken, insanların yürüme mesafelerine ve geleneksel toplu taşımaya ulaşım mesafelerine uygun uzaklıklarda korunmuş olacaktır.

Hattımızın karayolu ile hemzemin olması ise istasyonların yer altında değil mevcut yol seviyesinde tasarlanmasına müsaade etmekte, bu durum da yapım maliyetlerini yükselten yürüyen merdiven ve asansör gibi istasyon elemanlarını en aza indirmektedir.

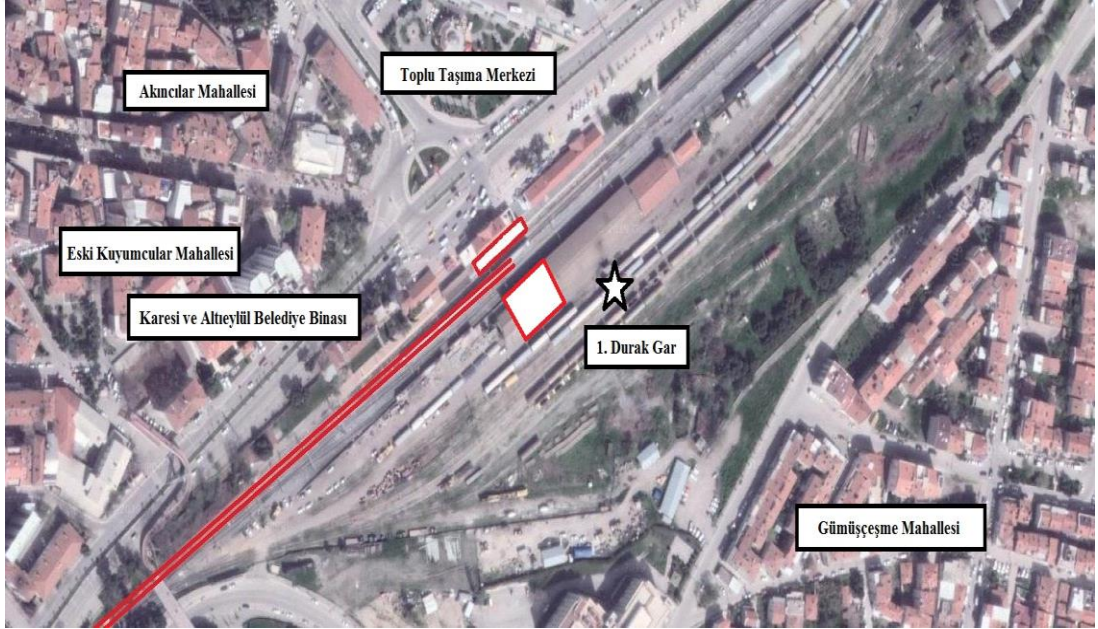
Genel olarak istasyonlar tasarım olarak orta peron ve kenar peron olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Orta peronlar her iki yönde yolculuk yapan yolcuların da aynı platformu kullanmasını sağlayan hem kalabalık noktalardaki yolcu yükünü karşılayan hem de daha az yer işgal eden bir platform türüdür. Kenar peronlarda ise her iki yöne giden araçlar için iki farklı platformun kullanıldığı ve orta alanın işgal edilmediği peron türüdür. Hattımızda her istasyonun kendi konumuna göre peron tasarımı değişmektedir.

Tablo 4.1’de güzergâh üzerinde planlanan istasyonlar gösterilmiştir. Uygun bir yerleşim ile 17 km uzunluğundaki hat üzerinde 8 adet istasyon noktası yolcuların ihtiyacını karşılayacaktır. Aşağıda gösterildiği şekilde istasyonlar arası mesafelerin uzun olduğu durumlarda en çok dikkat edilecek husus istasyon noktalarının doğru yerleşimidir. Önemli varış noktalarına konforlu bir şekilde varabilmek için doğru konumlanmış olması gereken istasyonlarda aktarmalı yolculuk yapmak isteyenler için bisiklet ve otomobil park yerleri de tasarlanmış olmalıdır.

Tablo 4.1: İstasyon noktaları

No	İstasyon Adı	Km	İstasyon Tipi
1	Gar	0 + 000	Hemzemin
2	Plevne	2 + 300	Hemzemin
3	Hastane	3 + 900	Hemzemin
4	Çayırhisar	5 + 150	Hemzemin
5	Devlet Su İşleri	6 + 800	Hemzemin
6	Küçükbostancı	8 + 200	Hemzemin
7	Paşaköy	13 + 000	Hemzemin
8	Çağış	17 + 000	Hemzemin

Güzergâhımızda başlangıç noktası Balıkesir Tren Gar'ıdır. Yeni İzmir Yolu'na bağlanan Vasıf Çınar Caddesi ve kent merkezine uzanan Gazi Bulvarı bu noktada birleşmektedirler. Karesi ve Altıeylül ilçe belediye binaları ve Balıkesir Valilik binası bu noktaya yürüme mesafesinin içindedir. Bu nokta ayrıca toplu taşıma merkezinin çok yakınında bulunması itibariyle güzergâh başlangıcı için çok doğru bir tercihtir. Kentin ulaşım anlamında merkezi noktasıdır. Kentin her noktasından raylı sisteme ulaşmaya çalışacak yolcular diğer toplu taşıma araçları ile toplu taşıma merkezine geldikten sonra hafif raylı sisteme kolayca geçiş yapacaklardır. Mevcutta var olan demiryolu hizmet binaları revize edilerek kent içi ulaşımaya uygun hale getirilebilir. Güzergâhın başlangıç noktasının uydu görüntüsü Şekil 4.6'da verildiği gibidir.



Şekil 4.6: Güzergâhın başlangıç noktası

Çalışma güzergâhımız Vasıf Çınar Caddesi'ne paralel bir şekilde Sigorta Köprüsü'ne güzergâhın (Km 2+300) noktasına kadar, mevcut olan şehirlerarası yük ve yolcu taşımada kullanılan demiryolu hattını kullanarak devam edecektir. Genellikle şehirlerarası raylı sistem hatları ile kent içi raylı sistem hatlarının ray açıklıklarının birbirleri ile uyumlu olmasının yanında ray cinsleri farklı olabilmektedir. Bu nedenle buraya kadar olan kısımda hattın revize edilmesi ve gerekirse rayların değişmesi gerekmektedir. Mevcut demiryolu tek hat olup bunun kent içi ulaşım altyapısına uygun olacak şekilde çift hatta çıkarılması ve güncellenmesi gerekecektir. Güzergâhın bu noktası (Km 2+300) aynı zamanda

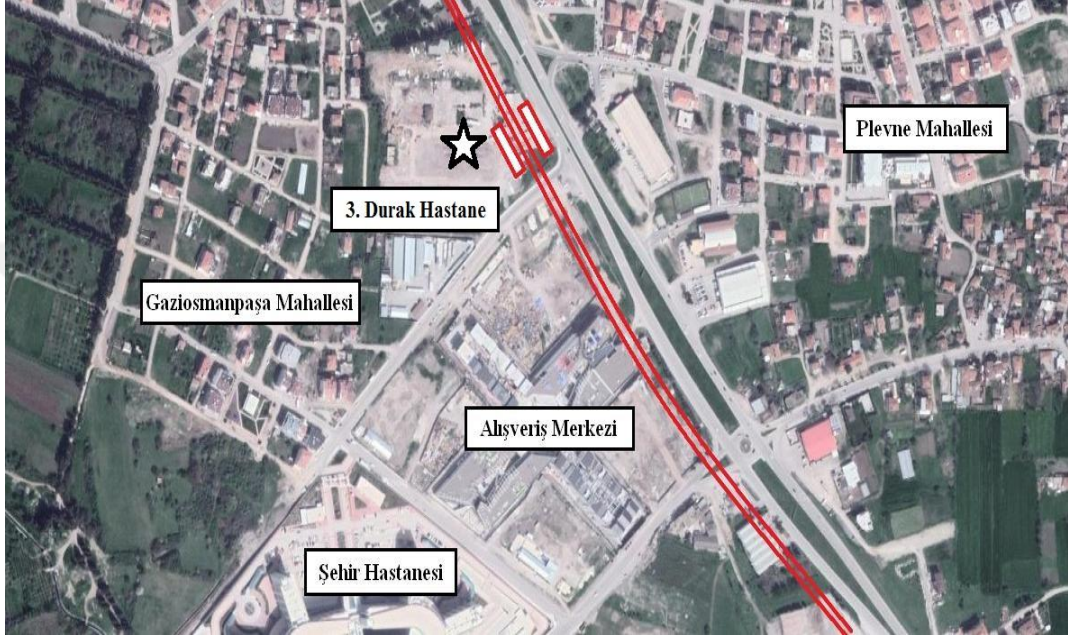
hattımızın ikinci durak noktasını oluşturacaktır. Bu noktadan sonra şehirlerarası demiryolu mevcut hattı üzerinden Gökköy ve Organize Sanayi Bölgesi istikametine devam ederken, çalışmamıza konu hat, Balıkesir-Bigadiç yolu istikametine dönecektir. Bu noktada durak bulunması, daha önceden var olan Devlet Hastanesi, Balıkesir Şehir Hastanesi'nin hizmete açılmasından sonra faaliyetini sona erdirmiş olsa da, hat üzerinde yolculuk yapacaklar açısından yine de çok önemli bir konumdadır. Sütluçe, Kasaplar, Yıldız ve Plevne Mahalleleri'ne çok yakın olan bu nokta, bu mahallelerde yaşayanları Çağış Yerleşkesi'ne taşıyacaktır. Yine yerleşkede öğrenim gören üniversite öğrencilerinin önemli bir kısmı bu mahallelerde bulunan özel yurtlarda ve evlerde barınmaktadırlar. Durak noktasını mevcut demiryolu hattının Organize Sanayi Bölgesi yönünden ayrıldığı noktada düşünmek uygun olacaktır. Böylece hattımız mevcut karayoluna paralel olarak Çağış Yerleşkesi'ne kadar devam edecektir. Planlanan güzergahın ikinci durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.7'de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.7: İkinci durak noktası

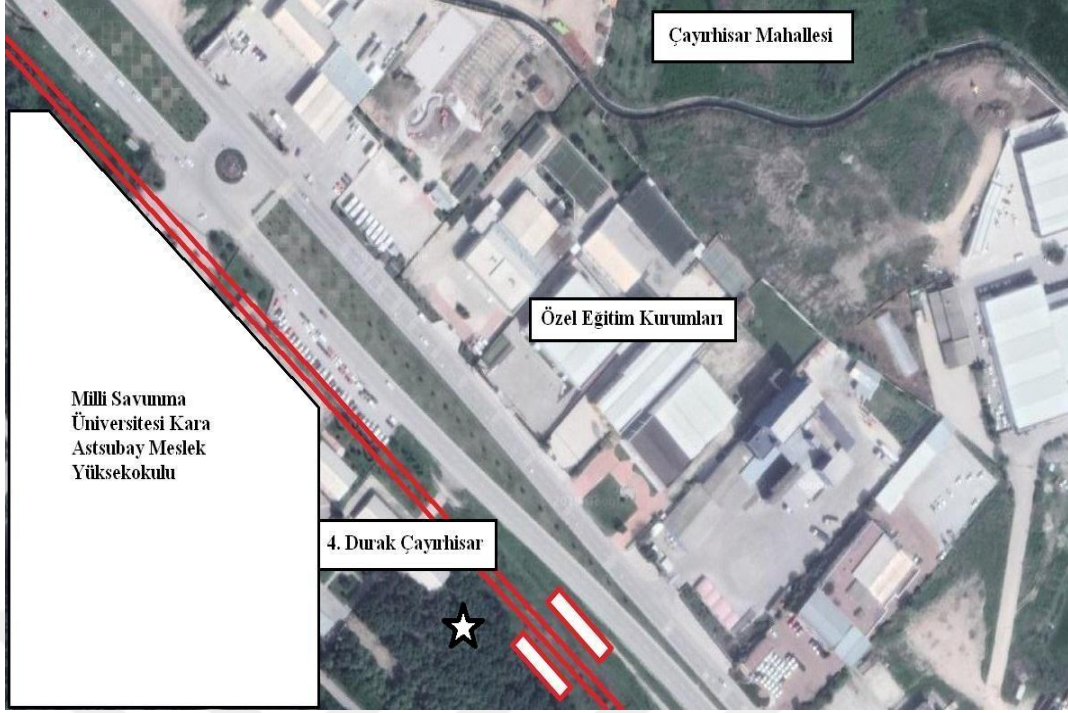
Üçüncü durak noktası olarak düşünülen alan Adliye Kavşağı'nı geçtikten sonra Balıkesir Adliye'si ile alışveriş merkezi arasında yer alacaktır. Güzergâhın (Km 3+900) noktasında bulunan bu durağa, Balıkesir Adliyesi, bir adet özel hastane, bir adet süt ürünleri fabrikası, yeni hizmete giren bir adet alışveriş merkezi ve Balıkesir Şehir Hastanesi erişim mesafesindedir. Ayrıca Bahçelievler Mahallesi'ne bağlantıyı sağlayan Savaştepe Caddesi'de bu durak noktasının çok yakınındadır.

Birbirinden farklı seyahat alışkanlıklarına sahip yolcuları çeken bu nokta, hattın yolcu kapasitesi açısından önemli bir noktadır. Balıkesir Şehir Hastanesi ve özel hastane ile ev-sağlık nitelikli yolculukları çeken bu durak, Balıkesir Adliyesi ve süt ürünleri fabrikası gibi iş yerleri ile mesai saatlerinde hattın yoğunlaşmasını sağlamaktadır. Planlanan güzergahın üçüncü durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.8’de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.8: Üçüncü durak noktası

Dördüncü durak güzergâhın (Km 5+150) noktasında bulunan ve Astsubay Meslek Yüksekokulu’nu kapsayan duraktır. Bu durakta askeri öğrenciler, özellikle hafta sonları kent merkezine toplu taşıma araçları ile yolculuk yapmaktadırlar. Bu durak güzergâhın hafta sonları düşen yolculuk sayılarını canlandıran önemli bir duraktır. Ayrıca bu durak civarında pek çok otomobil firmasının satış ve servis merkezi bulunmaktadır. Otomobil alışverişleri ve bakımı için hafta sonu ve mesai saatleri dışında insanlar bu hatta yolculuk yapmaktadırlar. Yine bu nokta son yıllarda Bahçelievler sınırından itibaren yoğun yerleşim yerlerinin bulunduğu Çayırhisar Mahallesi’nin konut gelişim bölgesinde kalmaktadır. Muhtemelen yakın gelecekte konut sektörünün en yoğun ilgi göstereceği bölgelerden biri olacak olan bu alan, bahsettiğimiz durağın erişim sınırları içerisinde kalmaktadır. Raylı sistemin hayata geçmesi ile bu bölgede konut sektöründeki hareketin artması beklenmektedir. Planlanan güzergahın dördüncü durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.9’de gösterildiği gibidir.



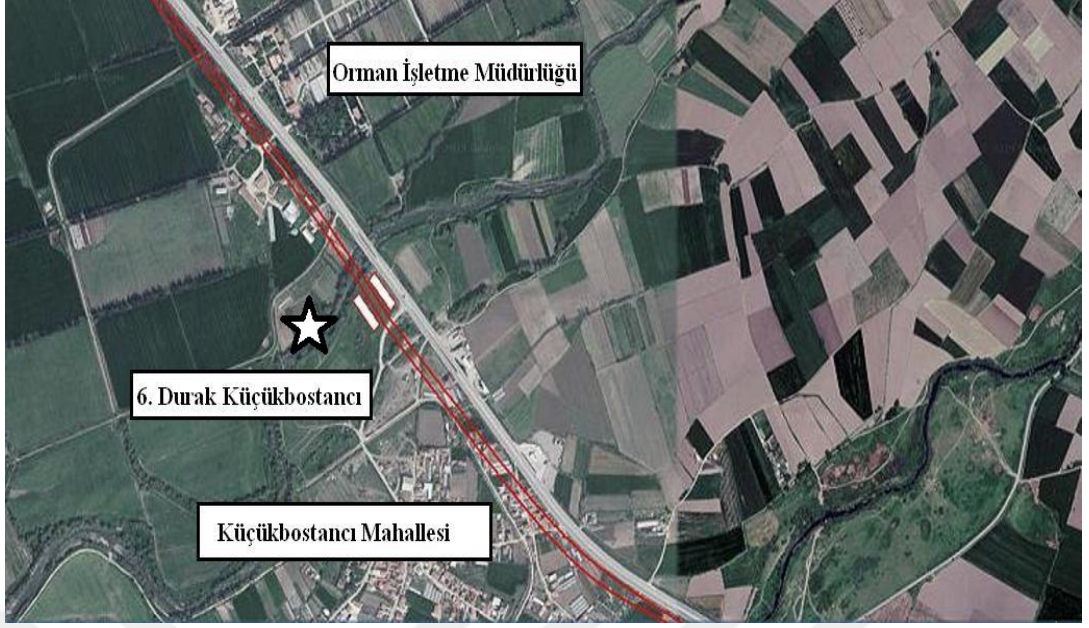
Şekil 4.9: Dördüncü durak noktası

Beşinci durak hattın (Km 6+800) noktasında, Devlet Su İşleri Şube Müdürlüğü ve lojmanları, bir adet fabrika ve aynı bölgedeki Askeri Hava Lojmanları'nı, kapsayacak şekilde planlanmalıdır. Bu noktada karayolu İzmir istikametine ve Bigadiç istikametine gidecek şekilde köprülü kavşak ile birbirinden ayrılmaktadır. Raylı sistemin inşası sırasında köprülü kavşakta düzenleme yapılması ve yapının raylı sistem geçişine uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bölgede Askeri Hava Lojmanları'ndan ve Devlet Su İşleri Lojmanları'ndan kent merkezine ev-okul, ev-iş şeklinde yolculuklar yapılmakta, mesai saatlerinde ise Devlet Su İşleri Şube Müdürlüğü ve sentetik fabrikasına ev-iş yolculukları yapılmaktadır. Son birkaç yıl içinde Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Daire Başkanlığı, tüm personeli, araç ve ekipmanları ile bu bölgeye taşınmıştır. Bu kurum da özellikle mesai saati içi iş yolculukları açısından bu durağı canlandırarak noktalardan biridir. Planlanan güzergâhın beşinci durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.10'da gösterildiği gibidir.



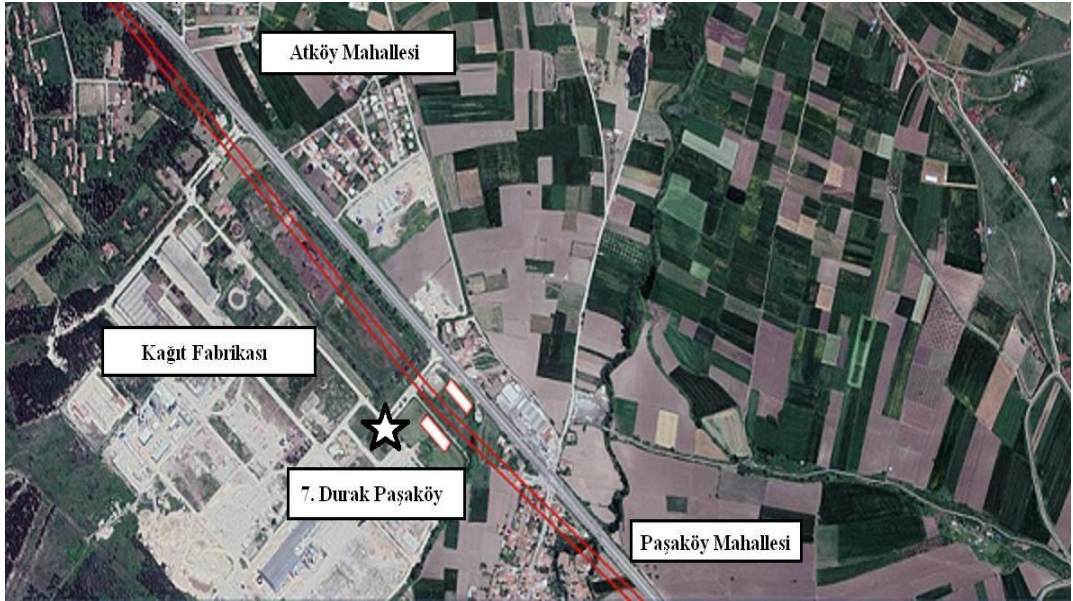
Şekil 4.10: Beşinci durak noktası

Altıncı durak (Km 8+200) Balıkesir Orman ve Su İşleri Şube Müdürlüğü ve Küçükbostancı Mahallesi'ni kapsayacak şekilde, planlanmalıdır. Orman ve Su İşleri Şube Müdürlüğü ile Küçükbostancı Mahallesi arasında yaklaşık bir kilometre kadar bir mesafe vardır. Bu ikisi arasında doğru planlanmış bir raylı sistem istasyonu bu iki noktaya da yürüyüş mesafesi içinde kalacaktır. Bu durak hem Orman ve Su İşleri Müdürlüğü'ne yapılacak mesai saatlerindeki yolculukları karşılayacak hem de Küçükbostancı Mahallesi'ni kent merkezine bağlayacaktır. Yine bu bölgede inşası devam eden özel okulda ilerleyen yıllarda bu durağın yolcu miktarını artırma potansiyeline sahiptir. Planlanan güzergâhın altıncı durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.11'de gösterildiği gibidir.



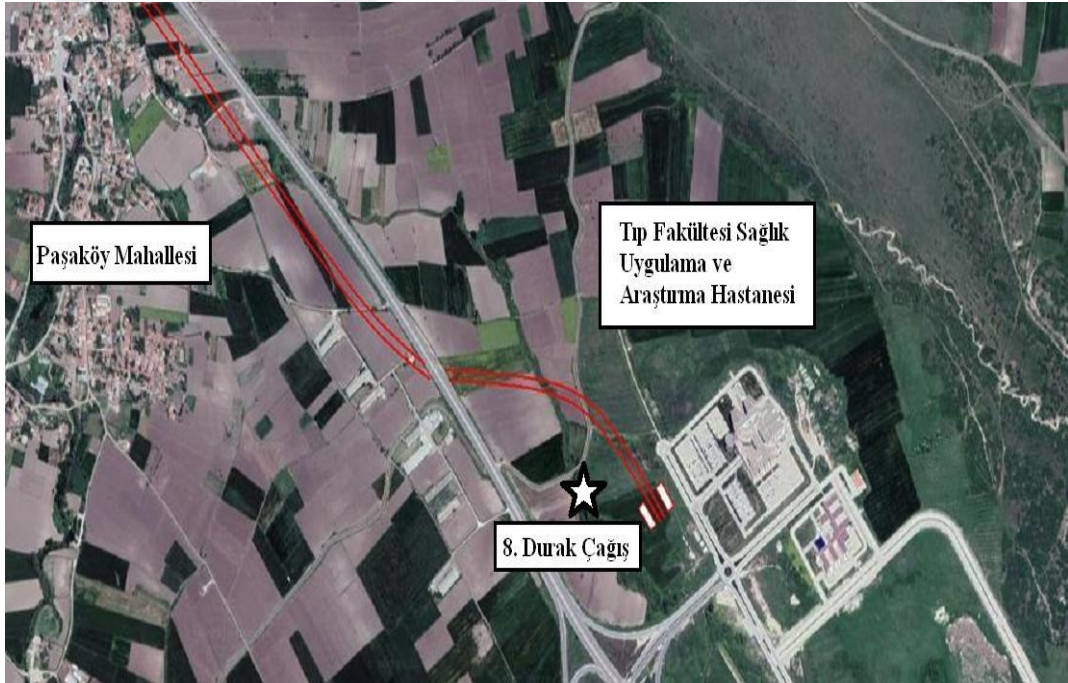
Şekil 4.11: Altıncı durak noktası

Yedinci durak noktası (Km 13+000) noktasında Atkøy ve Paşakøy mahallelerini ve kâğıt fabrikasını kapsayacak şekilde planlanacaktır. Bu mahalleleri kent merkezine bağlayacak olan istasyon, aynı zamanda kâğıt fabrikasında çalışacak personelin, kent merkezinden işe ulaşım ihtiyacını da karşılayacaktır. Planlanan güzergâhın yedinci durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.12’de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.12: Yedinci durak noktası

Sekizinci durak noktası (Km 17+000) aynı zamanda hattın son durak noktası olan Çağış Yerleşkesi istasyonudur. Bu istasyon Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesine en kolay ulaşımı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu noktaya kadar mevcut karayoluna paralel olarak devam eden raylı sistem hattı bu noktada karayolu ile kesişip Çağış Yerleşkesi sınırlarına geçecek ve hat Tıp Fakültesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nde son bulacaktır. Hattın karayolu ile kesiştiği noktada karayolu düzenlemesi yaparak karayolunu bir köprü yardımı ile zemin kotundan yukarı taşımak ve raylı sistem hattından ayırmak gerekecektir. Kent merkezinden hastaneye yolculuk yapacaklar ve kent merkezinden üniversiteye eğitim amaçlı yolculuk yapacaklar, ev-sağlık, ev-eğitim temelli yolculuklarını bu noktada sonlandıracaklardır. Bu noktadan sonra Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'ne gelen yolcular en kısa yoldan hastaneye ulaşırken, eğitim amacıyla üniversiteye gelen diğer yolcular, raylı sistemi destekleyecek şekilde hayata geçirilmesi gereken yerleşke içi otobüs hattıyla, bisikletle veya yaya olarak yerleşke içi yolculuklarına devam edeceklerdir. Planlanan güzergâhın sekizinci durak noktasına ait uydu görüntüsü Şekil 4.13'de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.13: Sekizinci durak noktası

4.3.3 Güzergâhın Jeolojik Yapısı ve Depremsellik

Balıkesir Ovası'na topografik olarak mevcut görünümünü veren en önemli unsur Susurluk Nehri ve bu nehrin uzantısı niteliğindeki kolların faaliyetleridir. Batı Anadolu'da Marmara Bölgesi'nin güney bölümünde Edremit-İvrindi ovalarıyla birlikte batı doğu doğrultulu bir graben hattı üzerinde bulunan Altiyül, Karesi İlçesi ile birlikte Balıkesir ile anılan verimli ovayı batıdan sınırlayan düz sırtlı tepelerin yamacında, eteklerinde ve düzlükte kurulmuştur. Balıkesir Ovası eski temel dağlar üzerinde, çevresindeki kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu fay çizgisinin belirtildiği gibi çöküntü ile meydana gelmiş ve tabanı kuvaterner birikintileriyle örtülmüş bir ovadır [17]. Tarım için uygun olan bu arazi gevşek bir zemine sahiptir.

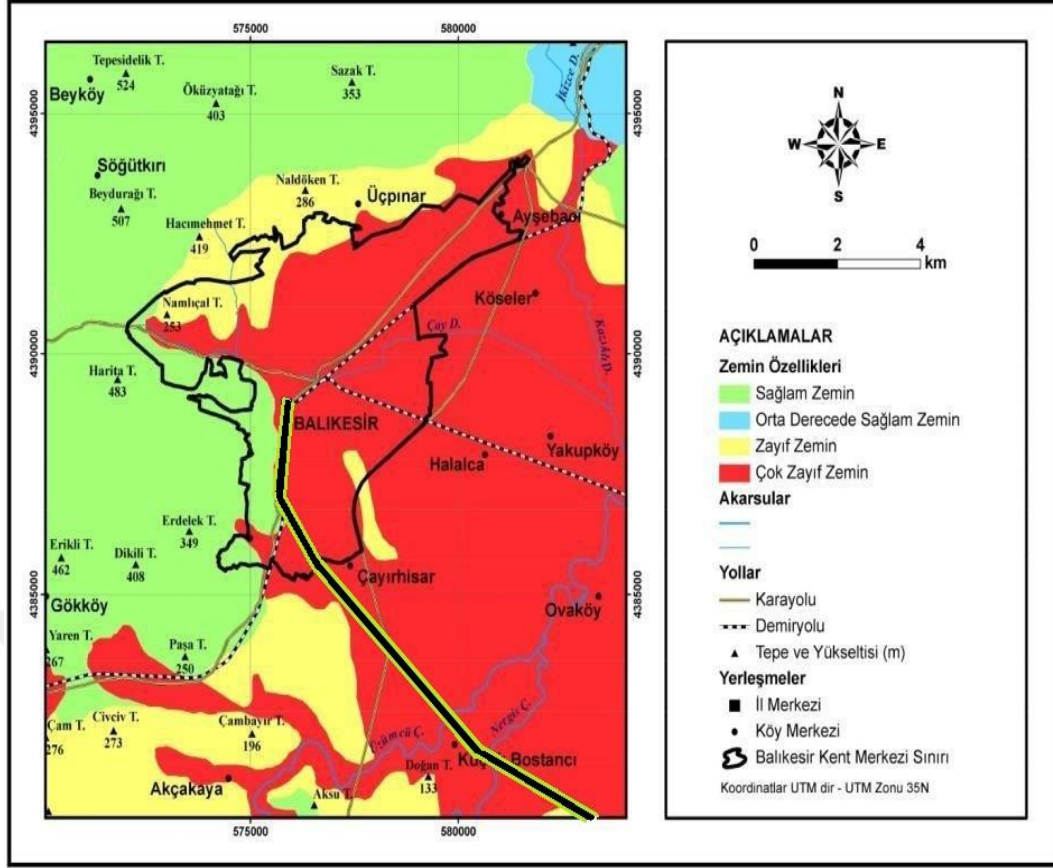
Altiyül-Karesi (Balıkesir) Kentlerinin İmar Planına Esas Jeolojik ve Jeoteknik Etüdü yapılmış olup bu etüde Balıkesir İli 9 bölgeye ayrılmış olup her bölgede sondaj, araştırma çukuru ve jeofizik ölçümler ile çalışma yapılmıştır. Paşaköy civarı 3. Bölge olarak adlandırılmıştır. Buna göre bölgede eğimin 0 – %10 aralığında olduğu, jeolojik olarak Hallaçlar volkanitlerine ait ayrılmış tüf, aglomera, Bornova Filişleri Rezüdüeli, Soma Formasyonuna ait ayrılmış killeşmiş tüf, kıltaşı, kumtaşı ve Alüvyon birimlerinin bulunduğu alan olduğu anlaşılmıştır [17]. Bu jeolojik yapılar detaylı bir şekilde irdelenmiş ve inşaat çalışmaları sırasında alınması gereken önlemler belirtilmiştir. Buna göre inceleme alanında alüvyon heterojen özellikte ve yanal-düşey yönde farklılık gösterdiğinden, alüvyonda, Soma Formasyonu, Hallaçlar Volkanitleri ve Bornova Filişlerinin tümüyle ayrılmış killeşmiş birimlerinde yapılan oturma ve şişme hesaplarında oturma, şişme problemleri belirlendiğinden zemin etüt çalışmalarında yapılaşma öncesi planlanacak yapı cinsi ve yükü dikkate alınarak mühendislik parametreleri (şişme, oturma, taşıma gücü ve sıvılaşma) ayrıntılı olarak irdelenmeli gerek görülmesi halinde zemin iyileştirme yöntemleri belirlenmelidir. Alüvyon kısımlar zemin sıvılaşması riski taşımaktadır [17].

Bu bölgede yüzey ve atık suların yapı temellerine ulaşmasını engelleyecek drenaj sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Derin kazılarda oluşacak şevler açıkta bırakılmamalı, istinat yapıları ile desteklenmelidir. İnceleme alanında ve yakınında gözlenen tüm dereler için planlama öncesi DSİ görüşü alınmalı bu görüş

doğrultusunda planlamaya gidilmelidir. Temel tip, temel derinliği ve yapı yüklerinin taşıttırılacağı seviyelerin mühendislik parametreleri (şişme, oturma, taşıma gücü hesabı, zemin sıvılaşma analizi) temel ve zemin etüt çalışmalarında irdelenmeli, alınacak mühendislik önlemleri belirlenmelidir [17].

Çalışma yaptığımız güzergâh, kentin tamamında olduğu gibi AFAD tarafından yayınlanan güncel deprem bölgeleri haritasına göre 1. derece deprem bölgesi içerisinde kalmaktadır. Ancak Balıkesir ovası ve çevresinde mevcut diri fay hatları incelendiğinde kent merkezi üzerinde büyük fay hatlarına rastlanılmamaktadır. Bölge kuzeyden Kuzey Anadolu Fay Hattı ile güneyden Ege Graben sistemleri gibi büyük fay sistemlerinin etkisi altındadır [17].

Balıkesir Kent Merkezi ve yakın çevresinin zemin özellikleri Şekil 4.14'de verildiği gibidir. Çalışmamıza konu güzergâhta arazinin birinci derece deprem bölgesinde kalıyor olması, arazinin çok zayıf zemin özelliği taşıyor olması ve kentin fay hatları ile çevrilmiş olması sebebiyle inşaat çalışmaları birinci derece deprem bölgesinin getirdiği bütün asgari koşulları sağlayacak şekilde yürütülmelidir. Nebati toprak sıyrılarak proje çalışma kotlarına gelene kadar gerekli sıkıştırma işlemleri yapılmalı ve gereken bölgelerde sert zemin dolgu çalışmaları yapılarak oturmaların önü alınmalıdır. Büyük şevler mümkün olduğunca istinat duvarları ile desteklenmelidir.



Şekil 4.14: Balıkesir Kent Merkezi ve yakın çevresinin zemin haritası (Zemin sınıflaması için Erinç ve diğerleri 1970'den esinlenilmiştir.) [20]

4.3.4 Güzergâhın Hidrolojik Yapısı ve Eğim

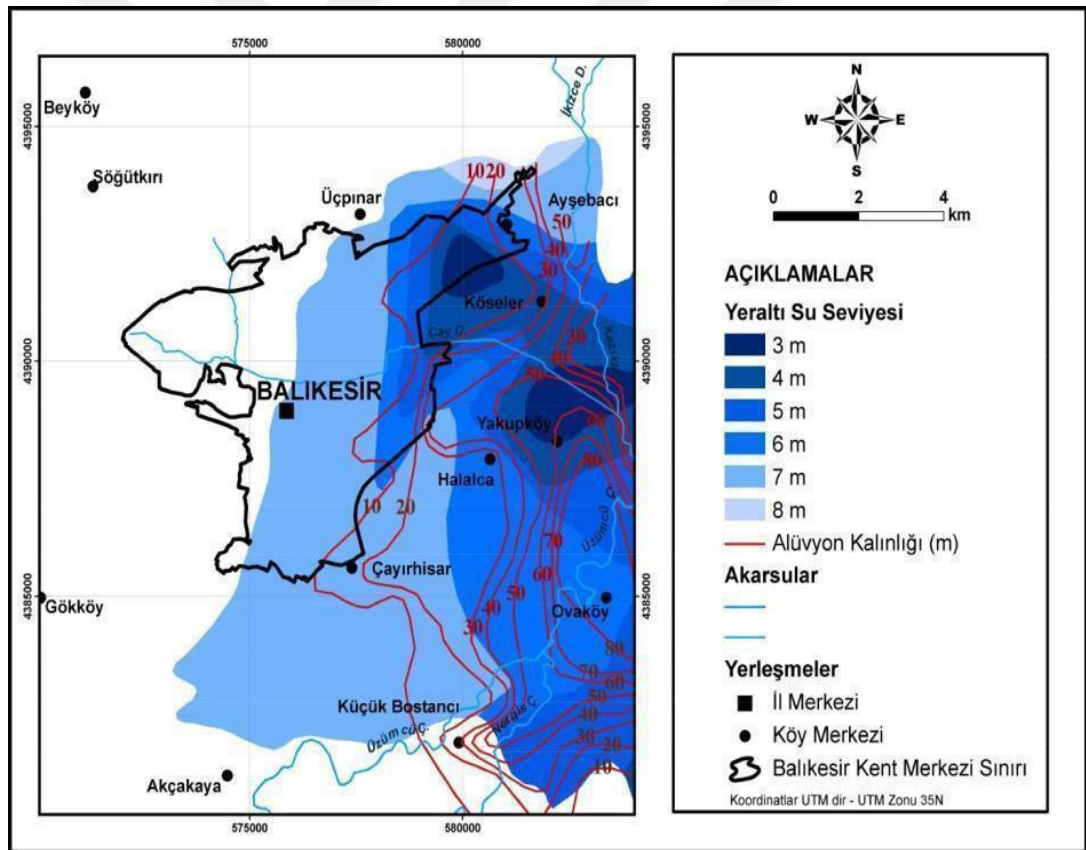
Altıeylül ilçesi batı kısımları haricinde genel olarak düzlük bir araziye sahip olup denizden yükseklik ortalama olarak 130 m civarındadır. Çalışma yaptığımız güzergâhta eğim batıdan doğuya doğru azalmaktadır [17]. Yüzeyin ortalama eğim değerleri kentin diğer bölgelerine göre düşüktür. Bu durum esasen havalimanı, demiryolu, otoyol gibi büyük projeler için avantajlı olduğu gibi bazı yönlerden de dezavantajları mevcuttur.

Balıkesir ve yakın çevresinin yer altı su seviyesi ve alüvyon kalınlığının değişimi Şekil 4.15'te verildiği gibidir. Kentin tamamında yer altı su seviyesi 3 ile 8 metre aralığında değişmekte olup, çalışmamıza konu güzergâhta ise yer altı su seviyesi ve alüvyon kalınlığı, kent merkezinden, Çağış Yerleşkesi'ne doğru gittikçe genel olarak artış eğilimindedir. Bu durum zeminde zemin sıvılaşması riskini

arttırdığı gibi olası bir depremde suya doygun alüvyon tabakaların kayma ve göçme gibi etkilere maruz kalmasına sebep olmaktadır.

Ayrıca yağışların mevsimsel olarak arttığı, sonbahar ve kış aylarında, yer altı suları da beslenmekte ve su seviyesi azami olarak artış göstermektedir. Yaz aylarında ise yer altı su seviyesi tekrar düşüşe geçmektedir. Bu sebeple hem inşaat hem de kullanım aşamasında zemin güvenliğinde iklimsel faktörlerin etkisi de göz önüne alınmalıdır.

Güzergâhın yüzey eğiminin düşük olması ise drenaj açısından olumsuz bir durum teşkil etmektedir. Hattın düz olması drenaj için kazı derinliğini arttırmakta, doğal arazi eğiminden yararlanarak drenaj kotlarını belirleme kolaylığına izin vermemektedir.



Şekil 4.15: Balıkesir Kent Merkezindeki yer altı su seviyesi ve alüvyon eş kalınlık haritası (Aktimur ve Diğerleri 1994'den düzenlenmiştir.) [20]

4.3.5 Güzergâhtaki Mevcut Yolculukların Karakteristik Özellikleri

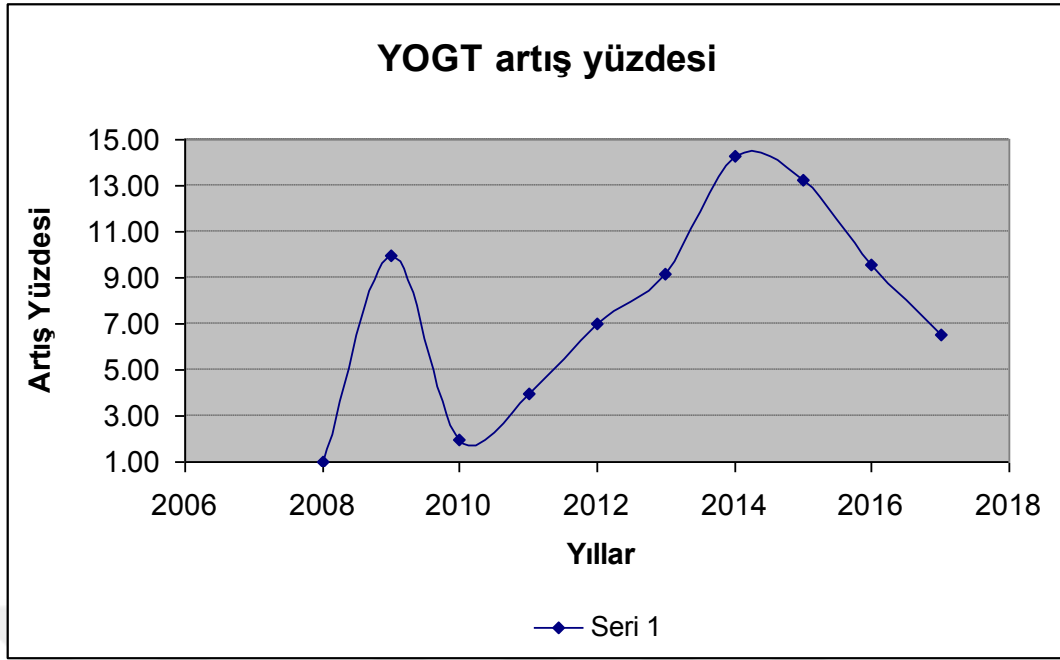
Güzergâh üzerinde mevcut olan toplu taşıma yolculukları hattın kapasitesini ve özelliklerini tanımamıza yardımcı olmaktadır. Hat üzerinde çalışmakta olan belediye otobüsleri iki farklı güzergâhta hizmet etmektedir. Bunlardan ilki Kredi Yurtlar Kurumu ve Çağış Yerleşkesi arasında çalışan 22KY numaralı otobüs hattı diğeri ise kent merkezinden Çağış Yerleşkesi'ne kadar yolcu taşıyan 22K numaralı otobüs hattıdır. Bu hatlar sabah 06.00 ve gece 00.00 saatleri arasında yolcu taşımaktadırlar. Hatların en yoğun olduğu saatler kent merkezinden Çağış Yerleşkesi yönünde 08.00 – 09.00 saatleri arası, Çağış Yerleşkesi'nden kent merkezi yönünde ise 16.00 – 17.00 saatleri arasındadır. Yıl içerisinde eğitim öğretim faaliyetlerinin devam ettiği dönemlerde yolcu sayıları yüksek yaz aylarında ise yolcu sayıları düşük seyretmektedir. Yıl içerisinde farklı aylarda yaptığımız gözlemler ve yolcu sayımlarında Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yolculuk sayılarının çok düştüğü anlaşılmaktadır. Bunun en önemli sebebi yaz aylarında eğitime verilen aradır.

Güzergâh üzerinde mevcut bulunan ve lastik tekerlekli taşıtlar ile yapılan yolculukların karakteristiğini incelemek ve yorumlamak güzergâhı tanımak adına önemli bir adımdır. Bunun için çalışma güzergâhımızda Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olan trafik sayımlarından yararlanılmıştır. Güzergâhımız üzerindeki trafik sayımları Tablo 4.2'de verildiği gibidir. Bu sayımlar sabit veya geçici taşıt sayım ve sınıflandırma istasyonları aracılığıyla yapılmaktadır. Yapılan sayımlar sonucu elde edilen YOGT değerleri karayolu projelerinde proje trafiğini tespit etmek ve karayolu politikalarında karar vermeye yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. Yaptığımız raylı sistem fizibilite çalışmasında kapasite yeterliliği açısından doruk saatlerdeki azami yolcu sayıları dikkate alındığı için YOGT değerleri kapasite yönünden karar verme aşamasında kesin veriler oluşturmamaktadır. Ancak konumuza esas güzergâhtaki mevcut yolculuk davranışlarını tanımak ve günlük yolculuk miktarlarını tespit etmek noktasında ilerleyen bölümlerde kullanacağımız önemli bir veri niteliği taşıyacaktır. 2004 – 2016 yılları arasında güzergâhtaki YOGT değerleri incelendiğinde 2005, 2006 ve 2008 yılları haricinde diğer yıllarda YOGT değerlerinin sürekli artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum yıllar içerisinde hattı kullanan taşıt sayısının arttığını ve

hattın trafik yoğunluğu açısından gelişmekte olduğunu göstermektedir. Otomobil yolculuklarına baktığımızda ilk yıllarda otomobil geçiş sayılarının inişli çıkışlı bir grafik sergilediği, 2010 yılından sonra ise sürekli olarak artış gösterdiği görülmekte bu veriden hat üzerinde yapılan bireysel yolculukların artış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Mevcut durumda güzergâhtaki toplu taşıma ile yolculukların çok büyük bir kısmını karşılayan belediye denetimli özel halk otobüsleri orta yüklü ticari taşıt sınıfına girmektedir. Yine hat üzerinde özel okullara servis yapan minibüslerde bu sınıfa girmektedir. Hattın yolcu sayısı açısından yükünü çeken orta yüklü ticari taşıt sayısı hat üzerinde çalışan otobüs sayılarının yıllar içinde azalış göstermesi ile artarak bugüne ulaşmıştır. Hat üzerindeki otobüs ve kamyon sayıları yıllar içinde azalırken güzergâhtaki varış noktalarının çeşitlenmesi ile diğer ağır taşıt sayıları artış göstermiştir. Bu haliyle güzergâh genel olarak otomobil, minibüs ve belediye denetimli özel halk otobüslerinin yoğun olarak kullandığı bir güzergâh olup son yıllarda kent içi yol özelliği göstermeye başlamıştır.

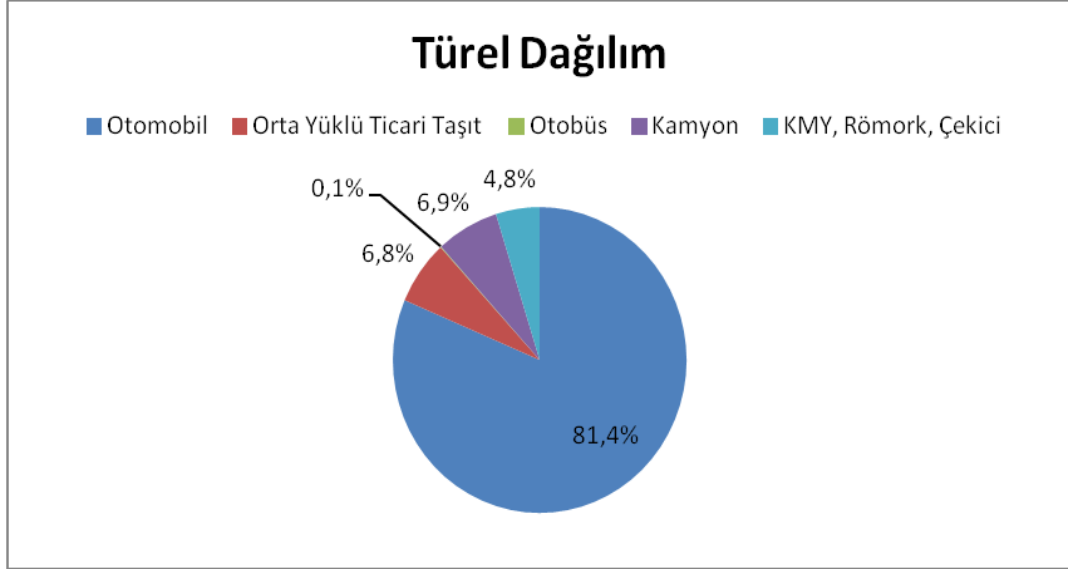
Tablo 4.2: Güzergahtaki yolculukların yıllar içindeki değişimi [21]

Yıllar	YOGT	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	KMY,Römork,Çekici
2017	6102	4967	415	5	421	294
2016	5730	4698	304	6	482	240
2015	5229	4254	290	4	454	227
2014	4617	3703	275	5	429	205
2013	4041	3233	244	4	386	174
2012	3702	2657	264	4	619	158
2011	3465	2448	236	5	625	151
2010	3316	2389	237	6	610	71
2009	3251	2392	271	5	525	58
2008	2957	2090	277	6	534	50
2007	3010	2114	316	6	540	34
2006	2684	1792	301	33	538	20
2005	3209	2218	383	11	581	16
2004	3874	2646	491	63	642	32



Şekil 4.16: Son 10 yılda YOGT artış yüzdesi

Son 10 yılda güzergahta gerçekleşen YOGT artış yüzdeleri Şekil 4.16'da verildiği gibidir. Bu değerler incelendiğinde son 10 yılda hat üzerinde yolculuk yapan taşıt sayısında yıllık ortalama %7,67 oranında artış yaşandığı anlaşılmaktadır. Bu artış oranı daha çok gelişmekte olan ülkelerde görülen ve henüz tam kapasiteye ulaşmamış yollarda karşılaşılan bir orandır. Bu oran bize ilerleyen yıllarda güzergah üzerinde yolculuk yapan taşıt sayısının artmaya devam edeceğini göstermektedir.



Şekil 4.17: Güzergahtaki türel dağılım

Güzergah üzerinde yolculuk yapan taşıtların 2017 yılına ait türel dağılımı Şekil 4.17’de verildiği gibidir. Güzergah üzerindeki taşıtlar içinde otomobilin oran olarak büyük bir üstünlüğü vardır. Otomobilin ardından hattı en çok kullanan araçlar kamyon ve orta yüklü ticari taşıtlardır. Güzergahta toplu taşıma amacıyla hizmet veren belediye denetimli özel halk otobüsleri de orta yüklü ticari taşıt sınıfına girmektedir. Türel dağılım grafiğinden de anlaşılacağı üzere hat üzerinde trafik sıkışıklığına sebep olabilecek taşıt türü otomobillerdir. Hat üzerinde trafiğin geleceğe yönelik rahat ve sağlıklı bir gelişim sürecine girebilmesi için otomobil kullanıcılarının toplu taşıma kullanmasını sağlayacak önlemlerin şimdiden alınması gerekmektedir.

4.3.6 Güzergâhta Yolculuk Tahmini

Hemen hemen tüm kentlerde trafik sıkışıklıklarının çözümünde kullanılan otobüsler belirli bir yolculuk talep düzeyine kadar ihtiyacı karşılamaktadırlar. Ancak talep miktarı ve talep sıklığı arttıkça otobüs seferleri yetersiz gelmeye başlamakta bu noktada otobüsü besleyen diğer toplu taşıma araçları ve otobüs sefer sayıları çoğaldıkça dur-kalk artmakta, trafik seyir hızı düşmekte, bir yandan aşırı doluluk oranı yolculuk konforunu düşürürken diğer taraftan daha çok noktada trafik tıkanıklıkları ortaya çıkmaktadır.

Bu noktada ilk akla gelen çözümlerden biri aynı anda daha çok yolcu taşıma kapasitesine sahip olan kent içi raylı sistem projeleridir. Bir raylı sistem projesinin hayata geçebilmesi için gerekli en önemli etken ise kapasite şartıdır. İlk yatırım maliyetleri lastik tekerlekli sistemlere göre oldukça yüksek olan işletme masrafları ise ancak belirli bir yolcu kapasitesinin üzerindeki hatlarda yolcu başına lastik tekerlekli sistemlerden düşük olan raylı sistemlerde işletme safhasında ekonomik sıkıntılar yaşamamak için planlanan hatta yeterli sayıda yolcunun bulunup bulunmadığını dikkatli bir şekilde etüt etmek gerekir. Bunun için raylı sistem planlanan güzergâhta var olan yolculuk kapasitesinin belirli bir değere ulaşması gerekir. Hat üzerinde bulunan yolculukların bu değere ulaşip ulaşmadığı fizibilite raporları ile belirlenmektedir. Hat üzerinde mevcut olan yolculuk değerleri doğru değerlendirildiği zaman hat için en uygun toplu taşıma sistemi belirlenmiş olacaktır. Eğer hat üzerinde yapılan toplu taşıma yolculuk miktarı hatta hizmete sunulan toplu taşıma türüne göre düşük bir değerse yapılan yatırımın kullanım oranı azalacak, projenin işletme masrafları arttığı gibi, yatırımda atıl duruma düşecektir. Eğer mevcut toplu taşıma yolculuk miktarı, hatta hizmete sunulan toplu taşıma türünün karşılayabileceği yolculuk miktarından fazla ise de bu defa hatta bulunan ulaşım sorunu istenildiği şekilde çözülememiş olacak, yolcu kapasitesinin tamamı karşılanamadığı için yolculukların bir kısmı başka toplu taşıma sistemlerine kayacak ve trafik sorunu yine çözülemeyecektir. Dolayısıyla raylı sistem projelerinin başarıya ulaşabilmesi için en önemli etken sağlıklı hazırlanmış bir fizibilite raporu ve bu raporda belirlenen kapasite değerleridir.

Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanan Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (2001 – 2005) kent içi raylı sistem yapımı için basit bir kapasite kriteri getirilmiştir. Buna göre raylı sistem projeleri öncelikle nüfusu 1 milyonun üzerindeki kentlerde yüksek yolculuk taleplerinin olduğu hatlarda hayata geçirilmesi uygun görülmüştür [22]. Bu sınırlama uygulamada nüfusu bir milyonu geçmeyen ancak trafik yönünden yoğun koridorlara sahip kentleri kısıtlayıcı niteliktedir. Bu sebeple Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda (2007 – 2013) bu katı sınırlama değiştirilmiş ve kent içi raylı sistem projeleri için, sistemin işletmeye açılmasının öngörüldüğü yılda doruk saatte tek yönde 15000 yolcu/saat yolculuk talebinin oluşacağı koridorlar için raylı sistem projeleri uygun görülmüştür [23]. Bu uygulama kriterinde kentin genel nüfusundan çok, raylı sistemin düşünüldüğü koridor üzerinden kısıtlama getirilerek

daha akılcı bir planlamanın önü açılmıştır ancak bu planda da raylı sistemler türlerine göre ayrılmamış ve genel hatlarıyla raylı sistemlerin hepsi bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Onuncu Kalkınma Planı'nda (2014 – 2018) ise kent içi ulaşımında önceliğin otobüs, metrobüs ve benzeri sistemlere verileceği bu sistemlerin yetersiz kaldığı güzergâhlarda raylı sistemlerin alternatiflerinin değerlendirileceği belirtilmiş, raylı sistem yatırımlarında işletmeye açılması beklenen yıl için esas alınacak asgari doruk saat tek yön yolculuk talebinin tramvay sistemleri için 7000 yolcu/saat, hafif raylı sistemler için 10000 yolcu/saat, metro sistemleri için 15000 yolcu/saat olarak esas alınacağı belirtilmiştir [24]. Uygulamadaki bu son plan ile raylı sistem türlerinin hepsi için aynı sınır değerlerin alınmasından vazgeçilmiş, raylı sistem alt türlerine göre ayrı ayrı yolculuk kapasitesi sınır değerleri getirilmiştir. Dolayısıyla çalışma yaptığımız güzergâh olan Balıkesir Kent Merkezi, Çağış Yerleşkesi hattı hafif raylı sistem projesinin hayata geçebilmesi için doruk saatte tek yönde en az 10000 yolcu kapasitesini sağlamalıdır. Öyleyse güzergâhın hafif raylı sistem açısından verimli olup olmadığını anlamak için doruk saatlerde taşınan yolcu sayısını belirlemek gerekecektir. Bölüm 4.3.5'te verilen ve Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilmiş olan YOGT değerleri karayolları tasarımı için gerekli olan proje trafiğinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu değer bize yıllara bağlı olarak araç trafiğinde yaşanan değişimleri görmemiz için sağlıklı bir veri sunmaktadır. Raylı sistem kapasite koşulunu kontrol etmek için ise YOGT değerleri yerine, tek yönde doruk saatte gerçekleşen azami yolculuk miktarını tespit etmek gerekmektedir. Bu sebeple daha önceki bölümlerde belirtmiş olduğumuz istasyon yapılması planlanan noktalarda göz önüne alınarak hat üzerinde 8 farklı noktada azami yolculukların yapıldığı saatlerde araç sayımları yapılarak yaklaşık olarak doruk saat yolculuk sayılarına ulaşılmaya çalışılmıştır. Sayımlar hata miktarı azaltılmak için hafta içi farklı günlerde yapılmıştır. Yaptığımız sayımlarda tespit etmiş olduğumuz araçların doluluk miktarları Tablo 4.3'de verildiği gibi kabul edilmiştir. Doluluk miktarları araçların azami yolcu kapasiteleri değildir. Bu doluluk miktarları her güzergâhın kendi karakteristik özelliklerine göre değişiklik göstermektedir ve hattımız üzerinde yapmış olduğumuz taşıt doluluk oranları gözlemleri neticesinde belirlemiş olduğumuz miktarlardır.

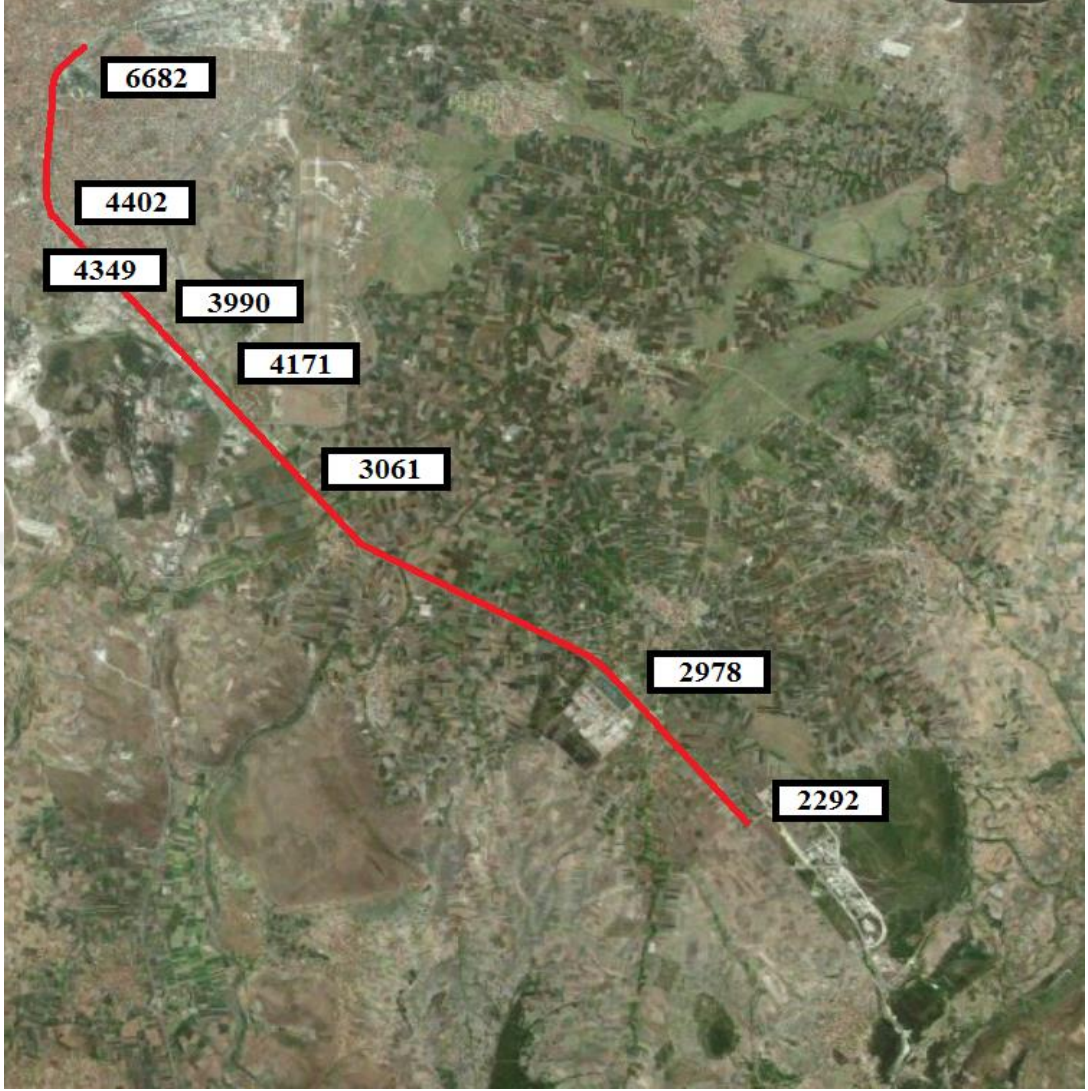
Tablo 4.3: Taşıt doluluk miktarları (kişi)

Taşıt Türü	Otomobil	Dolmuş	Otobüs	Körüklü Otobüs	Kamyon-Kamyonet
Güzergâh Gözlemleri Neticesinde Kabul Edilen Doluluk Miktarı	1,75	15	45	50	1,5

Kent merkezi – Çağış Yerleşkesi arasında yapılan yolculuk miktarları gerek mesai saati başlangıcı olması gerekse ders saati başlangıcı olması sebebiyle sabah 08.00 – 09.00 saatleri arası zirve değerlere ulaşmaktadır. Yolcular akşam Çağış Yerleşkesi'nden kent merkezine dönüşler için ise daha esnek saatler kullanmakta çoğunlukla insanların eve dönüş saatleri birbirinden farklı olmaktadır. Bu nedenle zirve saat yolculuk miktarı tespitlerinde sabah yapılan yolculuk miktarları esas alınmıştır. Yukarıda yapmış olduğumuz kabuller doğrultusunda Balıkesir Kent Merkezi – Çağış Yerleşkesi arası 8 farklı noktada tek yönde yapılan yolcu sayımları Tablo 4.4'te gösterildiği gibidir.

Tablo 4.4: Peron noktalarında zirve saatte geçen yolcu miktarları (2018)

Peron No	Peron İsmi	Otomobil	Dolmuş	Otobüs	Körüklü Otobüs	Kamyon, Kamyonet	Zirve Saat Yolcu Miktarları
1	Gar	1090	154	50	0	143	6682
2	Plevne	850	71	38	0	93	4402
3	Hastane	978	57	36	1	75	4349
4	Çayırhisar	862	55	32	1	111	3990
5	DSİ	914	40	38	1	141	4171
6	Küçükpostancı	646	39	27	0	87	3061
7	Paşaköy	620	28	31	0	52	2978
8	Çağış	432	9	31	0	4	2292



Şekil 4.18: Peronlardaki doruk saat yolcu miktarları

Sekiz farklı kesitte yaptığımız gözlemler neticesinde elde ettiğimiz taşıt sayım sonuçları çalışma yaptığımız güzergâhın henüz hiçbir noktada hafif raylı sistem için yeterli yolcu sayısını sağlamadığını göstermektedir. Ancak güzergah üzerinde geçmiş yıllardan bu yana yapılan YOGT ölçümlerinden anlaşıldığı üzere güzergahtaki yolculuk miktarları her yıl artış göstermektedir (bkz. Tablo 4.2). Bu nedenle güzergahın hafif raylı sistem projesi için kapasite şartını ne zaman sağlayacağını incelemek gerekmektedir.

Bilgisayar programı yardımıyla doğrusal regrasyon analizi yöntemini kullanarak hattın gelecekteki zirve saat yolculuk miktarlarını tespit etmek mümkündür. Bir adet bağımlı bir adet bağımsız değişken kullandığımız analizde

bağımlı değişken olarak güzergahta yapılan saatlik yolculuk sayısını, bağımsız değişken olarak ise Çağış Yerleşkesi'nde öğrenim gören öğrenci sayılarını alırsak, üniversite öğrenci sayıları ve güzergahtaki yolculuk miktarı arasında bir denklem kurmak mümkün olacaktır. Buna göre analizdeki bağımsız değişkenimiz Balıkesir Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'ndan temin edilen Çağış Yerleşkesi'nde geçmişten bugüne kadar öğrenim gören öğrenci sayıları bağımlı değişkenimiz ise güzergahtaki 30. saatlik yolculuk miktarlarıdır.

Güzergahtaki zirve saat yolculuk sayılarının tespiti için Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından temin edilen YOGT değerlerinden yararlanmak mümkündür (bkz. Tablo 4.2). Buna göre saatlik proje trafiği denklemi aşağıdaki gibidir;

$$PST: K \cdot YOGT [25] \quad (4.1)$$

Bu denklemde K değerini tespit etmek gerekmektedir. Araştırmalar, kırsal yollarda 30.ST nin YOGT'in %12 – 18'i, kentsel yollarda ise YOGT'in %8 – 12'si arasında olduğunu ve bu değerin yıllara göre fazla değişmediğini göstermektedir Kent içi bir yolda trafik normal olarak işe gidiş saati olan sabah 08.00 – 09.00 arasında ve akşam ise işten dönüş saati olan 18.00 – 19.00 arasında yükselir ve maksimum değerlere ulaşır [25]. Bu açıdan çalışma yaptığımız güzergâhımızın günlük yolculuk özellikleri de kentsel yollara özgü özellikler göstermektedir. Bu nedenle güzergâhımızda K değeri kentsel yollara özgü K sınır değerleri içerisinde bir oran olan YOGT trafiğin %12'si olarak kabul edilmiştir. Buna göre Tablo 4.2'de verilen yıllık ortalama günlük trafik değerlerinin, güzergahımızda yaptığımız gözlemler neticesinde tespit etmiş olduğumuz taşıt cinslerine göre taşıt doluluk oranları ile çarpılması sonucu yıllık ortalama günlük yolcu sayıları bu yolcu sayılarının K değerleri ile çarpımı sonucunda ise proje trafiğine esas olan 30. saatlik trafik değerleri Tablo 4.5'de verildiği gibi elde edilmiştir. Böylelikle elde ettiğimiz 30. saatlik trafik değerleri bizim yolculuk tahmin analizinde kullandığımız bağımlı değişkenimizi oluşturmaktadır.

Tablo 4.5: Güzergahta proje trafiğinin yıllar içinde değişimi

Yıl	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	KMY, Römork, Çekici	Toplam Yolcu Sayısı	Tek Yön Yolcu Sayısı	K Katsayısı	Proje Trafığı
2008	2090	277	6	534	50	13143,5	6571,75	0,12	788,61
2009	2392	271	5	525	58	13440,5	6720,25	0,12	806,43
2010	2389	237	6	610	71	12612,25	6306,13	0,12	756,74
2011	2448	236	5	625	151	12778	6389	0,12	766,68
2012	2657	264	4	619	158	13935,25	6967,63	0,12	836,12
2013	3233	244	4	386	174	14017,75	7008,88	0,12	841,07
2014	3703	275	5	429	205	15931,25	7965,63	0,12	955,88
2015	4254	290	4	454	227	17366	8683	0,12	1041,96
2016	4698	304	6	482	240	18724,5	9362,25	0,12	1123,47
2017	4967	415	5	421	294	22464,75	11232,38	0,12	1347,89

Analizde kullanacağımız bağımsız değişkenimiz Çağış Yerleşkesi'nde öğrenim gören öğrenci sayılarıdır. Bu değer geçmiş yıllardan bugüne artmış ve bundan sonraki yıllarda da okulların öğrenci kapasitelerinin sürekli artması sonucu ve yeni yapılacak projeler neticesinde artmaya devam edecektir. Güzergahın yolculuk miktarlarını önemli ölçüde etkileyen bu değer Tablo 4.6'da verildiği gibidir.

Tablo 4.6: Çağış Yerleşkesi'nde yıllara göre öğrenci sayıları

		Yıllar									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Meslek Yüksekokullar	Balıkesir MYO	4134	3941	3743	4104	4346	4726	5238	5776	6454	5968
Yüksekokullar	Sağlık Yüksekokulu	-	-	-	-	615	798	894	1004	1066	1055
	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	-	-	-	-	-	762	891	949	1011	993
	Turizm İşletmecilik ve Otelcilik Yüksekokulu	1466	1510	1637	1721	1751	-	-	-	-	443
Fakülteler	Mühendislik-Mimarlık Fakültesi	2237	4159	2971	3376	3706	3995	4432	4967	5856	3420
	Mühendislik Fakültesi	-	-	-	-	-	-	-	-	231	1895
	Mimarlık Fakültesi	-	-	-	-	-	-	-	-	83	183
	Turizm Fakültesi	-	-	-	-	-	1712	1783	1899	1290	1407
	Fen-Edebiyat Fakültesi	3182	3617	4055	4247	4159	4068	4071	3639	3708	3662
	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	-	-	-	-	873	1013	1365	1620	1921	2217
	Tıp Fakültesi	-	41	95	159	239	322	403	429	504	561
	Veterinerlik Fakültesi	-	-	-	-	-	-	158	222	252	275
	Enstitüler	Fen Bilimleri Enstitüsü	358	432	440	499	588	846	992	1115	1138
Sosyal Bilimler Enstitüsü		335	356	346	472	604	824	1010	1083	1104	1130
Sağlık Bilimleri Enstitüsü		-	-	-	5	34	40	86	93	119	144
Toplam		11712	14056	13287	14583	16915	19106	21323	22796	24737	24739

Tablo 4.7: Çağış Yerleşkesi öğrenci sayılarındaki yıllara göre artış oranları

	Çağış Yerleşkesi Öğrenci Sayısı (kişi)	Çağış Yerleşkesi Öğrenci Sayısı Artışı (%)
2008	11712	-
2009	14056	20,01
2010	13287	-5,47
2011	14583	9,75
2012	16915	16,00
2013	19106	12,95
2014	21323	11,60
2015	22796	6,91
2016	24737	8,51
2017	24739	0,01
Yıllık Ortalama Büyüme		8,92

Çağış Yerleşkesi'nde öğrenim gören öğrenci sayılarındaki yıllık değişim oranı Tablo 4.7'de verildiği gibidir. Yerleşke nüfusu her yıl ortalama %8,92 oranında artan gelişime açık bir yerleşkedir.

Analizde kullanacağımız bağımlı değişkenimiz Tablo 4.6'dan gelen Çağış Yerleşkesi öğrenci sayıları toplamı, bağımsız değişken değerlerimiz ise Tablo 4.5'ten gelen proje saatlik trafiği değerleridir. Analiz girdilerimizi oluşturan bağımlı ve bağımsız değişkenlerimizin yıllar içindeki değişimi Tablo 4.8'de verildiği gibidir.

Tablo 4.8: Bağımlı ve bağımsız değişkenin yıllar içindeki değişimi

	Çalış Yerleşkesi Öğrenci Sayısı (kişi)	Proje Saatlik Trafiği (kişi)
2008	11712	788,61
2009	14056	806,43
2010	13287	756,74
2011	14583	766,68
2012	16915	836,12
2013	19106	841,07
2014	21323	955,88
2015	22796	1041,96
2016	24737	1123,47
2017	24739	1347,89

Bilgisayar programı ile yapmış olduğumuz regresyon analizi neticesinde elde ettiğimiz sonuçlar aşağıdaki gibidir. R ve R² değerleri, Anova ve Coefficients anlamlılık değerleri incelendiğinde Çalış Yerleşkesi'ndeki öğrenci sayısı ile güzergah üzerindeki yolculuk sayıları arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu Çalış Yerleşkesi'ndeki öğrenci sayılarındaki değişimin güzergah üzerindeki yolculuk miktarlarındaki değişimi açıklamakta yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	öğrencisayısı ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: yolculuksayısı

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,886 ^a	,785	,758	94,73783

a. Predictors: (Constant), öğrencisayısı

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	262017,025	1	262017,025	29,193	,001 ^b
	Residual	71802,058	8	8975,257		
	Total	333819,083	9			

a. Dependent Variable: yolculuksayısı

b. Predictors: (Constant), öğrencisayısı

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	287,003	122,088		2,351	,047
	öğrencisayısı	,035	,006	,886	5,403	,001

a. Dependent Variable: yolculuksayısı

Buna göre bu iki değişken arasındaki ilişki aşağıdaki denklemde gösterilmiştir. Bu denklemde y bağımlı değişkeni güzergah üzerindeki saatlik yolculuk miktarı olup bunu raylı sistem kapasite koşulu olan 10000 kişi/saat alırsak;

$$Y: 287,003 + 0,035 X \quad (4.2)$$

$$10000: 287,003 + 0,035 X \quad (4.3)$$

X: 277514,2 kişi olarak bulunur.

Bu durumda güzergahımızın hafif raylı sistem kapasite koşulunu sağlayabilmesi için Çağış Yerleşkesi öğrenci sayısının 277514 kişiye ulaşması gerekmektedir. 2017 yılı itibariyle bu değer 24739 kişidir. Çağış Yerleşkesi öğrenci sayılarının yıllık ortalama artış miktarı Tablo 4.7’de verildiği gibi olup yıllık % 8,92’ dir. Buna göre Çağış Yerleşkesi’nin öğrenci nüfusunun 277.514 kişiye ulaşacağını varsayıldığı yıl bizim için raylı sistem kapasite koşulunun sağlandığı yıl olacaktır. Bileşik faiz formülüyle bu değeri aşağıdaki gibi bulmak mümkündür;

$$X: 277.514: 24759 (1 + 0,089)^n \quad (4.4)$$

Denklem 4.4’ten n: 29 yıl çıkar.

Buna göre analize konu son bağımsız değişken verisinin ait olduğu yıl 2017 olduğu için güzergahımızda raylı sistem kapasite şartının sağlandığı yıl;

2017 + 29: 2046 yılıdır.

Hesaplarımızda raylı sistemin hizmete girmesi için gerekli kapasite şartının 2046 yılında sağlandığı sonucuna ulaşıldığında raylı sistem projesinin bu tarihten önce hayata geçmesi durumunda raylı sistem güzergahının iskan alanları açısından yeni cazibe merkezleri yaratması, öğrencilerin Balıkesir Üniversitesi’ni tercih etme oranını arttırması gibi etkileri neticesinde Çağış Yerleşkesi’ne yapılacak yolculuk miktarını beklenenden fazla arttıracak ve kapasite koşulunu bu tarihten önce de sağlayabileceği düşünülebilir. Böyle bir durumda belirlemiş olduğumuz normal trafik artışı değerinin yanında yaratılan trafik ve gelişme trafiği değerleri devreye girecek ve hat beklenenden önce yolcu şartını sağlayabilecektir. Ancak biz hesaplarımızda yolcu kapasitesi koşulunun projenin hizmete girdiği yıl sağlanması gerektiği şartı

sebebiyle bu etkileri hesaplamalarımıza yansıtmadık. Bunun yanında yine mevcut hatta alternatif olarak çalışan herhangi bir güzergâh olmadığı için saptırılan trafik değerleri de hesaplamalarımıza dahil edilmemiş beklenen trafik değeri olarak mevcut trafik ve normal trafik artışı dikkate alınmıştır.

Yaptığımız analiz çalışması neticesinde Çağış Yerleşkesi öğrenci sayıları ve Çağış Yerleşkesi saatlik yolculuk miktarı arasında kurmuş olduğumuz denklem bize Çağış Yerleşkesi'nin yıllık nüfus artışının sabit kalacağı koşuluyla hattın raylı sistem kapasite şartını 2046 yılında sağlayacağını göstermektedir. Bu durum projenin şu aşamada kapasite açısından yetersiz olduğunu göstermektedir. İlerleyen bölümlerde hattın ekonomik açıdan yeterliliği de sorgulanacak hat üzerinde olası bir raylı sistem projesinin ekonomik getirisi mevcut otobüs işletmesi ile kıyaslanacaktır.

4.3.7 Güzergâhta Gelecekte Beklentiler

Son birkaç yıl içerisinde bu güzergâhta hizmete giren yeni projeler yolcu sayılarında artışa sebep olmuştur. Bu projelerden bir tanesi 2017 yılında hizmete giren Şehir Hastanesi olup bu kurum güzergâh üzerindeki sağlık temelli yolculukları arttırmış ve kapanan Sigorta Hastanesi'nin yolcu yükünü de hattın bu noktasına taşımıştır. Yine 2017 yılında hizmete giren Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Hizmet Binası da hattın yolcu kapasitesini arttırıcı etki yapmıştır. Şehir Hastanesi'nin yakınına inşa edilen alışveriş merkezi ise 2018 yılında hizmete girmiş olup hat üzerindeki hafta sonu yolculuklarını önemli ölçüde arttıran bir cazibe merkezi olmuştur.

Kentin ulaşım açısından geleceğine bakacak olursak Balıkesir'in uzun yıllardır var olan büyüme süreci devam etmekte olup bu durum kentin merkez ilçelerini dış çeperlerine doğru genişletmektedir. Altıeylül ve Karesi merkez ilçelerinin yan yana konumları ve birbirleriyle hem sosyal hem ticari yaşantı anlamında bir bütün olmaları aralarındaki trafik geçişlerinin son derece soyut olması ilerleyen yıllarda da bu ilçelerinin beraber büyüyeceği bunun yanında hava mania sebebi ile dikey yapılaşmanın sınırlı olduğu kentte yatay büyümenin devam ederek bu durumun yeni yerleşim merkezlerinin oluşmasını tetikleyeceği anlaşılmaktadır. Yerel yönetimin bahsi geçen yatay yapılaşmayı planlı olarak hayata geçirmek için

belirlediği kentsel gelişim alanlarından biri de güzergâhımız üzerinde bulunan Çayırhisar Kentsel Gelişim Alanı'dır. Bu alanda getirilen plan kararları, yoğunluk değerleri ve alan büyüklükleri incelendiğinde uzun vadede bu alana toplam da 3778 kişi yerleşebilecektir. Bu alanda yol kenarında ticaret fonksiyonunun yer seçeceği düşünüldüğünden %50 oranında ticaret yapılmasına izin verilen alan kullanım kararı getirilmiştir [17]. Bu karardan anlaşıldığı üzere çalışma güzergâhımız üzerinde konut sayısı ve yerleşim alanı miktarında artış olacağı anlaşılmaktadır. Özellikle Çayırhisar bölgesinde mevcut olan kırsal yerleşimin kentsel yerleşime dönüşerek büyüyeceği ve ulaşım ihtiyacının da bu paralel de artacağı düşünülmektedir. Bu bölgede imar açısından ticaret alanlarına da izin verilmesi, hâlihazırda yol boyu taşıt satış ve servis bayileri bulunan ve Adliye Sarayı'na yakın kısımlarda avukatlık büroları şeklinde gelişen ticari hayatı da çeşitlendirerek arttıracak, var olan ticari faaliyetleri yol boyu Çayırhisar'a kadar yayacaktır.

Güzergâh üzerinde farklı noktalarda devam eden çalışmalardan hattın gelecekte daha yoğun bir şekilde kullanılacağı ve hatta yeni ulaşım noktalarının ekleneceği de anlaşılmaktadır. Bunlardan en önemlisi Kâğıt Fabrikası olup uzun yıllardır hizmet vermeyen bu tesisin 2019 yılında hizmete girmesi beklenmektedir. Böylelikle hatta yeni bir sanayi kuruluşu açılmış olacak, fabrikada çalışan personelin, malzeme tedarikçilerinin, yan kuruluşların yolculukları ve üretilen malın nakliyesi ile beraber hat üzerindeki taşıt yoğunluğu artacaktır. Yine Küçükpostancı Mahallesi'nde devam etmekte olan özel eğitim kurumu inşaatı tamamlanıp hizmete girdiğinde güzergâhta öğrenci servisi yapan dolmuş sayıları artacaktır.

Bu hattın yoğunluğunu arttırmada en önemli etken ise her zaman olduğu gibi Çağış Yerleşkesi'nde hizmete açılan yeni eğitim tesisleri olacaktır. Balıkesir Üniversitesi'nin yakın geleceğe ilişkin hedeflerine bakacak olursak,

Kongre Kültür Merkezi inşaatının tamamlanması ile Balıkesir Üniversitesi kapsamındaki tüm kongre ve sergi etkinlikleri bu merkezde yapılacak olup bu merkez hafta sonu yolculuk sayıları düşen yerleşke trafiğini arttırıcı bir varış noktası olacaktır.

Halen kent merkezinde eğitim veren İlahiyat Fakültesi Çağış Yerleşkesi'nde devam etmekte olan yeni bina inşaatı tamamlanınca buraya taşınacaktır.

Balıkesir Teknokent A.Ş. için Çağış Yerleşkesi içinde hizmet binası inşaat çalışmaları devam etmektedir. Bu bina faaliyete geçtiğinde sanayi firmalarının araştırma geliştirme ve yenilik çalışmaları Çağış Yerleşkesi içinde yürütülürken gerekli görüldüğü ölçüde üniversitenin akademik kadrolarından ve gücünden yararlanılarak Üniversite – Organize Sanayi işbirliği arttırılacaktır. Bu durum Çağış Yerleşkesi'ne ulaşımı da etkileyecek, Balıkesir Organize Sanayi Sitesinin buradaki varlığı yerleşkenin yolculuk yoğunluğunu arttıracaktır.

Yine önümüzdeki yıllarda üzerinde çalışılan projeler hayata geçirildiğinde Çağış Yerleşkesi içinde 1 adet Sağlık Bilimleri Fakültesi ve 1 adet Hayvan Hastanesi yapılması düşünülmektedir. Ayrıca mevcut Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nin yatak kapasitesinin de arttırılması gündemdedir. Bu projeler hayata geçirildiğinde Balıkesir Kent Merkezi – Çağış Yerleşkesi arası yolcu kapasitesinin yıllar içinde süregelen artış oranının korunacağı ve her geçen yıl güzergâh üzerindeki trafiğin artacağı anlaşılmaktadır.

5. RAYLI SİSTEM TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Raylı sistemler kendi içinde alt gruplara ayrılmış pek çok parçadan oluşan çeşitli sistemler bütünüdür. Ciddi bir emek sermaye ve mühendislik birikiminin ortaya konulması neticesinde sağlıklı çalışan bir raylı sistem kurmak mümkün olup kurulan bu sistem aynı zamanda gelecekte yapılacak başka çalışmalar için de teknik deneyim sağlamaktadır. Konuyu daha iyi anlayabilmek için teknik açıdan raylı sistemi oluşturan parçaları genel hatlarıyla başlıklar halinde sınıflandırmak gerekirse;

1 – Altyapı: Yarma, dolgu, toprak gövde ve alt balast tabakası

2 – Üst yapı: Balast tabakası, ray, travers, ray ve travers bağlantı elemanları

3 – Taşıtlar: Vagon, lokomotif ve bakım onarım araçları

4 – Mühendislik Yapıları: Köprüler, tüneller, hemzemin geçitler, kurplar, drenaj sistemleri, menfezler, istinat ve iksa yapıları

5 – Diğer Yapılar: İstasyonlar, bakım onarım tesisleri ve idari binalar

6 – Sinyalizasyon Sistemleri: Demiryolu sinyalizasyonu, sinyalizasyonu düzenleyen tesisler ve haberleşme sistemleri,

7 – Elektrifikasyon Sistemleri: Elektrik kabloları, katanerler ve trafolar

Şeklinde gruplara ayırmak mümkündür.

Raylı sistem maliyetini etkileyecek en önemli kalemlerden biri güzergâhın geçtiği arazinin doğal yapısındaki farklılıklardan dolayı alt yapı inşaat kısmıdır. Doğru inşa edilmiş bir altyapı sağlıklı çalışan bir üstyapı için olmazsa olmaz özelliğindedir. Tayin edilen güzergâhın büyük kot farklılıklarına sahip ve inşaat çalışmaları açısından zorlu bir tabii zemin üzerinden geçmesi ile düz bir arazide hatta bir otoyol paralelinde ve onun altyapısı yardımı ile ilerlemesi arasında maliyet ve çalışma süreleri açısından ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Çalışmalar altyapıdan üst yapıya doğru ilerledikçe zeminden kaynaklanan farklılıklar ve kusurlar en aza

indirilmekte, kullanılan malzemeler alt yapıdan üst yapıya doğru ilerledikçe, kalemlerin maliyetleri her hat için birbirine daha yakın değerlere gelmektedir. Altyapı çalışmasına başlamadan önce güzergâhın geçtiği arazinin üzerindeki eş yükselti eğrilerini gösteren topoğrafik harita üzerinde çalışarak mevcut zemin kotlarına göre yarma ya da dolgu gereken bölgeler belirlenmeli ve bu bölgelerde yapılacak toprak işleri çalışmaları neticesinde oluşacak maliyetin hesabı yapılmalıdır. Çalışma yaptığımız güzergâhta maliyet ve süre açısından en büyük avantajımız inşaa çalışmasının ilk basamağı olan yarma ve dolgu işlemlerinin minimum seviyede olmasıdır. Sadece Sigorta Köprüsü olarak bilinen T.C.D.D. Üst Geçidi'nin bulunduğu noktada, güzergâhın mevcut demiryolu hattından ayrılarak, Çağış Yerleşkesi istikametine dönmesi ve bölünmüş yol seviyesine çıkarılması noktasında önemli bir altyapı çalışması ortaya çıkacaktır.



Şekil 5.1: Mevcut demiryolu hattının güzergâhtan ayrıldığı sigorta köprüsü

Alt yapı inşaat kısmının ilk tabakası toprak gövdedir. Üzerinden geçen raylı sistem için bir temel ve alt temel vazifesi gören bu tabaka hattın yatayda ve düşeyde projesine uygun bir şekilde düzgün ve kotunda olması için çok önemlidir. Alt balast ve balast tabakası bu malzeme üzerinde oturacaktır. Toprak gövde doğru inşa edilemezse, taşıt yükü ve çevresel etkilerle hat kısa sürede bozulacak ve bozulan hatları düzeltilemek için yapılan müdahaleler sınırlı fayda sağlayacaktır. Bu sebeple

yanlış inşa edilmiş bir toprak gövdenin hat kalitesi her zaman için sınırlı seviyede kalacaktır. Toprak gövde doğal zeminin yapısına göre seçilmiş düzgün bir sert toprak veya kaya malzemeden oluşur. Bu malzeme özenle seçilmeli, suya doygun olmamalı, dondan korunmalıdır. Yarma ve dolgu çalışmaları sırasında yapılan kazılardan elde edilen malzeme toprak gövde inşası için kullanılabilir. Ancak kazı çalışmasında elde edilen nebati toprak sıyrılmalı, toprak gövde dayanımı yüksek zemin malzemesi ile inşa edilmelidir. Kazı çalışması ile elde edilen malzeme yetersiz geldiği takdirde idare tarafından uygun görülen malzeme getirilerek toprak gövde için kullanılabilir. Toprak gövde çalışmasına sağlam zemine ulaşınca kadar zemin sıyırma işlemi yapılarak başlanır. Zeminin sertlik seviyesine göre değişmekle beraber bu sıyırma işlemi ortalama 20 – 30 cm kesitinde toprak yüzeyinin kaldırılması ile gerçekleştirilir. Bu işlem neticesinde sıyrılan kısımlarda yer yer boşluklar oluşacağı için toprak gövde inşasına başlamadan önce bu boşluklar sert malzeme ile doldurulmalı sıkıştırılmalı daha sonrasında toprak gövde inşasına başlanmalıdır. Toprak gövde inşası tabakalar halinde yapılmalı 30 cm kalınlığa sahip tabakalar suyun hattan drenajına imkân verecek şekilde enine eğim verilerek serilip sıkıştırılmalıdır [26]. Bu sıkıştırma işlemi toprak dolgu projesinde gösterilen kota gelinceye kadar devam eder.

Toprak gövdenin hemen üzerinde alt balast ve balast tabakaları yer almaktadır. Günümüzde pek çok kent içi raylı sistem projesi balastsız olarak da inşa edilebiliyor olsa da balastlı demiryollarının hem maliyet açısından daha avantajlı olması hem kent içi drenaj sisteminin bulunmadığı yerleşimden uzak noktalarda suyun hattan drenajını sağlaması gibi sebeplerle balastlı demiryolu bizim hattımız için daha uygun bir sistemdir. Balastlı demiryollarında balast ve alt balast tabakaları demiryolu taşıtlarından gelen ağır yükleri dengeli bir şekilde zemine aktaran ve suyu drene eden bir yapıya sahip olmalıdır. Güzergâhımızda bulunan doğal zemin tabakasının gevşek bir yapıda olduğu da dikkate alınırsa düzgün inşa edilmemiş bir alt balast ve balast tabakası üzerinde çalışan raylı sistem, gürültü, titreşim ve dalgalanmalar ile önceleri konfor seviyesini zaman içinde de hattın güvenlik seviyesini aşağı çekecektir.

Alt balast tabakası, balast tabakasından gelen yükleri toprak gövdeye aktaran, raylı sistem hattının toprak malzeme ile irtibatını kesen, yapıyı dondan

koruyan, inşaat aşamasında tamamlanmış olan zeminin stabilizasyonuna rağmen yapı tekrarlı yükler altında iken oluşabilecek farklı oturmaları sönmleyen bir tabakadır. Ayrıca alt balast tabakası altında bulunan toprak malzemenin üstündeki balast tabakası arasına karışmasını engellediği için üst yapının dane çapını ve malzeme niteliğini koruyan bir yalıtım malzemesi niteliğindedir. Alt balast tabakası kalınlığı malzeme türü ve dane çapları seçilirken doğal zeminin yapısı iyi analiz edilmeli her hat için kendi karakteristiğine uygun zemin malzemesi seçilmelidir. Balast altı tabakasının kalınlığı minimum 15 cm olacaktır. Bu kalınlık zemin koşullarına bağlı olarak belirlenecek ve drenaj için uygun eğim verilecektir [27].

Balast tabakası raylı sistem taşıtlarından gelen yükün alt balasta düzgün bir şekilde aktarımını sağlarken aynı zamanda hattın travers yapısını da hem taşıt yüklerinin olumsuz etkilerinden hem de paslanmadan koruyacaktır. Balast tabakası üzerine yerleştirilecek olan traversler ahşap ya da beton seçilebilir. Balast tabaka kalınlığı günümüzde birçok ülkede 50 cm' i bulmuştur ülkemizde ise bu kalınlık 30 – 40 cm arasındadır [28].

Çalışma güzergâhımızda zeminin büyük bir kısmının yumuşak toprak yapısından oluşması sebebiyle raylı sisteminin altyapı inşaatı tamamlandıktan sonra yeterli seviyede taşıma gücü değerlerine sahip olmalı ve kullanım aşamalarında da düzenli olarak bakımının yapılması gerekmektedir. Hat kullanım aşamasında iken iklim koşulları, yağışlar ve çeşitli çevresel etkiler neticesinde altyapı malzemesinin deformasyonu, malzemede aşınma, kopma ya da sürüklenme gibi etkiler hat güvenliğini tehlikeye sokabilmektedir. Bu sebeple tarım arazisi niteliği taşıyan taşıma gücü düşük olan güzergâhımızın kullanım aşamasında bakımlarının düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Zayıf zeminlerde işletme aşamasında gerekli muayene ve bakımlar aksatıldığı takdirde, ağır taşıt yükleri altında deformasyonlar oluşabilir. Bu durum tabii zemine ayak uyduran alt balast ve balast tabakalarında oturmalara, kesit daralmalarına, alt balast ve balast tabakalarının tekrarlı ve aşırı yükler altında birbirine karışarak hat kesitlerinin farklı tabaka niteliklerini kaybetmesine ve hattın drenaj ve taşıma gücünü uzun vadede tüketmesine sebep olabilecektir.

Raylı sistemlerde ray açıklıkları birbirinden farklı değerler alabilmektedir. Ancak hafif raylı sistem hatları için kullanılan 1435 mm ray açıklığı şehirlerarası

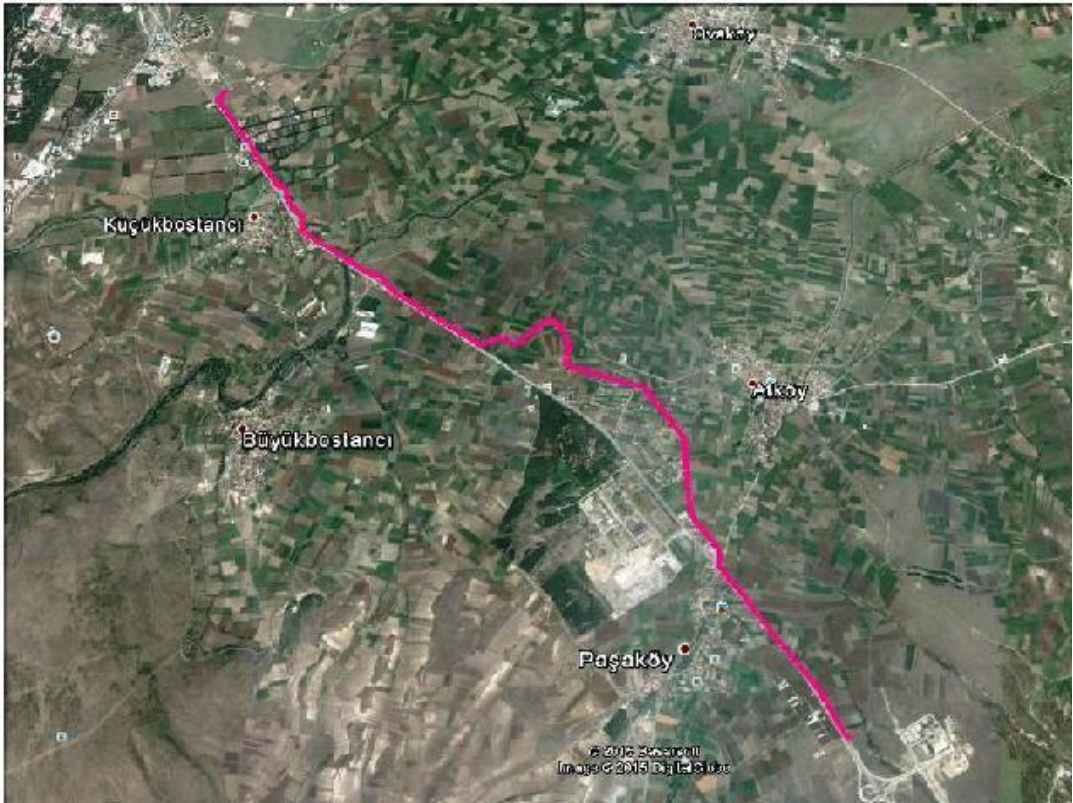
yolcu taşımacılığı için imal edilmiş olan ray açıklıkları ile uyumludur. Bu durumda çalışma güzergâhımızın ilk 2300 metresinde yer alan mevcut demiryolu yeni hat inşaatı ile uyumlu olacaktır. Bunun dışında birbirine komşu olan veya paralel giden raylarda, hat eksenleri arası açıklık güvenlik açısından en az 4 m olmalıdır. Raylar için kullanılan malzemenin mümkün olduğunca uzun ve tek parça olmasına dikkat etmek gerekir. Kısa parçalardan oluşan sık birleşim detaylı rayların bağlantısı çok olacak, bu durum da titreşimi ve gürültüyü arttıracaktır.

Raylı sistemlerde emniyet açısından çok önemli olan sinyalizasyon sistemi, makas elemanları, sinyal lambaları, röleler ve ray devreleri gibi bir dizi parçadan oluşmaktadır. Sinyalizasyon sistemini önemli kılan bir diğer etken hafif raylı sistemin diğer kent içi ulaşım araçlarına göre en önemli avantajı olan sık aralıklarla ve gecikmesiz çalışmasını sağlayan ana unsuru olmasıdır. Hafif raylı sistemin güzergâh üzerinde daha önceden belirlenmiş istasyon geliş ve gidiş saatlerine uygun olarak, makine ve insan hatalarına izin vermeyecek şekilde güvenli çalışması çok etkin bir otomasyona sahip sinyalizasyon sistemi ile mümkündür.

Teknik açıdan güzergâhta karşılaşılabilecek en önemli sorunlardan biri mevcut köprülülük kavşakların düşey gabarisinin raylı sistem geçişleri sırasında yaratabileceği olumsuzluktur. Burada yükseklik için getirilen standart değerler demiryolu hattının tek ya da çift şerit olmasına ya da araçlarda ve elektrifikasyon sisteminde meydana gelen yeniliklere göre değişmesine rağmen genel kabul gören hali ile kent içi raylı sistemlerde araç yüksekliği 3,66 metredir, kataner direkleri ile gereken yükseklik 6 metreye kadar çıkmaktadır. Aç kapa tünel geçişlerinde 4,50 metre yükseklik yeterlidir [27].

Hattın planladığımız gibi bölünmüş karayoluna paralel ve hemzemin olarak tesisi durumunda en iyimser tahminle 3 yıl sürecek inşaat çalışmaları sırasında mevcut karayolu bu çalışmalardan etkilenecek hatta bazı dönemler karayolu kısmi olarak araç trafiğine kapatılacaktır. Bu durumun oluşturacağı geçici trafik sıkışıklığı da araçların zaman ve yakıt tüketimini artırırken kullanıcıların da psikolojik yapısını olumsuz etkileyecektir. Bu sebeple başlayacak inşaat çalışmalarının en kısa sürede tamamlanacak şekilde, planlanması ve inşaata başlanmadan önce her türlü teknik ve mali detayın çözülmüş olması gerekmektedir.

Hattın sıhhi tesisat sistemi dâhilinde temiz su, pis su ve drenaj sistemleri tasarlanmalıdır. Hattın üzerinde teknik olarak dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husus drenajdır. İstasyonlarda ve demiryolu hattında tabi zemin üzerinde kalan pis su ve yağmur suları tabi eğim ile zemin seviyesinin altındakiler ise pompa ve kanallar ile ilgili şebekelere deşarj edilecektir. Hâlihazırda hat üzerinde, karayoluna paralel vaziyette çalışan kanalizasyon hattı bulunmaktadır. Bu hat Çağış Yerleşkesi'nin atık sularını taşımaktadır. Raylı sistem hattının kanalizasyon sistemini de mevcut bulunan bu hatta bağlamak en doğru yöntem olacaktır.



Şekil 5.2: Çağış Yerleşkesi kanalizasyon hattı

İstasyonlar ve binalar yangın zonlarına ayrılacak, tüm yapılar yürürlükte bulunan yangın, güvenlik ve erişilebilirlik şartnamelerine uygun inşa edilecektir. Hat üzerinde tüm mekanik ve elektrik tesisatlarının yanı sıra gerekli noktalarda trafo binaları inşa edilecektir.

Güzergâh üzerinde bulunan istasyonların tasarımı yapılırken güncel şartname ve yönetmeliklerde belirtilen değerlere uymak gerekir. İstasyon platform uzunluğu genel olarak çalışacak katardaki vagon sayısına göre belirlenir. Hafif raylı sistem araçlarında vagonlar arası geçiş olmadığı için katar tüm vagonları ile istasyona

yanaşabilecek Şekilde tasarlanmalıdır. Bu istasyonlar karayolundan güvenli bir Şekilde ayrılmış olmalı, aktarma yapacak yolcular için uygun otoparka sahip olmalı ve engelli bireylerin kolayca ulaşabileceği Şekilde inşa edilmelidir. Ayrıca istasyonlarda arşı Şeklinde dükkanlara yer vererek, insanların kent içi ulaşım amacıyla sık girip çıktığı bu hacimleri küçük ticaret alanları olarak da kullanmak mümkündür.



6. RAYLI SİSTEM MALİYET ANALİZİ

6.1 Güzergâhta Kamulaştırma Maliyeti

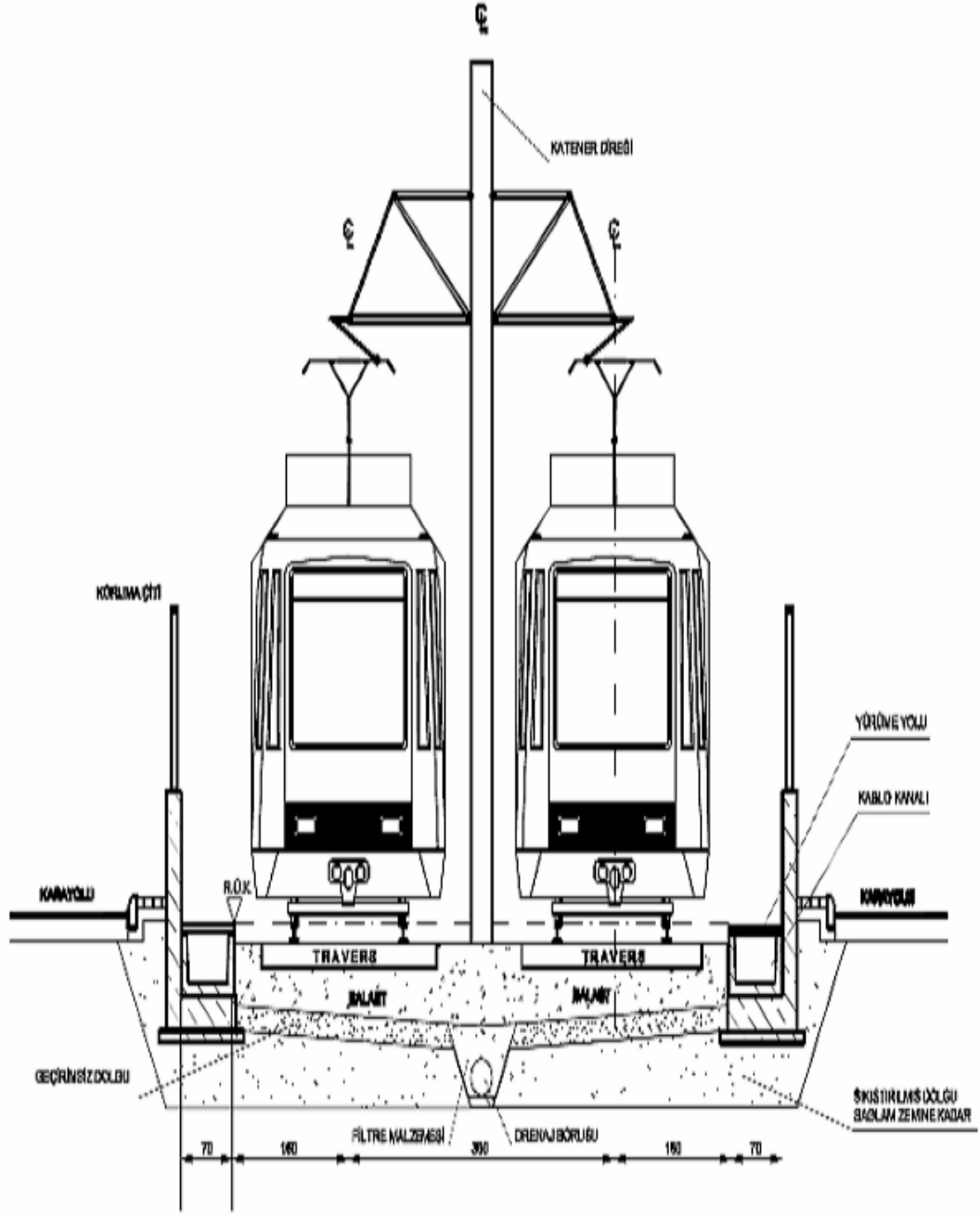
Güzergâhın geçtiği arazide mülkiyet durumu çok önemli bir konudur ve güzergâhın mümkün olduğunca özel mülkiyet dışındaki arazilerinden geçmesi sağlanarak kamulaştırma maliyetlerini düşük tutmak gerekir. Güzergâh üzerinde yapılacak kamulaştırma koridoru demiryolunun güvenli bir şekilde hareket edebilmesi ile demiryolu kenarında emniyetli bir alanın bırakılması ve özel mülkiyetin hattan yeterli mesafede uzak tutulabilmesi için mümkün olduğunca geniş tutulmalıdır. Koridorun, demiryolunun orta ekseninden itibaren simetrik olması istense de hat üzerinde karşılaşılabilecek bazı doğal ve yapay eşiklerden dolayı yer yer asimetrik de olabilir. Bu nedenle kamulaştırma koridoru için belirlenmiş standart bir genişlik değeri yoktur. Yine doğal ve yapay eşiklerin dışında kamulaştırma koridorunun içinde özel mülkiyete tabi araziler kalıyorsa koridor genişliği bu noktalarda asgari seviyelerde tutulmaya çalışılmalıdır. Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan kısımlarda ise koridor genişliği mümkün olduğunca geniş tutulmaya çalışılmalı böylelikle ileride hat genişletme çalışmaları veya demiryolu yapı ve tesis inşaatları yapımı söz konusu olduğunda ikinci bir kamulaştırma külfetinden kurtulmaya çalışılmalıdır. Kamulaştırma koridor genişliği belirlenirken hat pek çok kesite ayrılmalı ve her bir kesit kendi içinde şartlarına göre değerlendirilerek kamulaştırma koridor genişliği değişken bir şekilde belirlenmelidir.

Kamulaştırma koridor genişliği ve arazi birim fiyatları ile doğrudan ilişkili olan kamulaştırma maliyeti genel olarak planlama aşamasında tahmin edilmesi en zor kalemdir. Zira spekülâtif müdahalelere açık olan bu durum arazi veya yapıların fiyatları belirlenirken elde bulunan verilere göre değişebilmektedir ayrıca kamulaştırılan malın sahipleri çoğunlukla uzlaşma yerine mahkeme yoluna giderek kamulaştırma bedellerini arttırmaya sebep olmaktadır. Ülkemizde kamulaştırma işlemleri 2942 ve 4650 sayılı Kamulaştırma Kanunu uygulanarak yapılmaktadır. Buna göre uzlaşma yoluyla, mahkeme yoluyla ya da acele kamulaştırma yoluyla kamulaştırma işlemleri gerçekleştirilir. Kamulaştırma işlemlerinde arzu edilen

yöntem tarafların uzlaşması yöntemidir. Böylelikle kamulaştırma işlemleri yatırımın süresini etkilemeyecektir. Ancak tarafların uzlaşabilmesi için arazi birim fiyatlarının yüksek tutulması gerekmektedir ki bu durumda proje maliyetini arttıracaktır.

Güzergâhımız üzerinde kamulaştırma işlemleri gerçekleştirilmesi sırasında son derece titiz ve detaylı bir çalışma yapmak gerekmektedir. Hat üzerinde İzmir Yolu ayırımından sonra Çağış Yerleşkesi'ne kadar olan güzergâhta Kâğıt Fabrikası'nın bulunduğu nokta ve akaryakıt istasyonlarının dışında hattın çok büyük bir kısmı tarım arazilerinden oluşmaktadır. Kamulaştırma hattının içinde kalan bina varsa bu yapıların kamulaştırma bedellerini doğrudan etkileyecek olan yaşları oturma ve kullanım alanları, nitelikleri gibi özellikleri belirlenerek kamulaştırması gündeme gelen yapılar hakkında detay raporu adı altında bir rapor tutulmalıdır. Böylelikle yaklaşık maliyetleri belirlenecek bu yapıların kamulaştırma bedelleri yüksek olanları mevzuat ve teknik açıdan mümkün olan noktalarda kamulaştırma hattı dışında bırakılarak, kamulaştırma koridoru daraltılabilir. Yine bu hat daraltılırken imar planlarına uygun bir şekilde yapı yaklaşma mesafeleri ile akaryakıt istasyonları için yer altı ve yer üstü yakıt tankı ve yakıt pompası yaklaşma mesafeleri göz önüne alınmalı, özellikle akaryakıt istasyonu bölgelerinde kamulaştırma birim maliyetlerinin yüksekliğini de göz önüne alarak koridoru sınırlı tutmak gerekmektedir.

Yine güzergâhtaki tarım arazileri de sınıfına ve üzerinde ekili bulunan tarım ürünlerine göre fiyatlanmaktadır.



Şekil 6.1: Hemzemin hafif raylı sistem kesitinde ölçüler [27]

Güzergâhımızın toplam uzunluğu yaklaşık olarak 17 km olup, tren garından, sigorta köprüsüne kadar olan kısımda mevcut demiryolu hattının kent içi raylı sistem toplu taşımacılığında kullanılması planlandığı için kamulaştırma işlemleri hattın sigorta köprüsünden Çağış Yerleşkesi'ne kadar olan 14,7 km uzunluğundaki kısmında gerçekleştirilecektir.

Bu alanda kamulaştırılacak arazinin büyük kısmı tarım arazisi niteliğindedir. Bu arazilerin birim fiyat tespiti yapılırken varsa bu bölgede daha önce gerçekleştirilmiş olan kamulaştırma işlemlerinde belirlenen arazi fiyatlarını incelemek bize yaklaşık olarak doğru fiyatları verecektir. Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan alınan bilgiye göre, Balıkesir 2. Asliye Hukuk Mahkemesi'nde 01.07.2014 tarihinde açılan kamulaştırma davasında, Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Köprülü Kavşağı yapım işi kapsamında Altıeylül İlçesi, Paşaköy Mahallesi 117 ada 63 parsel kayıtlı tarla vasıflı taşınmazın kamulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kamulaştırılan arazi konum olarak çalışma yaptığımız güzergâhın son durağı olan ve Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'ni kapsayan Çağış durağı yakınlarındadır. Bu dava kapsamında belirlenen arazi birim fiyatı 11,51 TL / m² dir. Bu fiyat kamulaştırılan tarlanın 2014 yılının Temmuz ayı itibariyle değerini yansıtmakta olup, arazinin m² bazında değeri, yıllık masrafları düşüldükten sonra yörede ekilen karakteristik tarım ürünü çeşitlerine göre ortalama yıllık ürün getirisi ve arazinin kamulaştırılan kısmından arta kalan parçalardaki değer düşüklüğünün toplamından oluşmaktadır. Bu fiyatı çalışmamızda kullanabilmek için bugüne Yİ – ÜFE katsayıları ile güncellemek gerekmektedir.

Temmuz 2014 Yİ – ÜFE katsayısı: 234,79

Aralık 2018 Yİ – ÜFE katsayısı: 422,94

Bu durumda kamulaştırılan tarlanın güncel değeri:

$$11,51 \times (422,94 / 234,79): 20,73 \text{ TL/m}^2 \quad (6.1)$$

20,73 TL Temmuz 2014 tarihinde kamulaştırılan tarlanın güncel birim fiyatı olup, bu fiyat kamulaştırılan tarlanın konum olarak güzergâhımız üzerinde bulunması ve güzergâhımız üzerindeki diğer tarlalar ile yetiştirilen tarım ürünü ve yola yakınlık

açılardan benzer özellikler taşıması sebebiyle kamulaştırma çalışmamız için ortalama arazi birim fiyatı olarak kabul edilmiştir. Kamulaştırılması gereken araziler 14,7 km uzunluğunda bir hat boyunca devam edeceği için, arazilerin her birinin yola göre konumları, yerleşim merkezlerine uzaklıkları, su ve elektrik kaynaklarına yakınlıkları, tapu kayıtlarındaki vasıfları ve üzerlerinde yapı bulunup bulunmamasına göre birim fiyatları mutlaka değişkenlik gösterecektir. Ancak bu çalışma sahada ve pek çok meslek disiplininden uzman tarafından uzun bir zaman aralığında kesinleşecek bir çalışma olup bizim çalışmamızda yaklaşık olarak doğru sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu sebeple belirlemiş olduğumuz birim arazi fiyatı resmi olarak bağlayıcılığı olmayan ancak gerçek değerlere yakın bir sonuç elde etmemize de imkân sağlayan bir değerdir.

Kamulaştırma hattının uzunluğunu 14,7 km olarak tayin ettikten sonra kamulaştırma genişliği için ise kesin olarak belirlenmiş bir değer bulunmamakla beraber doğal eşikler ve ekonomik imkânlar elverdiği müddetçe kamulaştırma genişliğini fazla tutmakta fayda olduğu söylenebilir. İleride planlama çalışmaları sırasında hat üzerinde raylı sistem yapı ve tesislerinin, istasyonlarının yerini değiştirmek veya hat üzerine yeni yapı ve tesisler, istasyonlar eklemek gerekebilir. Bu durumda mevcut hafif raylı sisteme yakınlık nedeniyle çevre arazilerin fiyatı oldukça değerlendirilmiş olacağından ve yapım işlerini süre olarak tekrar uzatacağından kamulaştırma işlemini ilk seferde henüz proje hayata geçmeden yapıp bitirmek en makul olanıdır. Çalışma yaptığımız güzergâhta hattın büyük bölümü mevcut bölünmüş karayoluna paralel ilerleyeceği için hattımız bazı kısımlarda karayolları kamulaştırma koridorundan da yararlanmış olacaktır. Ancak bunu hattın tamamında sağlamak mümkün olmadığı için biz bu olasılığı göz ardı ederek tüm hat boyunca kamulaştırma koridoru oluşturulacağını kabul etmekteyiz. Yani hafif raylı sistem inşaatı mevcut karayolu ile paralel devam edeceği için hafif raylı sistem genişliği hemzemin raylı sistem enkesitinde verildiği gibi 8,20 m genişliğinde bir karayolu bandını işgal edecektir (bkz. Şekil 6.1). Bu nedenle toplamda 14,7 km uzunluğunda ve 8,2 m genişliğinde bir alan kamulaştırmak gerekecektir. Bu durumda hattın kamulaştırma maliyeti 2018 yılı sonu itibariyle;

$$20,73 \times (14700 \times 8,2): 2.498.794,20 \text{ TL}$$

(6.2)

olup, bu rakamın 31 Aralık 2018 tarihi itibariyle geçerli Euro kuruna göre değeri;

$$2.498.794,20 / 6,04: 413.707,65 \text{ Euro} \quad (6.3)$$

Güzergâh üzerinde planlanan istasyonlar için de kamulaştırma gerekecektir. Gar istasyonu hâlihazırda mevcut olduğu için toplamda inşa edilecek olan 7 adet istasyon peronu için kamulaştırma gerekecektir. Yolcu kapasitesine göre boyutlandırılacak olan peron boyutları hesabı TS12127 ve TS12186'ya göre yapılmalıdır. Bunun yanında peron net genişlikleri emniyet bandı hariç olmak üzere orta peronda minimum 6 m, kenar peronda minimum 4 m olacaktır [27]. Peron uzunluğu ise hafif raylı sistem dizisindeki bütün araçların rahatlıkla yanaşabileceği uzunlukta olmalıdır. Bunun içinde minimum 4 araçlık bir raylı sistem dizisi yaklaşık 100 m uzunluğunda bir perona ihtiyaç duymaktadır. Buna göre hepsi kenar peron şeklinde tasarlanmış istasyonların emniyet bandı dâhil kaplayacağı alan;

$$7 \times (100 \times 2 \times 4,45): 6230 \text{ m}^2 \quad (6.4)$$

İstasyon alanlarının toplam kamulaştırma maliyeti ise aşağıda verildiği gibidir.

$$6230 \times 20,73: 129.147,95 \text{ TL} \quad (6.5)$$

Bu rakamın 31 Aralık 2018 tarihi itibariyle geçerli Euro kuruna göre değeri;

$$129.147,95 \times 6,04: 21.382,11 \text{ Euro} \quad (6.6)$$

Toplam istasyon ve raylı sistem hattı kamulaştırma maliyeti;

$$413.707,65 \text{ Euro} + 21.382,11 \text{ Euro}: 435.089,76 \text{ Euro} \quad (6.7)$$

Yukarıda belirlemiş olduğumuz 435.089,76 Euro kamulaştırma maliyeti yaklaşık bir değer olup, hat üzerindeki arazilerinin konum ve özelliklerinin birbirlerine göre farklı olması ve kamulaştırma hattı içerisine yapı ve tesislerin isabet etme olasılığı da göz önüne alındığında yaklaşık maliyet hesaplamaları sırasında kamulaştırma maliyetini 500.000 Euro olarak kabul etmenin daha sağlıklı bir veri olacağı kanaatine varılmıştır.

6.2 Güzergâhta Yapım Maliyeti

Kent içi ulaşım sorunlarına kalıcı çözümler üreten raylı sistem projeleri genel olarak yüksek yatırım maliyetleri doğururlar. Bu maliyet pek çok faktöre göre değişmekle beraber bazı kent içi ulaşım türlerine göre ortalama yatırım maliyetleri Tablo 6.1’de verildiği gibidir.

Tablo 6.1: Kent içi toplu ulaşım yatırım maliyetleri (Milyon \$) [29]

	Otobüs	Özel Yollu Otobüs	Tramvay	Hafif Raylı Sistem	Metro
Km Başına Yatırım Maliyeti	< 0,5	2 – 10	5 – 10	10 – 30	40 – 90

Tablo 6.2’den anlaşıldığı üzere kent içi toplu ulaşımında raylı sistem yatırımları lastik tekerlekli yatırımlara göre daha maliyetlidir. Raylı sistem yüksek maliyetlerinin karşılanabilmesi için uygun finans kaynaklarının bulunması, kaynağın yerli yerinde kullanılması ve uzun vadeye yayılmış bir geri ödeme planı hazırlanması gerekmektedir.

Tablo 6.2: Bazı hafif metro projelerinin planlanan maliyeti [30]

Proje Kodu	Hat Kodu	Proje Güzergâhı	Uzunluk (km)	Vagon Sayısı	Toplam İnşaat Maliyetleri (milyon \$)
C-3	M-4	Otogar - Bağcılar (Kirazlı)	5,6	62	338
C-6	M-1	Aksaray - Yenikapı	0,7	0	35
T-1	M-6	Üsküdar - Çekmeköy	20	202	1283
T-2	M-7	Bakırköy - Beylikdüzü	25	132	1399
P1-1	M-4	Bağcılar - Halkalı	7,5	45	429

Bazı raylı sistem projelerinin 2011 yılında planlanan yapım maliyetleri Tablo 6.3’de verildiği gibidir. Bu maliyet değerlerinin içinde vagon maliyetleri dâhil olup kamulaştırma maliyetleri dâhil değildir. Raylı sistem yapım maliyetleri birbirinden çok farklı olup güzergahın konumu, uzunluğu, tünel ve viyadük gerekip gerekmediği,

zemin sınıfları, istasyon sayıları, kullanılacak raylı sistem araçlarının özellikleri önemli ölçüde maliyet değişikliklerine sebep olmaktadır.

Tablo 6.3: Türkiye'de bazı hafif raylı sistem proje maliyetleri [31]

Şehir	Hat	Mesafe	Maliyet (Euro)	Km Maliyet (TL)
Kayseri	Kayseray	17,8	100 Milyon Euro	12,7 Milyon TL
Samsun	Körfez-Cumhuriyet	17,5	156 Milyon Dolar	14,2 Milyon TL
Samsun	Şehiriçi-HRS	15,7	105 Milyon Euro	15,1 Milyon TL
Gaziantep	Ünv-Burç-TCDD	10	150 Milyon Dolar	23,8 Milyon
İstanbul	Kadıköy-Harem-Kartal	22	352 Milyon Dolar	25,4 Milyon
Antalya	Kepezaltı-Merkez-Meydan	11,1	300 Milyon TL	27,3 Milyon
Bursa	Bursaray	17	546 Milyon Mark	37,3 Milyon
Konya	Konulaş	18,5	475 Milyon Dolar	40,8 Milyon
İstanbul	Aksaray-Havalimanı	20	550 Milyon Dolar	43,7 Milyon
İstanbul	Üsküdar-Altunizade	11,5	400 Milyon Dolar	55,3 Milyon
İstanbul	Otogar-Bağcılar	4,5	173 Milyon Dolar	61,1 Milyon
İstanbul	Bakırköy-Avcılar-Beylikdüzü	21	815 Milyon Dolar	61,7 Milyon
İstanbul	Aksaray-Yenikapı	0,7	28 Milyon Dolar	63,6 Milyon
İstanbul	Göztepe-Ümraniye	5	200 Milyon Dolar	63,6 Milyon
İstanbul	Tepeüstü-Samandıra	9,5	400 Milyon Dolar	66,9 Milyon
Adana	Adana	13,3	596 Milyon Dolar	71,2 Milyon
Ankara	Ankaray	8,7	549 Milyon Mark	73 Milyon
İstanbul	Kartal-Kurtköy	9,6	450 Milyon Dolar	74,5 Milyon
İzmir	1. Aşama	11,5	600 Milyon Dolar	82,9 Milyon
İstanbul	Galata-Pera	0,573	179,5 Milyon Frank	108,3 Milyon

Bazı şehirlerimiz için raylı sistem yapım maliyetleri Tablo 6.3'te verildiği gibi olup Merkez Bankası'nın 20.05.2011 tarihli döviz kurlarına göre Türk Lirası'na dönüştürüldüğünde km başına yapım maliyetleri 12,7 Milyon TL'den, 108,3 Milyon TL'ye kadar uzanan çok geniş bir aralıkta değişmektedir. Her projenin kendine has özellikleri yapım maliyetlerini doğrudan etkilemekte olup raylı sistem projeleri yapım maliyeti hesaplamalarında standart kabul edilebilecek değerler belirlemek oldukça zordur. Bunun yerine her projeyi kendi özelliklerine göre değerlendirerek doğru sonuca ulaşmak gerekir.

Kendi hattımıza dönecek olursak güzergâhta yarma ve dolgu işlemlerinin bölünmüş karayolu çalışmaları sırasında büyük oranda giderilmiş olmasından dolayı sadece güzergâhımızın mevcut demiryolundan ayrıldığı (Km 2+300) noktasında yapılacak bir altyapı çalışması ile altyapı maliyet kaleminin büyük oranda çözülmüş olacağı anlaşılmaktadır.

Çalışmamızın 4.3.2. Güzergâhta İstasyon Noktaları kısmında bahsedildiği üzere yapılması planlanan tüm istasyonlar hemzemin olup, her hangi bir yer altı istasyonu gerektirmediği için maliyeti olumsuz etkileyecek bir istasyon tasarımı düşünülmemiştir. Sadece hemzemin olarak planlanan ve kenar peron olarak düşünülen istasyonlara yaya ulaşımı için mevcut karayolunun üzerinden yaya üst geçitleri gerekmektedir. Görsel açıdan istenmeyen bu yapılar aynı zamanda maliyeti de arttırıcı etkilere sahiptir.

Güzergâhın köprülü kavşaklar ile kesiştiği noktalarda taşıt yükseklik gabarisi açısından mevcut köprü alt kotu ve yol üst kotu arası düşey mesafelerin minimum değerlerin altında kalması durumunda bu noktalarda raylı sistemi bir miktar karayolu seviyesinin altına indirmek gerekmektedir. Bu durum maliyeti belirli oranda etkileyecektir.

Raylı sistem hattı için maliyet tablosu hazırlanırken benzer ulaşım etütlerinin maliyet tabloları incelenmiş ve birim fiyatlar için bu tablolardan yardım alınmıştır. Bursa Büyükşehir Belediyesi için hazırlanan Bursa Büyükşehir Belediyesi T1 Raylı Sistem Hattı Uygulama Projesi Ve Fizibilite Etüdü Hazırlanması Hizmet Alımı İşi Fizibilite Raporu ve Bursa Hafif Raylı Sistemi Doğu Hattı Ulaşım Etüdü bu kapsamda incelenmiştir. Bu iki rapordan Hafif Raylı Sistemi Doğu Hattı Ulaşım

Etüdü hafif raylı sistem projesi olup, 7 istasyondan ve 7,3 km uzunluğunda raylı sistem hattından oluşmaktadır [32]. T1 Raylı Sistem Hattı, ise bir tramvay projesidir ve hat uzunluğu 5,87 km olup istasyon sayısı 16'dır [33]. Bu iki projeden ulaşım türü olarak hafif raylı sistem projesi olması, hem istasyon sayısı hem de hat uzunluğu açısından çalışma yaptığımız güzergâha daha çok benzemesi gerekçeleriyle birim fiyatlar için Hafif Raylı Sistemi Doğu Hattı Ulaşım Etüdü'nden yararlanılmıştır. Buna göre çalışma yaptığımız güzergah için raylı sistem yatırım maliyeti Tablo 6.4'te verildiği gibidir. Bu maliyete kamulaştırma bedeli ve KDV dâhildir.

Tablo 6.4: Raylı sistem yatırım maliyeti

İş Grubu Adı				Bedeli (Euro)				
Güzergah İşleri		Birim	Miktar	Birim Fiyat	2020	2021	2022	Toplam
A	İNŞAAT İŞLERİ							
A1	Hemzemin Hat İşleri	Km	17	1.240.000	8,000,000	10,000,000	3,080,000	21,080,000
A2	Hemzemin İstasyon İşleri	Ad	7	2,267,406	5,871,842	5,000,000	5,000,000	15,871,842
A3	Demiryolu Köprüsü	Ad	3	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	4,500,000
A4	Altyapı Deplasmanı	Km	14.7	106	500,000	500,000	558,200	1,558,200
A5	Hat İşleri Malzeme ve Montajı	Km	17	1,400,000	3,800,000	10,000,000	10,000,000	23,800,000
B	DİĞER HARCAMALAR							
B1	Entegrasyon	-		1,000,000	-	300,000	700,000	1,000,000
B2	Koşullu Harcamalar	-			-	500,000	500,000	1,000,000
B3	Kavşak Düzenlemesi	Ad	2	5,000,000	-	5,000,000	5,000,000	10,000,000
B4	Yol Trafik Düzenleme İşleri	-		1,000,000	-	700,000	300,000	1,000,000
C	E&M İŞLERİ							
C1	Güzergah İşleri	Km	17	2,352,000	-	9,984,000	30,000,000	39,984,000
C2	İstasyon İşleri	Ad	7	777.19	-	1,440,330	4,000,000	5,440,330
D	Proje ve Mühendislik Çalışmaları							
D1	Proje ve Tasarım	%	2.5	A+B+C	2,000,000	1,000,000	130,859	3,130,859
D2	İnşaat Müşavirlik	%	3	A+B+C	1,000,000	1,000,000	1,757,031	3,757,031
E	ARAÇ	Ad	24	3,130,000	0	25,120,000	50,000,000	75,120,000
F	KAMULAŞTIRMA				500,000			500,000
	GENEL TOPLAM				23,171,842	72,044,330	112,526,090	207,742,262
G	GENEL TOPLAM (%18 KDV Dâhil)				27,342,774	85,012,309	132,780,786	245,135,870

Hattın çok büyük bir kısmının ve peronların tamamının hemzemin olması, kazı maliyetlerini önemli ölçüde ortadan kaldırmaktadır. Sistemde yer altı geçişleri için tünellerin bulunmaması yapım maliyetini azaltmaktadır. Jeolojik açıdan hattın yumuşak zeminden geçmesi kazı çalışmalarını kolaylaştırmaktadır.

6.3 Güzergâhta İşletme Maliyeti

Güzergâhtaki işletme maliyetini etkileyen pek çok faktör olduğu için yapım işlerinden önce işletme maliyetini kesin olarak hesaplamak oldukça zordur. Hattın yer altı ya da yer üstü olmasına göre, güzergâh üzerinde seçilen eğim değerlerine göre, hat üzerinde çalışacak araçların teknik özelliklerine göre işletme maliyeti değişmektedir. Güzergâhın tamamen yer altında çalışacağı hesap edilirse yapım maliyetleri artarken, yeryüzünde mevcut olan karayolları eğimlerine bağlılık sorunu olmadığı için arzu edilen minimum eğimlerde hattı tasarlamak mümkün olabilmekte bu durumda daha az çekici güç harcayarak hareket eden araçlar hattın çalışırken işletme maliyetlerini düşürmektedir. Ancak yer altına tasarlanan istasyonlar ve hattın kendisi yüksek yapım maliyetleri çıkarabilmekte, işletme safhasında da ek havalandırma ve elektrik tesisatları ile işletme maliyetlerini yükseltebilmektedir.

Yer üstünde çalışan raylı sistemlerde ise tünel ve delme maliyetlerinin bulunmaması yapım maliyetlerini düşürmektedir. Ancak karayolu düzenlemeleri hesapta olmayan maliyetler çıkarırken işletme safhasında da yer altı raylı sistem projelerine göre daha yüksek eğimlerle karşılaşılması araçları çekmek için yüksek motor güçlerine gereksinim doğurmaktadır. Bu durum hattın çalıştırılması sırasında maliyetleri arttırır.

Araçlar için seçilecek çekici güç motoru hattın eğiminin yanında istasyon aralıklarına göre değişen işletme hızına, durma ve hızlanma mesafelerine kadar pek çok etken göz önüne alınarak seçilmektedir. Yine hat üzerinde çalışacak araçların yakıt tipinden, lastik özelliklerine, araçların boyutlarına ve bir aracın yolcu kapasitesine kadar pek çok detay uzun vadede işletme maliyetlerini etkilemektedir. Bu sebeple çıkarmış olduğumuz yıllık işletme maliyeti genel kabuller ışığında yaklaşık bir değeri göstermektedir.

Çalışma yaptığımız güzergâhın yer üstünde ve mevcut karayoluna paralel tasarlanacağı düşünüldüğünde pek çok noktada karayolları için seçilmiş olan ve esasında demiryolları için çok uygun olmayan eğim ve kurp yarıçaplarına uymak gerekmektedir. Bu durum ivmelenmeyi güçleştirmekte ve araçların güç kazanması için daha fazla enerji gerektirmektedir. Ancak güzergâhımızda yer altından yer üstüne çıkışlar bulunmadığı ve istasyonlar birbirine çok yakın olmadığı için araçlar yüksek işletme hızlarına müsaade etmektedir. Bu durumda araçlarımız için işletme hızı ortalama olarak 45–50 km/h gibi bir hız değerine göre tasarlanabilir ki bu işletme hızında hattımız yer altından zemin seviyesine inişler ve çıkışlar içermediği için yüksek işletme hızlarına ulaşırken çok güçlü bir motor da gerektirmeyecektir.

Tablo 6.5: Raylı sistem türüne göre tren uzunluğu [30]

	Vagon Uzunluğu (m)	Yolcu Kapasitesi (yolcu/vagon)	Vagon Sayısı	Tren Uzunluğu (m)	Yolcu Kapasitesi (yolcu/tren)
Banliyö	20	272	(4 – 10)	80 – 200	1088 – 2720
Metro	20	272	(4 – 10)	80 – 200	1088 – 2720
Hafif Metro	20	272	(4 – 6)	80 – 120	1088 – 1632
Tramvay	30	272	(2 – 3)	60 – 90	544 – 816
Havaray (Normal)	15	170	4	60	680
Havaray (Küçük)	10	70	4	40	280

Tablo 6.5’de bahsedilen hafif metro, hafif raylı sisteme yakın bir sistem olup, verilen kapasiteler yaklaşık değerlerdir. Kullanılacak hafif raylı sistem araçlarında marka ve modele göre değişmekle birlikte her bir araçta yaklaşık olarak 280 yolcu taşınabilmektedir. Yolcu sayısı arttığında ya da azaldığında hat üzerinde vagon sayısını arttırarak veya sefer aralıklarını değiştirerek, yolcu kapasitesine uygun hizmeti vermek mümkün olacaktır.

6.3.1 Enerji Giderleri

Mevcut HRS işletmelerinden alınan değerlere göre araçlar km başına 2,88 KWs enerji harcamaktadır [32]. Elektrik enerjisinin Kasım 2018 ayı itibariyle Balıkesir Üniversitesi'ne birim maliyeti yaklaşık olarak 0,68 TL'dir. Bu durumda bir aracın km başına harcadığı enerjinin parasal karşılığı 1,96 TL'dir. 31 Aralık 2018 tarihinde geçerli döviz kuruna göre bu değer;

$$1,96 / 6,04: 0,32 \text{ Euro} \quad (6.8)$$

Raylı sistemin yıllık enerji giderleri taşıt dizisinin sabah ve akşam doruk saatlerde her iki yönde 12 dakika aralıklarla doruk saat dışındaki saatlerde ise yine her iki yönde 15 dakika aralıklarla çalışacağı seferlerin günlük 14 saat olacağı ve yıllık çalışma gününün 365 gün olacağı kabulleri ile hesap edilmiştir. Buna göre hattın yıllık enerji gideri yaklaşık olarak Tablo 6.6'ta verildiği gibidir.

Tablo 6.6: Yıllık enerji giderleri

	Doruk Saat	Diğer Saatler
Dizideki Araç Sayısı	4	4
Saatte Sefer Sayısı (Çift Yön)	10	8
Güzergâh Uzunluğu (Km)	17	17
Günlük Çalışma Süresi (Saat)	2	12
Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	365	365
Yıllık Katedilen Yol (Km)	496.400	2.382.720
Yıllık Katedilen Toplam Yol (Km)	2.879.120	
Araç - Km Enerji Gideri (€)	0,32	
Toplam Yıllık Enerji Gideri (€)	921.318	

6.3.2 Araç Bakım Giderleri

Kullanılacak araçların hizmet süresince düzenli olarak bakıma alınmaları gerekmektedir. Bu araçların bakımı için bakım atölyeleri tasarlanabileceği ve alanında yetkin bir teknik personel ekibi kurulabileceği gibi, yerel yönetim ve TCDD arasında yapılacak bir protokol ile bu hizmetler TCDD vasıtasıyla da yapılabilir. Zira TCDD Balıkesir’de çok uzun yıllardır hizmet vermekte olup oturmuş bir bakım ünitesi bulunmaktadır. Ancak üzerinde durulması gereken seçenek raylı sistemin kendine ait bir bakım biriminin kurulması yönünde olmalıdır. Zira sadece araçlar değil raylı sistemin kendisi de alt yapısı üst yapısı, istasyonları ve tüm parçaları ile teknik bakım gerektirmektedir. Araçların bakım onarım giderleri benzer işletmeler referans alınarak kilometre başına bakım maliyetinden hesaplanmıştır [32]. Araçların bir yılda katedeceği toplam yol Tablo 6.6’den alınmıştır. Buna göre yıllık araç bakım giderleri Tablo 6.7’de verildiği gibidir.

Tablo 6.7: Yıllık araç bakım giderleri

Araç-km Bakım Gideri (€)	0,32
Yıllık Katedilen Yol (Km)	2.879.120
Yıllık Araç Bakım Gideri (€)	921.318

6.3.3 Yol ve Sabit Tesislerin Yıllık Bakım Onarım Giderleri

Yıllık olarak yol ve sabit tesislerin bakım ve onarım giderleri yapım maliyeti üzerinden yüzdeler oranlara göre belirlenmiştir. Yıllık bakım onarım giderleri için ayrılan yüzdeler dilim benzer işletmeler referans alınarak tespit edilmiştir [32]. Buna göre yol ve sabit tesislerin yıllık bakım onarım giderleri Tablo 6.8’de verildiği gibidir.

Tablo 6.8: Yol ve sabit tesislerin yıllık bakım onarım giderleri

Yatırım Kalemleri	Maliyet (€)	Bakım Onarım (%)	Bakım Maliyeti (€)
Hemzemin Hat	21.080.000	0,70	147.560
Hemzemin İstasyon	15.871.842	0,70	111.103
Hat İşleri Malzeme ve Montaj	23.800.000	0,70	166.600
Elektromekranik	45.424.330	4,50	2.044.095
Toplam			2.469.358

6.3.4 Personel Giderleri

Sistemin ihtiyaç duyduğu personel miktarı göz önüne alınırken araç personeli, peron personeli ve bakım personeli hesaba katılmıştır. Aylık maaş ödemeleri personelin görev tanımına göre değişmekle beraber ortalama brüt maaş aylık 1000 Euro olarak kabul edilmiştir. Buna göre yıllık personel giderleri Tablo 6.9’da verildiği gibidir.

Tablo 6.9: Yıllık personel giderleri

Personel Giderleri	
İşletmedeki Dizi Sayısı	4
Vardiya	2
Makinist	8
İstasyon Sayısı	8
Biletçi	16
Güvenlik	32
Temizlik	8
Bakım Personeli	18
İşletme Personeli	68
Toplam Personel Sayısı	150
Aylık Ortalama Brüt Maaş (€)	1.000
Aylık Personel Gideri (€)	150.000
Yıllık Personel Giderleri	1800000

6.3.5 Amortismanlar

Proje kapsamındaki işlerin ekonomik ömürleri ve amortisman bedelleri Tablo 6.10'da verildiği şekilde belirlenmiştir. Hat, tesis ve araçların ekonomik ömürleri benzer işletmeler referans alınarak tespit edilmiştir [32].

Tablo 6.10: Yıllık amortisman bedelleri

Yatırım Kalemleri	Maliyet (€)	Ekonomik Ömür (yıl)	Yıllık Amortisman (€)
Hemzemin Hat	21.080.000	100	210.800
Hemzemin İstasyon	15.871.842	50	317.437
Hat İşleri Malzeme ve Montaj	23.800.000	30	793.333
Elektromekranik	45.424.330	30	1.514.144
Araçlar	75.120.000	30	2.504.000
Toplam			5.339.715

Yukarıda kalemler halinde değinilmeye çalışılan işletme giderlerinden anlaşılacağı üzere projenin ilk yatırım bedelinin yanı sıra yıllık işletme masrafları da ekonomik açıdan yüksek maliyetler doğurmaktadır. Projenin işletmeye açılacağı yıl için işletme giderlerinin özeti Tablo 6.11'de verildiği gibidir. Böyle büyük maliyetlerin ekonomik açıdan çevrilebilmesi için bilet ücretlerinin yanı sıra kira ve reklam gelirlerine de önem vermek gerekir.

Tablo 6.11: Raylı sistem yıllık işletme giderleri

Gider Kalemleri	Yıllık Giderler (Euro)
Enerji Giderleri	921,318
Araç Bakım Giderleri	921,318
Yol ve Sabit Tesis Bakım Giderleri	2,469,358
Personel Giderleri	1,800,000
Amortismanlar	5,339,715
Toplam	11,451,710

6.3.6 İşletme Gelirleri

Bilet ücretlerinin kullanıcılar için ek maliyet getirmeyecek şekilde daha önce hatta çalışan otobüslerin ücretleri ile uyumlu olması hususuna özen gösterilmelidir. Hattı kullananların büyük oranda öğrenci olması bu projenin sosyal yönünü daha da öne çıkarmaktadır. Ancak kent içi raylı sistemlerin diğer karayolu toplu taşıma sistemlerine göre toplam yatırım maliyetinin yüksek olması işletim sırasında bilet ücretlerinin düşük tutulmasını zorlaştırmaktadır. Bu yatırım maliyetlerinin yüksek olmasının en önemli sebebi yol ve altyapı yapım maliyetleridir. Çünkü diğer kent içi toplu taşıma sistemleri kullandıkları yolun yapım maliyetini ödemezken, raylı sistemler kendi güzergâhını kendi inşa etmek zorundadır. Bu durum da raylı sistem maliyetlerini arttıran ve projelerin hayata geçirilmelerini zorlaştıran en önemli etkidir. Araçların bilet fiyatları bu durumdan olumsuz etkilenmekte, bilet fiyatları belirlenirken yapım maliyetleri ve işletme maliyetlerinin toplamını hesaba katmak gerekmektedir. Ayrıca bu tip büyük projelerde sadece bilet fiyatları ile bu maliyetleri karşılamak çok gerçekçi olmayacaktır. Hat üzerinde ve özellikle peronlarda büyük reklam panoları düzenlenmeli ve yine peronlarda yer altı ve yer üstü dükkanlar tasarlanmalıdır. Bu şekilde sistem ticaret ve reklam gelirleri ile kazançlarını çeşitlendirerek masraflarını daha kısa sürede karşılamış olacaktır.

Hat işletmeye girdikten sonra güzergâhta çalışan belediye denetimli özel halk otobüsleri kaldırılacak raylı sistem çalıştığı saatlerde hattın tüm yolcu yükünü raylı

sistem karşılayacaktır. Hattı kullanacak yolcuların büyük kısmı kentin farklı noktalarından aktarma yaparak hatta ulaşacak bilet fiyatlarında aktarma yapanlara indirimli ücret uygulanarak lastik tekerlekli toplu taşıma sistemi ile raylı toplu taşıma sistemi arasında bilet entegrasyonu da sağlanacaktır.

Tablo 6.12: 2017 yılı için günlük tahmini raylı sistem yolculuk sayıları

Taşıt Türleri	YOGT	İlçe Yolculuklarından Arındırılmış YOGT	Raylı Sisteme Aktarılacak Taşıt Sayısı	Taşıt Doluluk Oranları	Raylı Sisteme Aktarılacak Kesit Yolcu Sayısı
Otomobil	4967	4172,28	3129,21	1,75	5476,1175
Orta Yüklü Ticari Taşıt	415	348,6	348,6	30	10458
Otobüs	5	4,2	4,2	45	189
Kamyon	421	353,64	0	1,50	0
Kmy, Römork, Çekici	294	246,96	0	1,50	0
Toplam	6102	5125,68	3482,01		16123,12

2017 yılı için günlük tahmini raylı sistem yolculuk sayıları Tablo 6.12’de verildiği gibidir. Yıllık ortalama günlük trafik değerleri Karayolları Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır (bkz.Tablo 4.2). Bu yolculuk değerleri içerisinde Bigadiç ve Sındırgı istikametine yapılan yolculuklar dâhildir. Güzergâh üzerinde yapmış olduğumuz kesit yolculuk sayımları sırasında Çağış Yerleşkesi’nden ileriye Bigadiç ve Sındırgı istikametine yapılan yolculukların toplam yolculuklara oranının ortalama %16 olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama günlük trafik değerlerinin Çağış Yerleşkesi’nden ileriye yapılan yolculuklardan arındırılması neticesinde güzergâhımızdaki günlük ortalama yolculuk sayılarına ulaşılmıştır. Bu değerler güzergâh üzerinde 2017 yılı için günlük ortalama yolculuk sayılarını vermektedir. Yolculuk sayıları yaz aylarında öğrencilerin azalması ile düşmekte kış aylarında ise artmaktadır. Bizim belirlemiş olduğumuz değer ise tüm yılın ortalamasını yansıtmaktadır. Tablo 6.12’de görülen taşıt türleri Karayolları Genel Müdürlüğü’nün taşıt sayımları sırasında yapmış olduğu sınıflandırmayı yansıtmaktadır. Bu sınıflandırmada orta yüklü ticari taşıtlar dolmuşları, okul servislerini ve Çağış Yerleşkesi’ne öğrenci taşıyan belediye denetimli özel halk otobüslerini

kapsamaktadır. Raylı sistem hayata geçtiğinde güzergâh üzerinde çalışan karayolu toplu taşıma araçlarının tamamının kaldırılması, bunun yanında raylı sistemin otomobil ile yapılan yolculuklara da ciddi bir alternatif oluşturması beklenmektedir. Bu nedenle raylı sistem yolcu sayıları orta yüklü ticari taşıt ve otobüs yolculuklarının tamamının, otomobil yolculuklarının ise %75'inin raylı sisteme kaydığı kabul edilerek hesap edilmiştir. Taşıt doluluk oranları ise güzergâh üzerinde yapmış olduğumuz kesit yolculuk sayımları sırasında tespit edilmiştir (bkz. Tablo 4.3). Orta yüklü ticari taşıt doluluk oranları Çağış Yerleşkesi'ne yolcu taşıyan belediye denetimli özel halk otobüsleri ve dolmuş doluluk oranlarının ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2017 yılı YOGT değerlerine göre raylı sisteme aktarılabacak günlük yolcu sayısı 16123,12 kişidir. Raylı sistemin yapım işlerinin tamamlanacağı en erken tarih 2022 yılı olup (bkz. Tablo 6.4) bu durumda hattın işletmeye açılması beklenen tarih 2023 yılıdır. Güzergah üzerinde yıllık ortalama günlük trafik değerinin yıllık artış miktarı yaklaşık olarak %7,67'dir (bkz. Şekil 4.16). Her yıl için yolcu sayısının %7,67 oranında artacağı öngörülmüştür. Yıllık ortalama günlük yolcu sayıları Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan kesit sayımlarını yansıtmaktadır. Bunun yanında hat üzerinde indi – bindi yolculukları da bulunmaktadır. Bu yolculuk miktarı yıllık ortalama günlük yolculuk miktarlarının %50'si olarak kabul edilmiştir. 2018 yılı için geçerli otobüs bilet ücretlerinin yıllık enflasyon oranı doğrultusunda hattın işletmeye açılması planlanan 2023 yılı için güncellenmesi neticesinde öğrenci biletinin 4,98 TL, tam biletin 6,22 TL olacağı ve günlük yolculukların %50 'sinin öğrenci %50'sinin tam bilet olacağı kabul edilmiştir. Buna göre raylı sistem bilet ücretlerinin mevcut otobüs bileti ücretleri ile aynı olacağı öngörülmüştür. Buna göre 31 Aralık 2018 tarihi Euro kuruna göre tam bilet fiyatı,

$$6,22 / 1,03: 0,83 \text{ Euro} \quad (6.9)$$

Öğrenci bileti fiyatı,

$$4,98 / 6,04: 0,82 \text{ Euro} \quad (6.10)$$

2023 yılına kadar geçen sürede Euro para biriminin Türk Lirası karşısındaki muhtemel değer artışlarının enflasyon artışlarına eşit olduğu kabul edilerek bilet

fiyatları döviz kuru üzerinden hesap edilmiş ve yıllar içinde sabit kaldığı varsayılmıştır.

Bütün bu kabuller üzerinden 2023 yılı için beklenen raylı sistem yolcu sayısı ve işletme geliri Tablo 6.13'te verildiği gibidir. Tabloda belirlenen yolcu gelirlerine %10 oranında dolaylı gelirler ekleneceği kabul edilerek işletme gelirleri bulunmuştur. Dolaylı gelirler raylı sistem peronlarında hizmete açılacak ticari meskenler, otomatik satış üniteleri, araç otoparkları ve reklam gelirlerinden oluşmaktadır.

Tablo 6.13: Hattın işletme geliri

Yıl	Günlük Kesit Yolcu Sayısı	İndi Bindi Yolcu Sayısı	Toplam Yolcu Sayısı	Tam Bilet Ücreti	Öğrenci Bilet Ücreti	Gün Sayısı	Yolcu Geliri	Dolaylı Gelirler	İşletme Geliri
2017	16123,12	8061,56	24184,68	1,03	0,82	365			
2018	17359,76	8679,88	26039,64	1,03	0,82	365			
2019	18691,26	9345,63	28036,89	1,03	0,82	365			
2020	20124,88	10062,44	30187,31	1,03	0,82	365			
2021	21668,45	10834,23	32502,68	1,03	0,82	365			
2022	23330,43	11665,21	34995,64	1,03	0,82	365			
2023	25119,87	12559,93	37679,80	1,03	0,82	365	12.721.643	2.544.328,70	15.265.972,19

6.4 Mali Fizibilite Etüdü

Balıkesir Kent Merkezi Çağış Yerleşkesi arası hafif raylı sistem mali fizibilite etüdünde 2020 – 2049 yılları arası yapım ve işletme dönemi yatırımcı – işletmeci kuruluş açısından işletme gelir ve gider dengesi değerlendirilmiştir. Bu bölümde mali değerlendirmede kullanılan yöntem ve temel varsayımlar açıklanmıştır.

Balıkesir Kent Merkezi – Çağış yerleşkesi hafif raylı sistem hattının yapım çalışmalarına 2020 yılında başlanacağı, 2022 yılının sonunda tamamlanan hattın 2023 yılından itibaren işletmeye açılacağı öngörülmüştür.

2020 – 2049 yılları arasındaki 30 yıllık değerlendirme dönemi içinde iskonto oranı %10 olarak öngörülerek projenin kredi geri ödeme planı, net bugünkü değeri ve mali iç karlılık oranı Euro para birimi üzerinden hesaplanmıştır..

Mali fizibilite etüdünde hesaba katılan gelir ve giderler aşağıdaki gibidir;

6.4.1 Hat ve Tesislerin Yatırım Giderleri:

Hat ve tesislerin yatırım giderleri raylı sistem yatırım maliyetinden alınmıştır (bkz. Tablo 6.4). Bu maliyet 2020 – 2022 yılları arasını kapsamaktadır.

6.4.2 İşletme Bakım ve Giderleri:

İşletme bakım ve giderleri, hattın enerji giderleri, araçların bakım giderleri, yol ve sabit tesislerin bakım giderleri, personel giderleri ve araç ve ekipmanların hizmet ömrünün tükenmesinden kaynaklanan amortisman bedellerinden oluşmaktadır (bkz Tablo 6.11). Bu giderler işletme dönemi olan 2023 – 2049 yılları arasını kapsamaktadır. Yıllar içinde döviz para biriminde yaşanacak artışların enflasyon artışlarına denk olacağı kabul edilmiş bu nedenle işletme giderleri Euro para birimi üzerinden hesap edildiği için yıllar içinde işletme giderlerinde gerçekleşecek olan enflasyon artışları gözardı edilmiştir. Bu kabuller doğrultusunda işletme giderlerinin 27 yıllık değişimi aşağıdaki şekilde hesap edilmiştir.

Raylı sistemin yıllık enerji giderleri taşıt dizisinin sabah ve akşam doruk saatlerde her iki yönde 12 dakika aralıklarla doruk saat dışındaki saatlerde ise yine her iki yönde 15 dakika aralıklarla çalışacağı seferlerin günlük 14 saat olacağı ve yıllık çalışma gününün 365 gün olacağı kabulleri ile hesap edilmiştir (bkz. Tablo 6.6). Ancak işletmenin 27 yıl boyunca aynı şartlarda işletilmeyeceği ve artan yolcu talebi ile taşıt dizilerinin daha yoğun bir şekilde çalışacağı öngörülmüştür. Buna göre 27 yıllık işletim süresi 3 eşit parçaya bölünmüş her 9 yılda bir taşıt dizilerinin doruk saat ve doruk saat dışı sefer sayılarının artacağı öngörülmüştür. Bu kabuller doğrultusunda planlanan hafif raylı sistem hattımızın işletme dönemi boyunca enerji giderleri Tablo 6.14’de verildiği gibidir. İşletmenin ilk döneminde doruk saatte 12 dakika doruk saat dışında 15 dakika aralıklarla planlanan sefer sıklığı, işletmenin ikinci döneminde doruk saatte 10 dakikaya, doruk saat dışında 12 dakikaya, üçüncü dönemde ise hem doruk saatte hem doruk saat dışında 8 dakikaya kadar düşmektedir.

Tablo 6.14: İşletme dönemi boyunca yıllık enerji giderleri

	2023-2031		2032-2040		2041-2049	
	Doruk Saat	Diğer Saatler	Doruk Saatler	Diğer Saatler	Doruk Saatler	Diğer Saatler
Dizideki Araç Sayısı	4	4	4	4	4	4
Saatte Sefer Sayısı (Çift Yön)	10	8	12	10	14	14
Güzergâh Uzunluğu (Km)	17	17	17	17	17	17
Günlük Çalışma Süresi (Saat)	2	12	2	12	2	12
Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	365	365	365	365	365	365
Yıllık Katedilen Yol (Km)	496.400	2.382.720	595.680	2.978.400	694.960	4.169.760
Yıllık Katedilen Toplam Yol (Km)	2.879.120		3.574.080		4.864.720	
Araç - Km Enerji Gideri (€)	0,32		0,32		0,32	
Toplam Yıllık Enerji Gideri (€)	921.318		1.143.706		1.556.710	

Hattın yıllık araç bakım giderleri Tablo 6.7’de verildiği gibidir. Ancak bu giderlerin yine ilerleyen yıllarda araçların sefer sıklıklarının artmasıyla doğru orantılı olarak artacağı öngörülmektedir. Araçların her yıl katedeceği yol miktarı Tablo

6.14'ten alınmıştır. Araçların yıllık katedeceği toplam yol üzerinden araçların işletme dönemi boyunca bakım giderleri ise Tablo 6.15'da verildiği gibidir.

Tablo 6.15: İşletme dönemi boyunca yıllık araç bakım giderleri

Araç-km Bakım Gideri (€)	0,32	0,32	0,32
Araçların Yılda Yapacağı Toplam Km	2.879.120	3.574.080	4.864.720
Yıllık Araç Bakım Gideri (€)	921.318	1.143.706	1.556.710

Yol ve sabit tesislerin işletme dönemi boyunca bakım onarım giderleri yıllık bakım onarım giderleri üzerinden hesap edilmiştir (bkz. Tablo 6.8). Bu giderlerin işletme dönemi boyunca enflasyon artışı dışında sabit kalacağı ve bu artışın da döviz kurları oranında olacağı öngörüldüğü için yol ve sabit tesislerin bakım onarım giderleri işletme dönemi boyunca her yıl için aynı alınmıştır.

Hafif raylı sistem hattında çalışacak personel giderleri, yıllık personel giderleri üzerinden hesap edilmiştir (bkz. Tablo 6.9). İşletme dönemi boyunca yolcu sayısındaki artış ve sefer sıklığının artması sonucu personel sayısının da artacağı öngörülerek işletme dönemi boyunca hesaplanan personel giderleri Tablo 6.16'da verildiği gibidir.

Tablo 6.16: İşletme dönemi boyunca yıllık personel giderleri

Personel Giderleri	2023-2031	2032-2040	2041-2049
İşletmedeki Dizi Sayısı	4	6	6
Vardiya	2	2	2
Makinist	8	12	12
İstasyon Sayısı	8	8	8
Biletçi	16	16	16
Güvenlik	32	32	32
Temizlik	8	8	8
Bakım Personeli	18	20	22
İşletme Personeli	68	70	72
Toplam Personel Sayısı	150	158	162
Aylık Ortalama Brüt Maaş (€)	1.000	1.000	1.000
Aylık Personel Gideri (€)	150.000	158.000	162.000
Yıllık Personel Giderleri (€)	1.800.000	1.896.000	1.944.000

İşletme dönemi boyunca amortisman bedelleri yıllık amortisman bedelleri üzerinden hesap edilmiştir (bkz. Tablo 6.10). Bu bedellerin işletme dönemi boyunca enflasyon artışı dışında sabit kalacağı ve bu artışın da döviz kurları oranında olacağı

öngörüldüğü için amortisman bedelleri işletme dönemi boyunca her yıl için aynı alınmıştır.

Toplam işletme giderlerinin miktarı Tablo 6.17’de gösterildiği gibidir.

Tablo 6.17: İşletme dönemi boyunca yıllık işletme giderleri

	2023-2031	2032-2040	2041-2049
Yıllık Enerji Gideri (€)	921.318	1.143.706	1.556.710
Yıllık Araç Bakım Gideri (€)	921.318	1.143.706	1.556.710
Yol ve Sabit Tesis Bakım Gideri (€)	2.469.357	2.469.357	2.469.357
Yıllık Personel Gideri (€)	1.800.000	1.896.000	1.944.000
Amortismanlar (€)	5.339.715	5.339.715	5.339.715
Toplam İşletme Giderleri (€)	11.451.708	11.992.483	12.866.492

6.4.3 İşletme Gelirleri:

2023 yılı için beklenen raylı sistem işletme geliri Bölüm 6.3.6’da hesap edilmiştir (bkz. Tablo 6.13). Bu gelirler işletme dönemi olan 2023 – 2049 yılları arasında kapsamaktadır. 2023 geliri üzerinden her yıl için yolcu sayısının %7,67 oranında artacağı öngörülerek (bkz. Şekil 4.16) 2023 – 2049 yılları arası hattın muhtemel yolcu sayıları ve işletme gelirleri hesap edilmiştir. Bu gelirler hesaplanırken tam bilet ve öğrenci bileti olarak iki farklı fiyat kullanılmış, öğrenci bileti ve tam bilet oranlarının eşit olacağı kabul edilmiştir. 2023 – 2049 yılları arasında Euro para biriminin Türk Lirası karşısındaki muhtemel değer artışlarının enflasyon artışlarına eşit olduğu kabul edilerek bilet fiyatları döviz kuru üzerinden hesap edilmiş ve yıllar içinde bilet fiyatlarının döviz cinsinden sabit kaldığı varsayılmıştır. Buna göre hattın işletme dönemi boyunca işletme gelirleri Tablo 6.18’de verildiği gibidir.

Tablo 6.18: İşletme dönemi boyunca işletme gelirleri (Euro)

	Günlük Kesit Yolcu Sayısı	İndi Bindi Yolcu Sayısı	Toplam Yolcu Sayısı	Tam Bilet Ücreti	Öğrenci Bilet Ücreti	Gün Sayısı	Yolcu Geliri	Dolaylı Gelirler	İşletme Geliri
2017	16123,12	8061,56	24184,68	1,03	0,82	365			
2018	17359,76	8679,88	26039,64	1,03	0,82	365			
2019	18691,26	9345,63	28036,89	1,03	0,82	365			
2020	20124,88	10062,44	30187,31	1,03	0,82	365			
2021	21668,45	10834,23	32502,68	1,03	0,82	365			
2022	23330,43	11665,21	34995,64	1,03	0,82	365			
2023	25119,87	12559,93	37679,80	1,03	0,82	365	12.721.643	2.544.328,70	15.265.972,19
2024	27046,56	13523,28	40569,84	1,03	0,82	365	13.697.394	2.739.478,71	16.436.872,26
2025	29121,03	14560,52	43681,55	1,03	0,82	365	14.747.984	2.949.596,73	17.697.580,36
2026	31354,62	15677,31	47031,93	1,03	0,82	365	15.879.154	3.175.830,80	19.054.984,78
2027	33759,52	16879,76	50639,27	1,03	0,82	365	17.097.085	3.419.417,02	20.516.502,11
2028	36348,87	18174,44	54523,31	1,03	0,82	365	18.408.432	3.681.686,30	22.090.117,82
2029	39136,83	19568,41	58705,24	1,03	0,82	365	19.820.358	3.964.071,64	23.784.429,86
2030	42138,62	21069,31	63207,94	1,03	0,82	365	21.340.580	4.268.115,94	25.608.695,63
2031	45370,66	22685,33	68055,99	1,03	0,82	365	22.977.402	4.595.480,43	27.572.882,58
2032	48850,59	24425,29	73275,88	1,03	0,82	365	24.739.769	4.947.953,78	29.687.722,67
2033	52597,43	26298,71	78896,14	1,03	0,82	365	26.637.309	5.327.461,83	31.964.771,00
2034	56631,65	28315,82	84947,47	1,03	0,82	365	28.680.391	5.736.078,16	34.416.468,94
2035	60975,30	30487,65	91462,94	1,03	0,82	365	30.880.177	6.176.035,35	37.056.212,11
2036	65652,10	32826,05	98478,15	1,03	0,82	365	33.248.686	6.649.737,26	39.898.423,58
2037	70687,62	35343,81	106031,43	1,03	0,82	365	35.798.861	7.159.772,11	42.958.632,66
2038	76109,36	38054,68	114164,04	1,03	0,82	365	38.544.633	7.708.926,63	46.253.559,79
2039	81946,95	40973,47	122920,42	1,03	0,82	365	41.501.007	8.300.201,30	49.801.207,82
2040	88232,28	44116,14	132348,42	1,03	0,82	365	44.684.134	8.936.826,74	53.620.960,46
2041	94999,69	47499,85	142499,54	1,03	0,82	365	48.111.407	9.622.281,36	57.733.688,13
2042	102286,17	51143,08	153429,25	1,03	0,82	365	51.801.552	10.360.310,34	62.161.862,01
2043	110131,52	55065,76	165197,28	1,03	0,82	365	55.774.731	11.154.946,14	66.929.676,83
2044	118578,61	59289,30	177867,91	1,03	0,82	365	60.052.653	12.010.530,51	72.063.183,04
2045	127673,58	63836,79	191510,38	1,03	0,82	365	64.658.691	12.931.738,20	77.590.429,18
2046	137466,15	68733,07	206199,22	1,03	0,82	365	69.618.013	13.923.602,52	83.541.615,10
2047	148009,80	74004,90	222014,70	1,03	0,82	365	74.957.714	14.991.542,83	89.949.256,98
2048	159362,15	79681,08	239043,23	1,03	0,82	365	80.706.971	16.141.394,16	96.848.364,99
2049	171585,23	85792,62	257377,85	1,03	0,82	365	86.897.195	17.379.439,10	104.276.634,58

6.4.4 Finansman Giderleri:

Finansman giderleri hem yatırım hem işletme dönemi olan 2020 – 2049 yılları arasını kapsamaktadır. Finansman giderleri için 6 farklı senaryo öngörölmüş her senaryo farklı kredi koşullarına göre düzenlenmiştir.

Senaryo 1, %15 Özkaynak %85 Dış Kredi

Senaryo 2, %30 Özkaynak %70 Dış Kredi

Senaryo 3, %50 Özkaynak %50 Dış Kredi

Senaryo 4, %15 Özkaynak %85 İller Bankası kredisi

Senaryo 5, %30 Özkaynak %70 İller Bankası kredisi

Senaryo 6, %50 Özkaynak %50 İller Bankası kredisi

Proje için kullanılacak düşük faizli dış kredi koşulları;

Kredi Faizi: Yıllık %3 (Euro cinsinden)

Geri Ödemesiz Süre: 3 Sene

Geri Ödeme Süresi: 27 Sene

Proje için kullanılacak İller Bankası kredi koşulları ise;

Kredi Faizi: Yıllık %2 (Euro cinsinden)

Geri Ödemesiz Süre: 3 Sene

Geri Ödeme Süresi: 27 Sene olarak kabul edilmiştir.

6.4.4.1 Senaryo 1:

Bu modelde projenin %85 oranında dış kredi ile finanse edildiği kabul edilmiştir. Dış kredi faiz oranı %3 kabul edilmiş olup kullanılan kredi miktarı 208.365.490 Euro'dur. Bu modelde gerekli özkaynak miktarı KDV dahil 36.770.379 Euro'dur. Kullanılan kredinin ödeme tablosu Tablo 6.19'da verildiği gibidir. Toplam 99.516.400 Euro faiz ödemesi öngörülmüştür.

Tablo 6.19: Senaryo 1 kredi geri ödeme tablosu

Yıl	Kullanılan Kredi (Euro)	Dönem Başı (Euro)	Dönem Sonu (Euro)	Faiz Ödemesi (Euro)	Ana Para Geri Ödemesi (Euro)	Toplam Ödeme (Euro)
2020	58.365.490	0	58.365.490	875.482		875.482
2021	75.000.000	58.365.490	133.365.490	2.875.965		2.875.965
2022	75.000.000	133.365.490	208.365.490	5.125.965		5.125.965
2023		208.365.490	208.365.490	6.250.965		6.250.965
2024		208.365.490	208.365.490	6.250.965		6.250.965
2025		208.365.490	200.030.870	6.125.945	8.334.620	14.460.565
2026		200.030.870	191.696.251	5.875.907	8.334.620	14.210.526
2027		191.696.251	183.361.631	5.625.868	8.334.620	13.960.488
2028		183.361.631	175.027.012	5.375.830	8.334.620	13.710.449
2029		175.027.012	166.692.392	5.125.791	8.334.620	13.460.411
2030		166.692.392	158.357.772	4.875.752	8.334.620	13.210.372
2031		158.357.772	150.023.153	4.625.714	8.334.620	12.960.333
2032		150.023.153	141.688.533	4.375.675	8.334.620	12.710.295
2033		141.688.533	133.353.914	4.125.637	8.334.620	12.460.256
2034		133.353.914	125.019.294	3.875.598	8.334.620	12.210.218
2035		125.019.294	116.684.674	3.625.560	8.334.620	11.960.179
2036		116.684.674	108.350.055	3.375.521	8.334.620	11.710.141
2037		108.350.055	100.015.435	3.125.482	8.334.620	11.460.102
2038		100.015.435	91.680.816	2.875.444	8.334.620	11.210.063
2039		91.680.816	83.346.196	2.625.405	8.334.620	10.960.025
2040		83.346.196	75.011.576	2.375.367	8.334.620	10.709.986
2041		75.011.576	66.676.957	2.125.328	8.334.620	10.459.948
2042		66.676.957	58.342.337	1.875.289	8.334.620	10.209.909
2043		58.342.337	50.007.718	1.625.251	8.334.620	9.959.870
2044		50.007.718	41.673.098	1.375.212	8.334.620	9.709.832
2045		41.673.098	33.338.478	1.125.174	8.334.620	9.459.793
2046		33.338.478	25.003.859	875.135	8.334.620	9.209.755
2047		25.003.859	16.669.239	625.096	8.334.620	8.959.716
2048		16.669.239	8.334.620	375.058	8.334.620	8.709.677
2049		8.334.620	0	125.019	8.334.620	8.459.639
Toplam	208.365.490			99.516.400	208.365.490	307.881.890

Tablo 6.20: Senaryo 1 fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Kredi Girişi	Toplam İşletme	Toplam Nakit	Yatırım Gideri	Ana Para Geri Ödemesi	Faiz Ödemesi	İşletme Gideri	Toplam Nakit	Net Nakit	Kümülatif Nakit	Toplam Nakit	Toplam Nakit	NBD
2020	58.365.490		58.365.490	27.342.774		875.482		28.218.256	30.147.234	30.147.234	53.059.536	25.652.960	27.406.576
2021	75.000.000		75.000.000	85.012.309		2.875.965		87.888.274	-12.888.274	17.258.960	61.983.471	72.634.937	-10.651.466
2022	75.000.000		75.000.000	132.780.786		5.125.965		137.906.751	-62.906.751	-45.647.791	56.348.610	103.611.383	-47.262.773
2023		15.265.972	15.265.972			6.250.965	11.451.708	17.702.673	-2.436.701	-48.084.492	10.426.864	12.091.164	-1.664.299
2024		16.436.872	16.436.872			6.250.965	11.451.708	17.702.673	-1.265.801	-49.350.292	10.206.004	10.991.967	-785.963
2025		17.697.580	17.697.580		8.334.620	6.125.945	11.451.708	25.912.273	-8.214.693	-57.564.985	9.989.823	14.626.803	-4.636.980
2026		19.054.985	19.054.985		8.334.620	5.875.907	11.451.708	25.662.235	-6.607.250	-64.172.235	9.778.220	13.168.784	-3.390.564
2027		20.516.502	20.516.502		8.334.620	5.625.868	11.451.708	25.412.196	-4.895.694	-69.067.929	9.571.100	11.854.977	-2.283.877
2028		22.090.118	22.090.118		8.334.620	5.375.830	11.451.708	25.162.158	-3.072.040	-72.139.969	9.368.366	10.671.211	-1.302.845
2029		23.784.430	23.784.430		8.334.620	5.125.791	11.451.708	24.912.119	-1.127.689	-73.267.658	9.169.927	9.604.700	-434.773
2030		25.608.696	25.608.696		8.334.620	4.875.752	11.451.708	24.662.080	946.615	-72.321.043	8.975.692	8.643.909	331.783
2031		27.572.883	27.572.883		8.334.620	4.625.714	11.451.708	24.412.042	3.160.841	-69.160.202	8.785.570	7.778.429	1.007.141
2032		29.687.723	29.687.723		8.334.620	4.375.675	11.992.483	24.702.778	4.984.945	-64.175.257	8.599.476	7.155.515	1.443.961
2033		31.964.771	31.964.771		8.334.620	4.125.637	11.992.483	24.452.739	7.512.032	-56.663.225	8.417.323	6.439.170	1.978.153
2034		34.416.469	34.416.469		8.334.620	3.875.598	11.992.483	24.202.700	10.213.769	-46.449.456	8.239.029	5.793.934	2.445.095
2035		37.056.212	37.056.212		8.334.620	3.625.560	11.992.483	23.952.662	13.103.550	-33.345.906	8.064.511	5.212.797	2.851.714
2036		39.898.424	39.898.424		8.334.620	3.375.521	11.992.483	23.702.623	16.195.800	-17.150.106	7.893.690	4.689.438	3.204.253
2037		42.958.633	42.958.633		8.334.620	3.125.482	11.992.483	23.452.585	19.506.048	2.355.942	7.726.488	4.218.153	3.508.334
2038		46.253.560	46.253.560		8.334.620	2.875.444	11.992.483	23.202.546	23.051.014	25.406.956	7.562.827	3.793.802	3.769.025
2039		49.801.208	49.801.208		8.334.620	2.625.405	11.992.483	22.952.507	26.848.700	52.255.656	7.402.632	3.411.744	3.990.888
2040		53.620.960	53.620.960		8.334.620	2.375.367	11.992.483	22.702.469	30.918.492	83.174.148	7.245.831	3.067.798	4.178.033
2041		57.733.688	57.733.688		8.334.620	2.125.328	12.866.492	23.326.440	34.407.248	117.581.396	7.092.351	2.865.559	4.226.792
2042		62.161.862	62.161.862		8.334.620	1.875.289	12.866.492	23.076.401	39.085.461	156.666.857	6.942.122	2.577.130	4.364.992
2043		66.929.677	66.929.677		8.334.620	1.625.251	12.866.492	22.826.363	44.103.314	200.770.171	6.795.075	2.317.460	4.477.615
2044		72.063.183	72.063.183		8.334.620	1.375.212	12.866.492	22.576.324	49.486.859	250.257.030	6.651.143	2.083.704	4.567.439
2045		77.590.429	77.590.429		8.334.620	1.125.174	12.866.492	22.326.286	55.264.144	305.521.173	6.510.260	1.873.297	4.636.963
2046		83.541.615	83.541.615		8.334.620	875.135	12.866.492	22.076.247	61.465.368	366.986.541	6.372.361	1.683.925	4.688.436
2047		89.949.257	89.949.257		8.334.620	625.096	12.866.492	21.826.208	68.123.049	435.109.590	6.237.383	1.513.502	4.723.880
2048		96.848.365	96.848.365		8.334.620	375.058	12.866.492	21.576.170	75.272.195	510.381.785	6.105.264	1.360.149	4.745.115
2049		104.276.635	104.276.635		8.334.620	125.019	12.866.492	21.326.131	82.950.503	593.332.289	5.975.943	1.222.170	4.753.773
Toplam	208.365.490	1.264.780.707	1.473.146.197	245.135.869	208.365.490	99.516.400	326.796.150	879.813.909			387.496.894	362.610.472	24.886.423
NBD	24.886.423												
IRR (%)	12,9												
F/M	1,07												

Senaryo 1 için nakit akış tablosu Tablo 6.20’de verildiği gibidir. Bu senaryo için net bugünkü değer 24.886.423 Euro, içsel karlılığı %12,90, fayda maliyet oranı ise 1,07’dir.

6.4.4.2 Senaryo 2:

Bu modelde projenin %70 oranında dış kredi ile finanse edildiği kabul edilmiştir. Dış kredi faiz oranı %3 kabul edilmiş olup kullanılan kredi miktarı 171.595.109 Euro’dur. Bu modelde gerekli özkaynak miktarı KDV dahil 73.540.760 Euro’dur. Kullanılan kredinin ödeme tablosu Tablo 6.21’de verildiği gibidir. Toplam 80.763.506 Euro faiz ödemesi öngörülmüştür.

Tablo 6.21: Senaryo 2 kredi geri ödeme tablosu

Yıllar	Kullanılan Kredi (Euro)	Dönem Başı (Euro)	Dönem Sonu (Euro)	Faiz Ödemesi (Euro)	Ana Para Ödemesi (Euro)	Toplam Ödeme (Euro)
2020	21.595.109	0	21.595.109	323.927		323.927
2021	75.000.000	21.595.109	96.595.109	1.772.853		1.772.853
2022	75.000.000	96.595.109	171.595.109	4.022.853		4.022.853
2023		171.595.109	171.595.109	5.147.853		5.147.853
2024		171.595.109	171.595.109	5.147.853		5.147.853
2025		171.595.109	164.731.305	5.044.896	6.863.804	11.908.701
2026		164.731.305	157.867.500	4.838.982	6.863.804	11.702.786
2027		157.867.500	151.003.696	4.633.068	6.863.804	11.496.872
2028		151.003.696	144.139.892	4.427.154	6.863.804	11.290.958
2029		144.139.892	137.276.087	4.221.240	6.863.804	11.085.044
2030		137.276.087	130.412.283	4.015.326	6.863.804	10.879.130
2031		130.412.283	123.548.478	3.809.411	6.863.804	10.673.216
2032		123.548.478	116.684.674	3.603.497	6.863.804	10.467.302
2033		116.684.674	109.820.870	3.397.583	6.863.804	10.261.388
2034		109.820.870	102.957.065	3.191.669	6.863.804	10.055.473
2035		102.957.065	96.093.261	2.985.755	6.863.804	9.849.559
2036		96.093.261	89.229.457	2.779.841	6.863.804	9.643.645
2037		89.229.457	82.365.652	2.573.927	6.863.804	9.437.731
2038		82.365.652	75.501.848	2.368.013	6.863.804	9.231.817
2039		75.501.848	68.638.044	2.162.098	6.863.804	9.025.903
2040		68.638.044	61.774.239	1.956.184	6.863.804	8.819.989
2041		61.774.239	54.910.435	1.750.270	6.863.804	8.614.074
2042		54.910.435	48.046.631	1.544.356	6.863.804	8.408.160
2043		48.046.631	41.182.826	1.338.442	6.863.804	8.202.246
2044		41.182.826	34.319.022	1.132.528	6.863.804	7.996.332
2045		34.319.022	27.455.217	926.614	6.863.804	7.790.418
2046		27.455.217	20.591.413	720.699	6.863.804	7.584.504
2047		20.591.413	13.727.609	514.785	6.863.804	7.378.590
2048		13.727.609	6.863.804	308.871	6.863.804	7.172.676
2049		6.863.804	0	102.957	6.863.804	6.966.761
Toplam	171.595.109			80.763.506	171.595.109	126.236.209

Tablo 6.22: Senaryo 2 fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Kredi Girişi	Toplam İşletme Geliri	Toplam Nakit Girişi	Yatırım Gideri	Ana Para Geri Ödemesi	Faiz Ödemesi	İşletme Gideri	Toplam Nakit Çıkışı	Net Nakit	Kümülatif Nakit	Toplam Nakit Girişi NBD	Toplam Nakit Çıkışı NBD	NBD
2020	21.595.109		21.595.109	27.342.774		323.927		27.666.701	-6.071.592	-6.071.592	19.631.917	25.151.546	-5.519.629
2021	75.000.000		75.000.000	85.012.309		1.772.853		86.785.162	-11.785.162	-17.856.754	61.983.471	71.723.275	-9739803,529
2022	75.000.000		75.000.000	132.780.786		4.022.853		136.803.639	-61.803.639	-79.660.393	56.348.610	102.782.599	-46433988,93
2023		15.265.972	15.265.972			5.147.853	11.451.708	16.599.562	-1.333.589	-80.993.983	10.426.864	11.337.724	-910859,4937
2024		16.436.872	16.436.872			5.147.853	11.451.708	16.599.562	-162.689	-81.156.672	10.206.004	10.307.022	-101017,2663
2025		17.697.580	17.697.580		6.863.804	5.044.896	11.451.708	23.360.409	-5.662.829	-86.819.500	9.989.823	13.186.342	-3196519,064
2026		19.054.985	19.054.985		6.863.804	4.838.982	11.451.708	23.154.495	-4.099.510	-90.919.010	9.778.220	11.881.917	-2103696,82
2027		20.516.502	20.516.502		6.863.804	4.633.068	11.451.708	22.948.581	-2.432.079	-93.351.089	9.571.100	10.705.682	-1134582,571
2028		22.090.118	22.090.118		6.863.804	4.427.154	11.451.708	22.742.666	-652.549	-94.003.638	9.368.366	9.645.111	-276744,3325
2029		23.784.430	23.784.430		6.863.804	4.221.240	11.451.708	22.536.752	1.247.678	-92.755.960	9.169.927	8.688.894	481033,6904
2030		25.608.696	25.608.696		6.863.804	4.015.326	11.451.708	22.330.838	3.277.857	-89.478.103	8.975.692	7.826.823	1148869,025
2031		27.572.883	27.572.883		6.863.804	3.809.411	11.451.708	22.124.924	5.447.958	-84.030.144	8.785.570	7.049.683	1735887,47
2032		29.687.723	29.687.723		6.863.804	3.603.497	11.992.483	22.459.784	7.227.938	-76.802.206	8.599.476	6.505.800	2093676,27
2033		31.964.771	31.964.771		6.863.804	3.397.583	11.992.483	22.253.870	9.710.901	-67.091.305	8.417.323	5.860.140	2557183,682
2034		34.416.469	34.416.469		6.863.804	3.191.669	11.992.483	22.047.956	12.368.513	-54.722.792	8.239.029	5.278.105	2960923,638
2035		37.056.212	37.056.212		6.863.804	2.985.755	11.992.483	21.842.042	15.214.170	-39.508.622	8.064.511	4.753.465	3311046,7
2036		39.898.424	39.898.424		6.863.804	2.779.841	11.992.483	21.636.128	18.262.296	-21.246.326	7.893.690	4.280.593	3613097,855
2037		42.958.633	42.958.633		6.863.804	2.573.927	11.992.483	21.430.214	21.528.419	282.093	7.726.488	3.854.412	3872075,383
2038		46.253.560	46.253.560		6.863.804	2.368.013	11.992.483	21.224.300	25.029.260	25.311.353	7.562.827	3.470.343	4092484,05
2039		49.801.208	49.801.208		6.863.804	2.162.098	11.992.483	21.018.385	28.782.822	54.094.175	7.402.632	3.124.249	4278383,144
2040		53.620.960	53.620.960		6.863.804	1.956.184	11.992.483	20.812.471	32.808.489	86.902.664	7.245.831	2.812.401	4433429,871
2041		57.733.688	57.733.688		6.863.804	1.750.270	12.866.492	21.480.567	36.253.121	123.155.786	7.092.351	2.638.801	4453549,988
2042		62.161.862	62.161.862		6.863.804	1.544.356	12.866.492	21.274.653	40.887.209	164.042.995	6.942.122	2.375.914	4566208,219
2043		66.929.677	66.929.677		6.863.804	1.338.442	12.866.492	21.068.739	45.860.938	209.903.933	6.795.075	2.139.016	4656059,187
2044		72.063.183	72.063.183		6.863.804	1.132.528	12.866.492	20.862.824	51.200.359	261.104.292	6.651.143	1.925.555	4725588,209
2045		77.590.429	77.590.429		6.863.804	926.614	12.866.492	20.656.910	56.933.519	318.037.811	6.510.260	1.733.227	4777032,69
2046		83.541.615	83.541.615		6.863.804	720.699	12.866.492	20.450.996	63.090.619	381.128.430	6.372.361	1.559.955	4812406,325
2047		89.949.257	89.949.257		6.863.804	514.785	12.866.492	20.245.082	69.704.175	450.832.605	6.237.383	1.403.862	4833520,967
2048		96.848.365	96.848.365		6.863.804	308.871	12.866.492	20.039.168	76.809.197	527.641.802	6.105.264	1.263.257	4842006,364
2049		104.276.635	104.276.635		6.863.804	102.957	12.866.492	19.833.254	84.443.381	612.085.183	5.975.943	1.136.615	4839327,992
Toplam	171.595.109	1.264.780.707	1.436.375.816	245.135.869	171.595.109	80.763.506	326.796.150	824.290.633			354.069.275	346.402.325	7.666.950
NBD	7.666.950												
IRR (%)	10,6												
F/M	1,02												

Senaryo 2 için nakit akış tablosu Tablo 6.22’de verildiği gibidir. Bu senaryo için net bugünkü değer 7.666.950 Euro, içsel karlılığı %10,6, fayda maliyet oranı ise 1,02’dir.

6.4.4.3 Senaryo 3:

Bu modelde projenin %50 oranında dış kredi ile finanse edildiği kabul edilmiştir. Dış kredi faiz oranı %3 kabul edilmiş olup kullanılan kredi miktarı 122.567.935 Euro’dur. Bu modelde gerekli özkaynak miktarı KDV dahil 122.567.934 Euro’dur. Kullanılan kredinin ödeme tablosu Tablo 6.23’de verildiği gibidir. Toplam 58.009.647 Euro faiz ödemesi öngörülmüştür.

Tablo 6.23: Senaryo 3 kredi geri ödeme tablosu

Yıllar	Kullanılan Kredi (Euro)	Dönem Başı (Euro)	Dönem Sonu (Euro)	Faiz Ödemesi (Euro)	Ana Para Ödemesi (Euro)	Toplam Ödeme (Euro)
2020	22.567.935	0	22.567.935	338.519		338.519
2021	50.000.000	22.567.935	72.567.935	1.427.038		1.427.038
2022	50.000.000	72.567.935	122.567.935	2.927.038		2.927.038
2023		122.567.935	122.567.935	3.677.038		3.677.038
2024		122.567.935	122.567.935	3.677.038		3.677.038
2025		122.567.935	117.665.218	3.603.497	4.902.717	8.506.215
2026		117.665.218	112.762.500	3.456.416	4.902.717	8.359.133
2027		112.762.500	107.859.783	3.309.334	4.902.717	8.212.052
2028		107.859.783	102.957.065	3.162.253	4.902.717	8.064.970
2029		102.957.065	98.054.348	3.015.171	4.902.717	7.917.889
2030		98.054.348	93.151.631	2.868.090	4.902.717	7.770.807
2031		93.151.631	88.248.913	2.721.008	4.902.717	7.623.726
2032		88.248.913	83.346.196	2.573.927	4.902.717	7.476.644
2033		83.346.196	78.443.478	2.426.845	4.902.717	7.329.563
2034		78.443.478	73.540.761	2.279.764	4.902.717	7.182.481
2035		73.540.761	68.638.044	2.132.682	4.902.717	7.035.399
2036		68.638.044	63.735.326	1.985.601	4.902.717	6.888.318
2037		63.735.326	58.832.609	1.838.519	4.902.717	6.741.236
2038		58.832.609	53.929.891	1.691.438	4.902.717	6.594.155
2039		53.929.891	49.027.174	1.544.356	4.902.717	6.447.073
2040		49.027.174	44.124.457	1.397.274	4.902.717	6.299.992
2041		44.124.457	39.221.739	1.250.193	4.902.717	6.152.910
2042		39.221.739	34.319.022	1.103.111	4.902.717	6.005.829
2043		34.319.022	29.416.304	956.030	4.902.717	5.858.747
2044		29.416.304	24.513.587	808.948	4.902.717	5.711.666
2045		24.513.587	19.610.870	661.867	4.902.717	5.564.584
2046		19.610.870	14.708.152	514.785	4.902.717	5.417.503
2047		14.708.152	9.805.435	367.704	4.902.717	5.270.421
2048		9.805.435	4.902.717	220.622	4.902.717	5.123.340
2049		4.902.717	0	73.541	4.902.717	4.976.258
Toplam	122.567.935			58.009.647	122.567.935	180.577.582

Tablo 6.24: Senaryo 3 fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Kredi Girişi	Toplam İşletme Geliri	Toplam Nakit	Yatırım	Ana Para Geri Ödemesi	Faiz Ödemesi	İşletme Gideri	Toplam Nakit Çıkışı	Net Nakit	Kümülatif Nakit	Toplam Nakit Girişi NBD	Toplam Nakit Çıkışı NBD	NBD
2020	22.567.935		22.567.935	27.342.774		338.519		27.681.293	-5.113.358	-5.113.358	20.516.305	25.164.812	-4.648.507
2021	50.000.000		50.000.000	85.012.309		1.427.038		86.439.347	-	-41.552.705	41.322.314	71.437.477	-30.115.163
2022	50.000.000		50.000.000	132.780.786		2.927.038		135.707.824	-	-127.260.529	37.565.740	101.959.297	-64.393.557
2023		15.265.972	15.265.972			3.677.038	11.451.708	15.128.746	137.226	-127.123.303	10.426.864	10.333.137	93.727
2024		16.436.872	16.436.872			3.677.038	11.451.708	15.128.746	1.308.126	-125.815.177	10.206.004	9.393.761	812.243
2025		17.697.580	17.697.580		4.902.717	3.603.497	11.451.708	19.957.923	-2.260.343	-128.075.520	9.989.823	11.265.727	-1.275.904
2026		19.054.985	19.054.985		4.902.717	3.456.416	11.451.708	19.810.841	-755.857	-128.831.377	9.778.220	10.166.094	-387.874
2027		20.516.502	20.516.502		4.902.717	3.309.334	11.451.708	19.663.760	852.742	-127.978.635	9.571.100	9.173.289	397.811
2028		22.090.118	22.090.118		4.902.717	3.162.253	11.451.708	19.516.678	2.573.439	-125.405.195	9.368.366	8.276.977	1.091.390
2029		23.784.430	23.784.430		4.902.717	3.015.171	11.451.708	19.369.597	4.414.833	-120.990.362	9.169.927	7.467.818	1.702.109
2030		25.608.696	25.608.696		4.902.717	2.868.090	11.451.708	19.222.515	6.386.180	-114.604.182	8.975.692	6.737.374	2.238.317
2031		27.572.883	27.572.883		4.902.717	2.721.008	11.451.708	19.075.434	8.497.449	-106.106.733	8.785.570	6.078.021	2.707.549
2032		29.687.723	29.687.723		4.902.717	2.573.927	11.992.483	19.469.127	10.218.596	-95.888.137	8.599.476	5.639.513	2.959.963
2033		31.964.771	31.964.771		4.902.717	2.426.845	11.992.483	19.322.045	12.642.726	-83.245.412	8.417.323	5.088.098	3.329.225
2034		34.416.469	34.416.469		4.902.717	2.279.764	11.992.483	19.174.964	15.241.505	-68.003.906	8.239.029	4.590.334	3.648.695
2035		37.056.212	37.056.212		4.902.717	2.132.682	11.992.483	19.027.882	18.028.330	-49.975.576	8.064.511	4.141.022	3.923.490
2036		39.898.424	39.898.424		4.902.717	1.985.601	11.992.483	18.880.801	21.017.623	-28.957.953	7.893.690	3.735.466	4.158.225
2037		42.958.633	42.958.633		4.902.717	1.838.519	11.992.483	18.733.719	24.224.914	-4.733.040	7.726.488	3.369.424	4.357.064
2038		46.253.560	46.253.560		4.902.717	1.691.438	11.992.483	18.586.638	27.666.922	22.933.882	7.562.827	3.039.064	4.523.763
2039		49.801.208	49.801.208		4.902.717	1.544.356	11.992.483	18.439.556	31.361.652	54.295.534	7.402.632	2.740.923	4.661.710
2040		53.620.960	53.620.960		4.902.717	1.397.274	11.992.483	18.292.475	35.328.486	89.624.020	7.245.831	2.471.873	4.773.958
2041		57.733.688	57.733.688		4.902.717	1.250.193	12.866.492	19.019.403	38.714.285	128.338.305	7.092.351	2.336.457	4.755.894
2042		62.161.862	62.161.862		4.902.717	1.103.111	12.866.492	18.872.321	43.289.541	171.627.846	6.942.122	2.107.626	4.834.496
2043		66.929.677	66.929.677		4.902.717	956.030	12.866.492	18.725.240	48.204.437	219.832.283	6.795.075	1.901.091	4.893.984
2044		72.063.183	72.063.183		4.902.717	808.948	12.866.492	18.578.158	53.485.025	273.317.308	6.651.143	1.714.690	4.936.454
2045		77.590.429	77.590.429		4.902.717	661.867	12.866.492	18.431.077	59.159.353	332.476.661	6.510.260	1.546.468	4.963.792
2046		83.541.615	83.541.615		4.902.717	514.785	12.866.492	18.283.995	65.257.620	397.734.281	6.372.361	1.394.661	4.977.700
2047		89.949.257	89.949.257		4.902.717	367.704	12.866.492	18.136.914	71.812.343	469.546.625	6.237.383	1.257.674	4.979.708
2048		96.848.365	96.848.365		4.902.717	220.622	12.866.492	17.989.832	78.858.533	548.405.158	6.105.264	1.134.068	4.971.195
2049		104.276.635	104.276.635		4.902.717	73.541	12.866.492	17.842.750	86.433.884	634.839.042	5.975.943	1.022.542	4.953.401
Toplam	122.567.935	1.264.780.707	1.387.348.642	245.135.869	122.567.935	58.009.647	326.796.150	752.509.601			315.509.636	326.684.777	-11.175.142
NBD	-11.175.142												
IRR (%)	9,3												
F/M	0,97												

Senaryo 3 için nakit akış tablosu Tablo 6.24’de verildiği gibidir. Bu senaryo için net bugünkü değer -11.175.142 Euro, içsel karlılığı %9,3, fayda maliyet oranı ise 0,97’dir.

6.4.4.4 Senaryo 4:

Bu modelde projenin %85 oranında İller Bankası kredi ile finanse edildiği kabul edilmiştir. İller Bankası kredi faiz oranı %2 kabul edilmiş olup kullanılan kredi miktarı 208.365.490 Euro’dur. Bu modelde gerekli özkaynak miktarı KDV dahil 36.770.379 Euro’dur. Kullanılan kredinin ödeme tablosu Tablo 6.25’de verildiği gibidir. Toplam 66.344.267 Euro faiz ödemesi öngörülmüştür.

Tablo 6.25: Senaryo 4 kredi geri ödeme tablosu

Yıllar	Kullanılan Kredi (Euro)	Dönem Başı (Euro)	Dönem Sonu (Euro)	Faiz Ödemesi (Euro)	Ana Para Ödemesi (Euro)	Toplam Ödeme (Euro)
2020	58.365.490	0	58.365.490	583.655		583.655
2021	75.000.000	58.365.490	133.365.490	1.917.310		1.917.310
2022	75.000.000	133.365.490	208.365.490	3.417.310		3.417.310
2023		208.365.490	208.365.490	4.167.310		4.167.310
2024		208.365.490	208.365.490	4.167.310		4.167.310
2025		208.365.490	200.030.870	4.083.964	8.334.620	12.418.583
2026		200.030.870	191.696.251	3.917.271	8.334.620	12.251.891
2027		191.696.251	183.361.631	3.750.579	8.334.620	12.085.198
2028		183.361.631	175.027.012	3.583.886	8.334.620	11.918.506
2029		175.027.012	166.692.392	3.417.194	8.334.620	11.751.814
2030		166.692.392	158.357.772	3.250.502	8.334.620	11.585.121
2031		158.357.772	150.023.153	3.083.809	8.334.620	11.418.429
2032		150.023.153	141.688.533	2.917.117	8.334.620	11.251.736
2033		141.688.533	133.353.914	2.750.424	8.334.620	11.085.044
2034		133.353.914	125.019.294	2.583.732	8.334.620	10.918.352
2035		125.019.294	116.684.674	2.417.040	8.334.620	10.751.659
2036		116.684.674	108.350.055	2.250.347	8.334.620	10.584.967
2037		108.350.055	100.015.435	2.083.655	8.334.620	10.418.275
2038		100.015.435	91.680.816	1.916.963	8.334.620	10.251.582
2039		91.680.816	83.346.196	1.750.270	8.334.620	10.084.890
2040		83.346.196	75.011.576	1.583.578	8.334.620	9.918.197
2041		75.011.576	66.676.957	1.416.885	8.334.620	9.751.505
2042		66.676.957	58.342.337	1.250.193	8.334.620	9.584.813
2043		58.342.337	50.007.718	1.083.501	8.334.620	9.418.120
2044		50.007.718	41.673.098	916.808	8.334.620	9.251.428
2045		41.673.098	33.338.478	750.116	8.334.620	9.084.735
2046		33.338.478	25.003.859	583.423	8.334.620	8.918.043
2047		25.003.859	16.669.239	416.731	8.334.620	8.751.351
2048		16.669.239	8.334.620	250.039	8.334.620	8.584.658
2049		8.334.620	0	83.346	8.334.620	8.417.966
Toplam	208.365.490			66.344.267	208.365.490	274.709.757

Tablo 6.26: Senaryo 4 fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Kredi Girişi	Toplam İşletme Geliri	Toplam Nakit Girişi	Yatırım Gideri	Ana Para Geri Ödemesi	Faiz	İşletme Gideri	Toplam Nakit Çıkışı	Net Nakit	Kümülatif Nakit	Toplam Nakit Girişi NBD	Toplam Nakit Çıkışı NBD	NBD
2020	58.365.490		58.365.490	27.342.774		583.655		27.926.429	30.439.061	30.439.061	53.059.536	25.387.663	27.671.874
2021	75.000.000		75.000.000	85.012.309		1.917.310		86.929.619	-11.929.619	18.509.442	61.983.471	71.842.660	-9859189,091
2022	75.000.000		75.000.000	132.780.786		3.417.310		136.198.096	-61.198.096	-42.688.654	56.348.610	102.327.645	-45979035,16
2023		15.265.972	15.265.972			4.167.310	11.451.708	15.619.018	-353.046	-43.041.699	10.426.864	10.668.000	-241135,1101
2024		16.436.872	16.436.872			4.167.310	11.451.708	15.619.018	817.854	-42.223.845	10.206.004	9.698.181	507823,0824
2025		17.697.580	17.697.580		8.334.620	4.083.964	11.451.708	23.870.292	-6.172.711	-48.396.556	9.989.823	13.474.157	-3484334,522
2026		19.054.985	19.054.985		8.334.620	3.917.271	11.451.708	23.703.599	-4.648.614	-53.045.171	9.778.220	12.163.694	-2385474,189
2027		20.516.502	20.516.502		8.334.620	3.750.579	11.451.708	23.536.907	-3.020.405	-56.065.575	9.571.100	10.980.141	-1409041,046
2028		22.090.118	22.090.118		8.334.620	3.583.886	11.451.708	23.370.214	-1.280.097	-57.345.672	9.368.366	9.911.252	-542885,8836
2029		23.784.430	23.784.430		8.334.620	3.417.194	11.451.708	23.203.522	580.908	-56.764.764	9.169.927	223965,1476	
2030		25.608.696	25.608.696		8.334.620	3.250.502	11.451.708	23.036.830	2.571.866	-54.192.898	8.975.692	8.074.268	901423,3695
2031		27.572.883	27.572.883		8.334.620	3.083.809	11.451.708	22.870.137	4.702.745	-49.490.152	8.785.570	7.287.131	1498439,619
2032		29.687.723	29.687.723		8.334.620	2.917.117	11.992.483	23.244.219	6.443.504	-43.046.649	8.599.476	6.733.022	1866453,447
2033		31.964.771	31.964.771		8.334.620	2.750.424	11.992.483	23.077.527	8.887.244	-34.159.405	8.417.323	6.077.034	2340289,17
2034		34.416.469	34.416.469		8.334.620	2.583.732	11.992.483	22.910.834	11.505.635	-22.653.770	8.239.029	5.484.672	2754357,436
2035		37.056.212	37.056.212		8.334.620	2.417.040	11.992.483	22.744.142	14.312.070	-8.341.700	8.064.511	4.949.788	3114723,451
2036		39.898.424	39.898.424		8.334.620	2.250.347	11.992.483	22.577.450	17.320.974	8.979.274	7.893.690	4.466.828	3426862,361
2037		42.958.633	42.958.633		8.334.620	2.083.655	11.992.483	22.410.757	20.547.875	29.527.149	7.726.488	4.030.772	3695716,015
2038		46.253.560	46.253.560		8.334.620	1.916.963	11.992.483	22.244.065	24.009.495	53.536.644	7.562.827	3.637.082	3925744,284
2039		49.801.208	49.801.208		8.334.620	1.750.270	11.992.483	22.077.372	27.723.835	81.260.480	7.402.632	3.281.661	4120971,477
2040		53.620.960	53.620.960		8.334.620	1.583.578	11.992.483	21.910.680	31.710.280	112.970.760	7.245.831	2.960.803	4285028,299
2041		57.733.688	57.733.688		8.334.620	1.416.885	12.866.492	22.617.997	35.115.691	148.086.451	7.092.351	2.778.530	4313821,236
2042		62.161.862	62.161.862		8.334.620	1.250.193	12.866.492	22.451.305	39.710.557	187.797.008	6.942.122	2.507.320	4434801,869
2043		66.929.677	66.929.677		8.334.620	1.083.501	12.866.492	22.284.612	44.645.064	232.442.073	6.795.075	2.262.459	4532616,858
2044		72.063.183	72.063.183		8.334.620	916.808	12.866.492	22.117.920	49.945.263	282.387.336	6.651.143	2.041.396	4609747,901
2045		77.590.429	77.590.429		8.334.620	750.116	12.866.492	21.951.228	55.639.202	338.026.537	6.510.260	1.841.828	4668432,401
2046		83.541.615	83.541.615		8.334.620	583.423	12.866.492	21.784.535	61.757.080	399.783.617	6.372.361	1.661.674	4710687,047
2047		89.949.257	89.949.257		8.334.620	416.731	12.866.492	21.617.843	68.331.414	468.115.031	6.237.383	1.499.054	4738329,129
2048		96.848.365	96.848.365		8.334.620	250.039	12.866.492	21.451.150	75.397.214	543.512.245	6.105.264	1.352.268	4752995,814
2049		104.276.635	104.276.635		8.334.620	83.346	12.866.492	21.284.458	82.992.176	626.504.422	5.975.943	1.219.782	4756161,569
Toplam	208.365.490	1.264.780.707	1.473.146.197	245.135.869	208.365.490	66.344.267	326.796.150	846.641.775			387.496.894	349.546.725	37.950.170
NBD	37.950.170												
IRR (%)	15												
F/M	1,11												

Senaryo 4 için nakit akış tablosu Tablo 6.26’de verildiği gibidir. Bu senaryo için net bugünkü değer 37.950.170 Euro, içsel karlılığı %15, fayda maliyet oranı ise 1,11’dir.

6.4.4.5 Senaryo 5:

Bu modelde projenin %70 oranında İller Bankası kredi ile finanse edildiği kabul edilmiştir. İller Bankası kredi faiz oranı %2 kabul edilmiş olup kullanılan kredi miktarı 171.595.109 Euro’dur. Bu modelde gerekli özkaynak miktarı KDV dahil 73.540.760 Euro’dur. Kullanılan kredinin ödeme tablosu Tablo 6.27’de verildiği gibidir. Toplam 53.842.337 Euro faiz ödemesi öngörülmüştür.

Tablo 6.27: Senaryo 5 kredi geri ödeme tablosu

Yıllar	Kullanılan Kredi (Euro)	Dönem Başı (Euro)	Dönem Sonu (Euro)	Faiz Ödemesi (Euro)	Ana Para Ödemesi (Euro)	Toplam Ödeme (Euro)
2020	21.595.109	0	21.595.109	215.951		215.951
2021	75.000.000	21.595.109	96.595.109	1.181.902		1.181.902
2022	75.000.000	96.595.109	171.595.109	2.681.902		2.681.902
2023		171.595.109	171.595.109	3.431.902		3.431.902
2024		171.595.109	171.595.109	3.431.902		3.431.902
2025		171.595.109	164.731.305	3.363.264	6.863.804	10.227.068
2026		164.731.305	157.867.500	3.225.988	6.863.804	10.089.792
2027		157.867.500	151.003.696	3.088.712	6.863.804	9.952.516
2028		151.003.696	144.139.892	2.951.436	6.863.804	9.815.240
2029		144.139.892	137.276.087	2.814.160	6.863.804	9.677.964
2030		137.276.087	130.412.283	2.676.884	6.863.804	9.540.688
2031		130.412.283	123.548.478	2.539.608	6.863.804	9.403.412
2032		123.548.478	116.684.674	2.402.332	6.863.804	9.266.136
2033		116.684.674	109.820.870	2.265.055	6.863.804	9.128.860
2034		109.820.870	102.957.065	2.127.779	6.863.804	8.991.584
2035		102.957.065	96.093.261	1.990.503	6.863.804	8.854.308
2036		96.093.261	89.229.457	1.853.227	6.863.804	8.717.032
2037		89.229.457	82.365.652	1.715.951	6.863.804	8.579.755
2038		82.365.652	75.501.848	1.578.675	6.863.804	8.442.479
2039		75.501.848	68.638.044	1.441.399	6.863.804	8.305.203
2040		68.638.044	61.774.239	1.304.123	6.863.804	8.167.927
2041		61.774.239	54.910.435	1.166.847	6.863.804	8.030.651
2042		54.910.435	48.046.631	1.029.571	6.863.804	7.893.375
2043		48.046.631	41.182.826	892.295	6.863.804	7.756.099
2044		41.182.826	34.319.022	755.018	6.863.804	7.618.823
2045		34.319.022	27.455.217	617.742	6.863.804	7.481.547
2046		27.455.217	20.591.413	480.466	6.863.804	7.344.271
2047		20.591.413	13.727.609	343.190	6.863.804	7.206.995
2048		13.727.609	6.863.804	205.914	6.863.804	7.069.718
2049		6.863.804	0	68.638	6.863.804	6.932.442
Toplam	171.595.109			53.842.337	171.595.109	225.437.446

Tablo 6.28: Senaryo 5 fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Kredi Girişi	Toplam İşletme Geliri	Toplam Nakit Girişi	Yatırım Gideri	Ana Para Geri Ödemesi	Faiz Ödemesi	İşletme Gideri	Toplam Nakit Çıkışı	Net Nakit	Kümülatif Nakit	Toplam Nakit Girişi NBD	Toplam Nakit Çıkışı NBD	NBD
2020	21.595.109		21.595.109	27.342.774		215.951		27.558.725	-5.963.616	-5.963.616	19.631.917	25.053.386	-5.421.469,17
2021	75.000.000		75.000.000	85.012.309		1.181.902		86.194.211	-11.194.211	-17.157.827	61.983.471	71.234.885	-9.251.414,20
2022	75.000.000		75.000.000	132.780.786		2.681.902		135.462.688	-60.462.688	-77.620.515	56.348.610	101.775.123	-45.426.512,53
2023		15.265.972	15.265.972			3.431.902	11.451.708	14.883.610	382.362	-77.238.154	10.426.864	10.165.706	261.158,19
2024		16.436.872	16.436.872			3.431.902	11.451.708	14.883.610	1.553.262	-75.684.892	10.206.004	9.241.551	964.453,35
2025		17.697.580	17.697.580		6.863.804	3.363.264	11.451.708	21.678.777	-3.981.196	-79.666.088	9.989.823	12.237.104	-2.247.281,60
2026		19.054.985	19.054.985		6.863.804	3.225.988	11.451.708	21.541.501	-2.486.516	-82.152.604	9.778.220	11.054.196	-1.275.975,84
2027		20.516.502	20.516.502		6.863.804	3.088.712	11.451.708	21.404.225	-887.723	-83.040.327	9.571.100	9.985.229	-414.129,11
2028		22.090.118	22.090.118		6.863.804	2.951.436	11.451.708	21.266.949	823.169	-82.217.158	9.368.366	9.019.262	349.104,13
2029		23.784.430	23.784.430		6.863.804	2.814.160	11.451.708	21.129.672	2.654.757	-79.562.400	9.169.927	8.146.403	1.023.523,90
2030		25.608.696	25.608.696		6.863.804	2.676.884	11.451.708	20.992.396	4.616.299	-74.946.101	8.975.692	7.357.707	1.617.984,73
2031		27.572.883	27.572.883		6.863.804	2.539.608	11.451.708	20.855.120	6.717.762	-68.228.339	8.785.570	6.645.084	2.140.486,09
2032		29.687.723	29.687.723		6.863.804	2.402.332	11.992.483	21.258.619	8.429.104	-59.799.235	8.599.476	6.157.865	2.441.611,21
2033		31.964.771	31.964.771		6.863.804	2.265.055	11.992.483	21.121.343	10.843.428	-48.955.806	8.417.323	5.561.910	2.855.413,63
2034		34.416.469	34.416.469		6.863.804	2.127.779	11.992.483	20.984.066	13.432.403	-35.523.404	8.239.029	5.023.419	3.215.610,37
2035		37.056.212	37.056.212		6.863.804	1.990.503	11.992.483	20.846.790	16.209.422	-19.313.982	8.064.511	4.536.869	3.527.642,45
2036		39.898.424	39.898.424		6.863.804	1.853.227	11.992.483	20.709.514	19.188.909	-125.072	7.893.690	4.097.267	3.796.423,41
2037		42.958.633	42.958.633		6.863.804	1.715.951	11.992.483	20.572.238	22.386.395	22.261.322	7.726.488	3.700.098	4.026.389,83
2038		46.253.560	46.253.560		6.863.804	1.578.675	11.992.483	20.434.962	25.818.598	48.079.920	7.562.827	3.341.280	4.221.547,04
2039		49.801.208	49.801.208		6.863.804	1.441.399	11.992.483	20.297.686	29.503.522	77.583.442	7.402.632	3.017.122	4.385.510,53
2040		53.620.960	53.620.960		6.863.804	1.304.123	11.992.483	20.160.410	33.460.551	111.043.992	7.245.831	2.724.288	4.521.543,30
2041		57.733.688	57.733.688		6.863.804	1.166.847	12.866.492	20.897.143	36.836.545	147.880.537	7.092.351	2.567.130	4.525.221,20
2042		62.161.862	62.161.862		6.863.804	1.029.571	12.866.492	20.759.867	41.401.995	189.282.532	6.942.122	2.318.424	4.623.698,50
2043		66.929.677	66.929.677		6.863.804	892.295	12.866.492	20.622.591	46.307.086	235.589.617	6.795.075	2.093.721	4.701.354,56
2044		72.063.183	72.063.183		6.863.804	755.018	12.866.492	20.485.315	51.577.868	287.167.485	6.651.143	1.890.713	4.760.430,80
2045		77.590.429	77.590.429		6.863.804	617.742	12.866.492	20.348.039	57.242.390	344.409.875	6.510.260	1.707.311	4.802.948,67
2046		83.541.615	83.541.615		6.863.804	480.466	12.866.492	20.210.763	63.330.852	407.740.727	6.372.361	1.541.630	4.830.730,75
2047		89.949.257	89.949.257		6.863.804	343.190	12.866.492	20.073.487	69.875.770	477.616.497	6.237.383	1.391.963	4.845.419,95
2048		96.848.365	96.848.365		6.863.804	205.914	12.866.492	19.936.211	76.912.154	554.528.652	6.105.264	1.256.767	4.848.496,72
2049		104.276.635	104.276.635		6.863.804	68.638	12.866.492	19.798.935	84.477.700	639.006.352	5.975.943	1.134.648	4.841.294,77
Toplam	171.595.109	1.264.780.707	1.436.375.816	245.135.869	171.595.109	53.842.337	326.796.150	797.369.465			354.069.275	335.978.060	18.091.216
NBD	18.091.216												
IRR(%)	11,50												
F/M	1,05												

Senaryo 5 için nakit akış tablosu Tablo 6.28’da verildiği gibidir. Bu senaryo için net bugünkü değer 18.091.216 Euro, içsel karlılığı %11,5, fayda maliyet oranı ise 1,05’dir.

6.4.4.6 Senaryo 6:

Bu modelde projenin %50 oranında İller Bankası kredi ile finanse edildiği kabul edilmiştir. İller Bankası kredi faiz oranı %2 kabul edilmiş olup kullanılan kredi miktarı 122.567.935 Euro’dur. Bu modelde gerekli özkaynak miktarı KDV dahil 122.567.934 Euro’dur. Kullanılan kredinin ödeme tablosu Tablo 6.29’da verildiği gibidir. Toplam 38.673.098 Euro faiz ödemesi öngörülmüştür.

Tablo 6.29: Senaryo 6 kredi geri ödeme tablosu

Yıllar	Kullanılan Kredi (Euro)	Dönem Başı (Euro)	Dönem Sonu (Euro)	Faiz Ödemesi (Euro)	Ana Para Ödemesi (Euro)	Toplam Ödeme (Euro)
2020	22.567.935	0	22.567.935	225.679		225.679
2021	50.000.000	22.567.935	72.567.935	951.359		951.359
2022	50.000.000	72.567.935	122.567.935	1.951.359		1.951.359
2023		122.567.935	122.567.935	2.451.359		2.451.359
2024		122.567.935	122.567.935	2.451.359		2.451.359
2025		122.567.935	117.665.218	2.402.332	4.902.717	7.305.049
2026		117.665.218	112.762.500	2.304.277	4.902.717	7.206.995
2027		112.762.500	107.859.783	2.206.223	4.902.717	7.108.940
2028		107.859.783	102.957.065	2.108.168	4.902.717	7.010.886
2029		102.957.065	98.054.348	2.010.114	4.902.717	6.912.832
2030		98.054.348	93.151.631	1.912.060	4.902.717	6.814.777
2031		93.151.631	88.248.913	1.814.005	4.902.717	6.716.723
2032		88.248.913	83.346.196	1.715.951	4.902.717	6.618.668
2033		83.346.196	78.443.478	1.617.897	4.902.717	6.520.614
2034		78.443.478	73.540.761	1.519.842	4.902.717	6.422.560
2035		73.540.761	68.638.044	1.421.788	4.902.717	6.324.505
2036		68.638.044	63.735.326	1.323.734	4.902.717	6.226.451
2037		63.735.326	58.832.609	1.225.679	4.902.717	6.128.397
2038		58.832.609	53.929.891	1.127.625	4.902.717	6.030.342
2039		53.929.891	49.027.174	1.029.571	4.902.717	5.932.288
2040		49.027.174	44.124.457	931.516	4.902.717	5.834.234
2041		44.124.457	39.221.739	833.462	4.902.717	5.736.179
2042		39.221.739	34.319.022	735.408	4.902.717	5.638.125
2043		34.319.022	29.416.304	637.353	4.902.717	5.540.071
2044		29.416.304	24.513.587	539.299	4.902.717	5.442.016
2045		24.513.587	19.610.870	441.245	4.902.717	5.343.962
2046		19.610.870	14.708.152	343.190	4.902.717	5.245.908
2047		14.708.152	9.805.435	245.136	4.902.717	5.147.853
2048		9.805.435	4.902.717	147.082	4.902.717	5.049.799
2049		4.902.717	0	49.027	4.902.717	4.951.745
Toplam	122.567.935			38.673.098	122.567.935	161.241.033

Tablo 6.30: Senaryo 6 fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Kredi Girişi	Toplam İşletme Geliri	Toplam Nakit Girişi	Yatırım Gideri	Ana Para Geri Ödemesi	Faiz Ödemesi	İşletme Gideri	Toplam Nakit Çıkışı	Net Nakit	Kümülatif Nakit	Toplam Nakit Girişi NBD	Toplam Nakit Çıkışı NBD	NBD
2020	22.567.935		22.567.935	27.342.774		225.679		27.568.453	-5.000.518	-5.000.518	20.516.305	25.062.230	-4.545.926
2021	50.000.000		50.000.000	85.012.309		951.359		85.963.668	-35.963.668	-40.964.186	41.322.314	71.044.353	-29.722.039
2022	50.000.000		50.000.000	132.780.786		1.951.359		134.732.145	-84.732.145	-125.696.331	37.565.740	101.226.254	-63.660.514
2023		15.265.972	15.265.972			2.451.359	11.451.708	13.903.067	1.362.905	-124.333.426	10.426.864	9.495.982	930.883
2024		16.436.872	16.436.872			2.451.359	11.451.708	13.903.067	2.533.805	-121.799.620	10.206.004	8.632.711	1.573.294
2025		17.697.580	17.697.580		4.902.717	2.402.332	11.451.708	18.756.757	-1.059.177	-122.858.797	9.989.823	10.587.700	-597.878
2026		19.054.985	19.054.985		4.902.717	2.304.277	11.451.708	18.658.703	396.282	-122.462.515	9.778.220	9.574.865	203.355
2027		20.516.502	20.516.502		4.902.717	2.206.223	11.451.708	18.560.649	1.955.854	-120.506.662	9.571.100	8.658.680	912.420
2028		22.090.118	22.090.118		4.902.717	2.108.168	11.451.708	18.462.594	3.627.524	-116.879.138	9.368.366	7.829.942	1.538.424
2029		23.784.430	23.784.430		4.902.717	2.010.114	11.451.708	18.364.540	5.419.890	-111.459.248	9.169.927	7.080.325	2.089.602
2030		25.608.696	25.608.696		4.902.717	1.912.060	11.451.708	18.266.485	7.342.210	-104.117.038	8.975.692	6.402.292	2.573.400
2031		27.572.883	27.572.883		4.902.717	1.814.005	11.451.708	18.168.431	9.404.451	-94.712.587	8.785.570	5.789.022	2.996.548
2032		29.687.723	29.687.723		4.902.717	1.715.951	11.992.483	18.611.151	11.076.571	-83.636.015	8.599.476	5.390.988	3.208.488
2033		31.964.771	31.964.771		4.902.717	1.617.897	11.992.483	18.513.097	13.451.674	-70.184.341	8.417.323	4.875.077	3.542.246
2034		34.416.469	34.416.469		4.902.717	1.519.842	11.992.483	18.415.043	16.001.426	-54.182.914	8.239.029	4.408.415	3.830.614
2035		37.056.212	37.056.212		4.902.717	1.421.788	11.992.483	18.316.988	18.739.224	-35.443.690	8.064.511	3.986.310	4.078.201
2036		39.898.424	39.898.424		4.902.717	1.323.734	11.992.483	18.218.934	21.679.490	-13.764.201	7.893.690	3.604.519	4.289.171
2037		42.958.633	42.958.633		4.902.717	1.225.679	11.992.483	18.120.879	24.837.753	11.073.552	7.726.488	3.259.199	4.467.288
2038		46.253.560	46.253.560		4.902.717	1.127.625	11.992.483	18.022.825	28.230.735	39.304.287	7.562.827	2.946.876	4.615.951
2039		49.801.208	49.801.208		4.902.717	1.029.571	11.992.483	17.924.771	31.876.437	71.180.724	7.402.632	2.664.403	4.738.229
2040		53.620.960	53.620.960		4.902.717	931.516	11.992.483	17.826.716	35.794.244	106.974.968	7.245.831	2.408.934	4.836.897
2041		57.733.688	57.733.688		4.902.717	833.462	12.866.492	18.602.672	39.131.016	146.105.985	7.092.351	2.285.263	4.807.088
2042		62.161.862	62.161.862		4.902.717	735.408	12.866.492	18.504.617	43.657.245	189.763.229	6.942.122	2.066.562	4.875.561
2043		66.929.677	66.929.677		4.902.717	637.353	12.866.492	18.406.563	48.523.114	238.286.343	6.795.075	1.868.737	4.926.338
2044		72.063.183	72.063.183		4.902.717	539.299	12.866.492	18.308.509	53.754.674	292.041.018	6.651.143	1.689.802	4.961.341
2045		77.590.429	77.590.429		4.902.717	441.245	12.866.492	18.210.454	59.379.975	351.420.993	6.510.260	1.527.956	4.982.304
2046		83.541.615	83.541.615		4.902.717	343.190	12.866.492	18.112.400	65.429.215	416.850.208	6.372.361	1.381.572	4.990.789
2047		89.949.257	89.949.257		4.902.717	245.136	12.866.492	18.014.346	71.934.911	488.785.119	6.237.383	1.249.175	4.988.208
2048		96.848.365	96.848.365		4.902.717	147.082	12.866.492	17.916.291	78.932.074	567.717.193	6.105.264	1.129.432	4.975.831
2049		104.276.635	104.276.635		4.902.717	49.027	12.866.492	17.818.237	86.458.398	654.175.591	5.975.943	1.021.137	4.954.806
Toplam	122.567.935	1.264.780.707	1.387.348.642	245.135.869	122.567.935	38.673.098	326.796.150	733.173.052			315.509.636	319.148.716	-3.639.080
NBD	-3.639.080												
IRR (%)	9,8												
F/M	0,99												

Senaryo 6 için nakit akış tablosu Tablo 6.30'da verildiği gibidir. Bu senaryo için net bugünkü değer -3.639.080 Euro, içsel karlılığı %9,8, fayda maliyet oranı ise 0,99'dur.

6.4.4.7 Finansal Değerlendirme

6 farklı finansman modeline göre yatırımın genel bir değerlendirmesi Tablo 6.31'de verildiği gibidir. Senaryo 3 ve senaryo 6'nın net bugünkü değerleri negatiftir. Bu nedenle bu senaryolar fizibil değildir. Senaryo 1, senaryo 2, senaryo 4 ve senaryo 5'in net bugünkü değerleri ise pozitiftir. Net bugünkü değerleri pozitif olan bu senaryolar içinde faiz ödemesi en düşük olan senaryo senaryo 5, net bugünkü değeri, iç verimlilik oranı ve fayda maliyet oranı en yüksek olan senaryo ise senaryo 4'tür. Bu nedenle her ne kadar toplam ödenen faiz miktarı senaryo 5'ten fazla olsa da kredi kullanım oranı yüksek ve kredi faiz oranı düşük olduğu için en karlı senaryo senaryo 4'tür. Bu senaryo da hafif raylı sistem hattı işletmeye başladıktan 13 sene sonra maliyetini çıkarıp kara geçmeye başlamaktadır.

Tablo 6.31: Finansman modelleri

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
	%15 Özkaynak %85 Dış Kredi	%30 Özkaynak %70 Dış Kredi	%50 Özkaynak %50 Dış Kredi	%15 Özkaynak %85 İller Bankası Kredisi	%30 Özkaynak %70 İller Bankası Kredisi	%50 Özkaynak %50 İller Bankası Kredisi
Kullanılan Kredi (Euro)	208.365.490	171.595.109	122.567.935	208.365.490	171.595.109	122.567.935
Özkaynak Miktarı (Euro)	36.770.379	73.540.760	122.567.935	36.770.379	73.540.760	122.567.935
Ödenecek Faizler (Euro)	99.516.400	80.763.506	58.009.647	66.344.267	53.842.337	38.673.098
Net Bugünkü Değer (Euro)	24.886.423	7.666.950	-11.175.142	37.950.170	18.091.216	-3.639.080
İç Verimlilik Oranı (%)	12,9	10,6	9,3	15	11,50	9,8
Fayda/Mal iyet Oranı	1,07	1,02	0,97	1,11	1,05	0,99

6.5 Ekonomik Fizibilite Etüdü

Bu bölümde yatırım konusu hafif raylı sistem hattının yapılması durumunda ortaya çıkacak faydanın ekonomik açıdan değerlendirmesi yapılmıştır. Öngörülen işletme süresi boyunca hafif raylı sistem yatırımının yapılması veya yapılmayarak ulaşım hizmetinin otobüslerle karşılanmaya devam etmesi durumunda ortaya çıkacak ekonomik tablo kıyaslanmıştır. 2020 – 2049 yılları arasında incelenen projenin maliyeti, otobüs işletmesinin hattan kaldırılması neticesinde elde edilecek fayda ile karşılaştırılmıştır. Yatırım bazında ulusal kaynakların reel ekonomideki kullanımını tespit etmeye yönelik olarak yapılan ekonomik maliyet hesabında finansal maliyetler yanında yatırımın yaratacağı tüm faydalar hesap edilmektedir. Bu nedenle ekonomik fizibilite etüdünde tüm transfer harcamaları kapsam dışı tutulmuştur. Hesapların tutarlılığını sağlamak için finansal maliyetler ekonomik maliyetlere çevrilmiş ve bunun için gölge katsayıları kullanılmıştır. Gölge katsayıları yatırım maliyetleri için 0,80, işletme maliyetleri için 0,70 alınmıştır [32]. Projenin maliyetleri aşağıdaki gibidir.

6.5.1 Yatırım Maliyeti

Projenin yatırım maliyetleri inşaat maliyetleri ve araç yatırım maliyetlerinden oluşmaktadır. Bu rakam KDV dâhil 245.135.870 TL'dir (bkz. Tablo 6.4). Yatırım maliyeti gölge fiyat katsayısı ile güncellenerek ekonomik analizde kullanılacaktır.

6.5.2 Raylı Sistem İşletme Giderleri

Projenin işletme giderleri hafif raylı sistem işletim süresi boyunca, enerji giderleri, araç bakım giderleri, yol ve sabit tesis bakım giderleri, personel giderleri ve amortisman bedellerinden oluşmaktadır (bkz. Tablo 6.17). İşletme giderleri gölge fiyat katsayısı ile güncellenerek ekonomik analizde kullanılacaktır.

Hafif raylı sistem projesinin gerçekleşmesi durumunda sağlayacağı faydalar ise aşağıdaki gibidir.

6.5.3 Bilet Gelirleri

Güzergâh üzerinde hafif raylı sistem inşa edilmesi veya hafif raylı sistem inşa edilmeden karayolu toplu taşımacılığına devam edilmesi şeklinde iki farklı senaryo arasındaki işletme geliri farkı, raylı sistem projesinin gerçekleşmesi durumunda sağlayacağı işletme faydasını verecektir. Hafif raylı sistem projesinin hayata geçmesi ile birlikte hat üzerindeki toplu taşıma yolculuklarının tamamının ve otomobil yolculuklarının %75'inin hafif raylı sistem hattına kayacağı öngörülmüştür (bkz. Tablo 6.12). Hat üzerinde yapılan toplu taşıma yolculuklarının tamamının ücretli olduğu kabul edilirse iki farklı senaryo arasında hafif raylı sistemin yolcu geliri anlamında güzergâhta sağlayacağı net fayda tüm raylı sistem yolculuklarının bilet geliri değil, otobüs haricinde diğer taşıtlardan raylı sisteme geçen yolculukların bilet gelirleridir. Bu fayda ekonomik analizde kullanılacaktır. Hafif raylı sistemin sağlayacağı dolaylı gelirler, benzer gelirlerin toplu taşıma işletmeleri aracılığıyla sağlanıyor olması sebebiyle ekonomik analizde kapsam dışı tutulmuştur. Hafif raylı sistemin otobüs seferlerine göre gelir avantajı, otobüs harici yolculuklardan sağlanan bilet gelirleridir. Bu gelirlerin tespiti için hat üzerinde otobüslerle yapılan yolculuk miktarını tespit etmek gerekir. Hat üzerinde çalışmakta olan belediye denetimli özel halk otobüsü sayısı 62 dir. Bu otobüslerin 2017 yılı itibariyle taşıdıkları yolcu sayılarının güzergâh üzerinde yolculuk yapan toplam yolcu sayısına oranının 1/3 olduğu kabul edilmiştir. Bu kabul güzergâh üzerinde yapmış olduğumuz zirve saat trafik sayımları sırasında tespit etmiş olduğumuz belediye denetimli özel halk otobüslerinin taşıdığı yolcu sayılarının hattan geçen toplam yolcu sayısına olan yaklaşık oranıdır (bkz. Tablo 4.4).

2017 yılı günlük yolcu sayıları Tablo 6.32'de verildiği gibidir. Bu sayılar hat üzerinden geçen toplam kesit yolcu sayılarıdır. Bu tabloda günlük yolcu sayılarının 1/3'ü olan 6.283 kişi belediye denetimli özel halk otobüsü günlük ortalama kesit yolcu sayısı olarak kabul edilmiştir. Ara durak yolculuklarının kesit yolculukların %50'si olduğu kabulüyle günlük otobüs yolculuk sayıları 2017 yılı için 9424 kişi olarak tespit edilmiştir. 2017 yılı için hat üzerindeki toplu taşıma yolcu sayıları 24184 kişidir (bkz. Tablo 6.13). Bu durumda toplam toplu taşıma yolculuk sayılarından otobüs işletmesinin taşıyacağı yolculuk sayılarını çıkarırsak raylı sistem hattını taşıyacağı fazla yolcu miktarını da bulmuş oluruz. Otobüs

işletmesinin taşıdığı yolcular haricinde, raylı sistem hattının çekeceği yolculuk miktarı Denklem 5.11’de verildiği gibidir.

$$24184 - 9424 = 14760 \text{ kişi} \quad (6.11)$$

Tablo 6.32: 2017 yılı günlük kesit yolcu sayıları

Taşıt Türleri	YOGT	İlçe Yolculuklarından Arındırılmış YOGT	Taşıt Doluluk Oranları	Toplam Yolcu Sayısı
Otomobil	4967	4172,28	1,75	7301,49
Orta Yüklü Ticari Taşıt	415	348,6	30	10458
Otobüs	5	4,2	45	189
Kamyon	421	353,64	1,5	530,46
Kmy, Römork, Çekici	294	246,96	1,5	370,44
Toplam	6102	5125,68		18849,39

Hafif raylı sistem işletme dönemi boyunca otobüs işletmesi harici diğer toplu taşıma araçlarından raylı sisteme çekilecek yolcu miktarları ve yolcu gelirleri Tablo 6.33’de verildiği gibidir. Bu gelirler hesaplanırken kabuller kullanılmış, tam bilet ve öğrenci bileti olarak iki farklı fiyat uygulanmış, tam ve öğrenci bileti gelirleri işletme dönemi boyunca eşit kabul edilmiştir. Yine bu yolculuklara dolaylı gelirler eklenmiştir. Otobüs işletmelerinin de dolaylı gelirleri olduğunu kabul etmekle beraber raylı sistem ile taşınan yolcu sayılarının otobüs işletmesinin taşıdığı yolcu miktarından daha fazla olması sebebiyle, reklam kira ve otopark gibi dolaylı gelirlerde raylı sistemin gelirlerinin yolcu sayıları artışı ile orantılı olacağı kabul edilmiştir.

Tablo 6.33: Otobüs harici taşıtlardan raylı sisteme aktarılan yolcu sayı ve gelirleri

Yıl	Günlük Yolcu Sayısı	Tam Bilet Fiyatı (Euro)	Öğrenci Bilet Fiyatları (Euro)	Gün Sayısı	Yolcu Geliri (Euro)	Dolaylı Gelirler (Euro)	Toplam Gelirler (Euro)
2017	14.760,00	1,03	0,82	365			
2018	15.892,09	1,03	0,82	365			
2019	17.111,02	1,03	0,82	365			
2020	18.423,43	1,03	0,82	365			
2021	19.836,51	1,03	0,82	365			
2022	21.357,97	1,03	0,82	365			
2023	22.996,12	1,03	0,82	365	7.764.066	776.407	8.540.473
2024	24.759,93	1,03	0,82	365	8.359.570	835.957	9.195.527
2025	26.659,01	1,03	0,82	365	9.000.749	900.075	9.900.824
2026	28.703,76	1,03	0,82	365	9.691.107	969.111	10.660.217
2027	30.905,34	1,03	0,82	365	10.434.415	1.043.441	11.477.856
2028	33.275,78	1,03	0,82	365	11.234.734	1.123.473	12.358.208
2029	35.828,03	1,03	0,82	365	12.096.438	1.209.644	13.306.082
2030	38.576,04	1,03	0,82	365	13.024.235	1.302.424	14.326.659
2031	41.534,82	1,03	0,82	365	14.023.194	1.402.319	15.425.513
2032	44.720,54	1,03	0,82	365	15.098.773	1.509.877	16.608.650
2033	48.150,61	1,03	0,82	365	16.256.849	1.625.685	17.882.534
2034	51.843,76	1,03	0,82	365	17.503.749	1.750.375	19.254.124
2035	55.820,17	1,03	0,82	365	18.846.287	1.884.629	20.730.915
2036	60.101,58	1,03	0,82	365	20.291.797	2.029.180	22.320.976
2037	64.711,37	1,03	0,82	365	21.848.178	2.184.818	24.032.995
2038	69.674,74	1,03	0,82	365	23.523.933	2.352.393	25.876.326
2039	75.018,79	1,03	0,82	365	25.328.218	2.532.822	27.861.040
2040	80.772,73	1,03	0,82	365	27.270.893	2.727.089	29.997.982
2041	86.968,00	1,03	0,82	365	29.362.570	2.936.257	32.298.827
2042	93.638,44	1,03	0,82	365	31.614.679	3.161.468	34.776.147
2043	100.820,51	1,03	0,82	365	34.039.525	3.403.953	37.443.478
2044	108.553,44	1,03	0,82	365	36.650.357	3.665.036	40.315.392
2045	116.879,49	1,03	0,82	365	39.461.439	3.946.144	43.407.583
2046	125.844,15	1,03	0,82	365	42.488.132	4.248.813	46.736.945
2047	135.496,40	1,03	0,82	365	45.746.971	4.574.697	50.321.668
2048	145.888,97	1,03	0,82	365	49.255.764	4.925.576	54.181.340
2049	157.078,66	1,03	0,82	365	53.033.681	5.303.368	58.337.049

6.5.4 Yatırım Giderleri

Yatırım giderleri güzergâh üzerinde karayolu toplu taşımacılığına devam edilmesi durumunda hattın yolcu kapasitesinde yaşanacak artışlar neticesinde hat üzerinde hizmete girecek yeni otobüs yatırımlarından oluşmaktadır. Hat üzerinde çalışmakta olan belediye denetimli özel halk otobüsü sayısı 62 dir. Bu otobüslerin

2017 yılı itibariyle taşıdıkları yolcu sayılarının güzergâh üzerinde taşınan toplam yolcu sayısına oranının 1/3 olduğu kabul edilmiştir. Bu kabul güzergah üzerinde yapmış olduğumuz zirve saat trafik sayımları sırasında tespit etmiş olduğumuz belediye denetimli özel halk otobüslerinin taşıdığı yolcu sayılarının hattın geçen toplam yolcu sayısına olan yaklaşık oranıdır (bkz. Tablo 4.4).

2017 yılı günlük yolcu sayıları 18850 kişidir (bkz. Tablo 6.32). Günlük yolcu sayılarının 1/3'ü olan 6283 kişi belediye denetimli özel halk otobüsü günlük ortalama kesit yolcu sayısı olarak kabul edilmiştir. Ara durak yolculuklarının kesit yolculukların %50'si olduğu kabulüyle günlük otobüs yolculuk sayıları 2017 yılı için 9424 kişi olarak tespit edilmiştir. Güzergâh üzerindeki otobüs yolculuk sayılarının işletme dönemi boyunca değişimi Tablo 6.34'de verildiği gibidir.

Otobüs yatırım giderleri için otobüs seferlerinin günde 16 saat yapıldığı, her otobüsün 50 yolcu taşıdığı ve her bir aracın başlangıç ve bitiş durağında 5 dakika duracakları kabul edilmiştir. Güzergâhta çalışmakta olan otobüslerin farklı gün ve saatlerde yolculuk süreleri tespit edilmiş ve ortalama yolculuk süresinin 27 dakika olduğu anlaşılmıştır. Günde 960 dakikalık çalışma süresine sahip otobüslerin bir seferi 27 dakikadan olmak üzere bir araç başlangıç ve bitiş noktalarındaki toplam 10 dakikalık bekleme süreleri ile beraber günde 26 sefer yapabilmektedir. İşletme yılları boyunca trafik sıkışıklıkları artacak ve sefer süresi de uzayacaktır. Otobüs yolculuk süresinin her iki yılda bir dakika uzayacağı kabul edilmiştir. İlerleyen yıllarda bir taraftan sefer süreleri uzarken diğer taraftan ise yolcu kapasitesi artmaktadır. Bu nedenle her işletme yılı için sefer süreleri ve bu sefer süresine göre bir aracın günde yapabileceği sefer sayısı ve otobüs işletmesinin taşıyabileceği azami yolcu kapasitesi hesaplanmıştır. Mevcut yolculuk miktarının otobüs işletmesinin kapasitesini aştığı yıllarda ne kadar otobüs gerekeceği Tablo 6.35'de gösterilmiştir. Böylelikle hatta çalışan otobüslerin taşıyabileceği azami yolcu sayısı bulunmuş, hattın otobüs bazlı yolcu kapasitesinin mevcut otobüslerin kapasitesini aştığı noktada da yeni otobüs alımları hatta dâhil edilmiştir. Otobüs satın alma maliyeti her bir otobüs için 300.000 Euro olarak kabul edilmiştir [32]. Her bir otobüs için amortisman süresi 20 yıl kabul edilmiş ve amortisman bedeli ekonomik fizibilite raporuna yansıtılmıştır.

Tablo 6.34: İşletme döneminde günlük otobüs yolcu sayıları

Yıl	Günlük Kesit Yolcu Sayısı	Günlük İndi Bindi Yolcu Sayısı	Günlük Yolcu Sayısı
2017	6283,13	3141,57	9424,70
2018	6765,05	3382,52	10147,57
2019	7283,93	3641,96	10925,89
2020	7842,60	3921,30	11763,90
2021	8444,13	4222,06	12666,19
2022	9091,79	4545,90	13637,69
2023	9789,14	4894,57	14683,70
2024	10539,96	5269,98	15809,94
2025	11348,38	5674,19	17022,57
2026	12218,80	6109,40	18328,20
2027	13155,98	6577,99	19733,97
2028	14165,04	7082,52	21247,56
2029	15251,50	7625,75	22877,25
2030	16421,29	8210,65	24631,94
2031	17680,80	8840,40	26521,21
2032	19036,92	9518,46	28555,38
2033	20497,05	10248,53	30745,58
2034	22069,18	11034,59	33103,77
2035	23761,88	11880,94	35642,83
2036	25584,42	12792,21	38376,63
2037	27546,75	13773,37	41320,12
2038	29659,58	14829,79	44489,37
2039	31934,47	15967,24	47901,71
2040	34383,85	17191,92	51575,77
2041	37021,09	18510,54	55531,63
2042	39860,60	19930,30	59790,91
2043	42917,91	21458,96	64376,87
2044	46209,72	23104,86	69314,57
2045	49754,00	24877,00	74631,00
2046	53570,13	26785,07	80355,20
2047	57678,96	28839,48	86518,44
2048	62102,94	31051,47	93154,41
2049	66866,23	33433,12	100299,35

Tablo 6.35: İşletme döneminde gerekli otobüs yatırımı

Yıl	Toplam Yolcu Sayısı	Günlük Çalışma Süresi (dk)	Yolculuk Süresi (dk)	Bir Otobüsün Azami Sefer Sayısı	Bir Otobüsün Günlük Sefer Sayısı	Hatta Çalışan Otobüs Sayısı	Tek Sefer Taşınan Azami Yolcu Sayısı	Günlük Taşınabilecek Azami Yolcu Sayısı	Hattın Taşıma Kapasitesini Aşan Yolcu Sayısı	Gerekli Otobüs Sayısı	Yeni Otobüs Maliyetleri
2017	9424,70	960	27	26	4	62	50	12400	0	0	0
2018	10150,40	960	27	26	4	62	50	12400	0	0	0
2019	10931,98	960	28	25	4	62	50	12400	0	0	0
2020	11773,75	960	28	25	4	62	50	12400	0	0	0
2021	12680,32	960	29	25	6	62	50	18600	0	0	0
2022	13656,71	960	29	25	6	62	50	18600	0	0	0
2023	14708,28	960	30	24	6	62	50	18600	0	0	0
2024	15840,81	960	30	24	6	62	50	18600	0	0	0
2025	17060,56	960	31	23	6	62	50	18600	0	0	0
2026	18374,22	960	31	23	6	62	50	18600	0	0	0
2027	19789,03	960	32	23	8	62	50	24800	0	0	0
2028	21312,79	960	32	23	8	62	50	24800	0	0	0
2029	22953,87	960	33	22	8	62	50	24800	0	0	0
2030	24721,32	960	33	22	8	62	50	24800	0	0	0
2031	26624,86	960	34	22	10	62	50	31000	0	0	0
2032	28674,98	960	34	22	10	62	50	31000	0	0	0
2033	30882,95	960	35	21	10	62	50	31000	0	0	0
2034	33260,94	960	35	21	12	62	50	37200	0	0	0
2035	35822,03	960	36	21	12	62	50	37200	0	0	0
2036	38580,33	960	36	21	14	62	50	43400	0	0	0
2037	41551,01	960	37	20	14	62	50	43400	0	0	0
2038	44750,44	960	37	20	16	62	50	49600	0	0	0
2039	48196,22	960	38	20	16	62	50	49600	0	0	0
2040	51907,33	960	38	20	18	62	50	55800	0	0	0
2041	55904,20	960	39	20	20	62	50	62000	0	0	0
2042	60208,82	960	39	20	20	62	50	62000	0	0	0
2043	64844,90	960	40	19	19	69	50	65550	0	7	2100000
2044	69837,96	960	40	19	19	74	50	70300	0	5	1500000
2045	75215,48	960	41	19	19	80	50	76000	0	6	1800000
2046	81007,07	960	41	19	19	86	50	81700	0	6	1800000
2047	87244,62	960	42	18	18	97	50	87300	0	11	3300000
2048	93962,45	960	42	18	18	105	50	94500	0	8	2400000
2049	101197,56	960	43	18	18	113	50	101700	0	8	2400000

6.5.5 İşletme Giderleri

Otobüs – km birim işletme maliyeti 0,41 Euro olarak alınmıştır [32]. Otobüslerin yıl boyu yapacakları toplam mesafe ve hattan kaldırılmaları durumunda işletme maliyetlerinde elde edilecek tasarruf Tablo 6.36’de verildiği gibidir.

6.5.6 Karayolu Bakım Onarım Giderleri

Kilometre başına birim yol bakım ve onarım maliyeti Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre otobüs için 0,12 Euro’dur [32]. Hafif raylı sistemin yapılmaması durumunda otobüslerin karayoluna vereceği zararın maliyeti Tablo 6.36’de verildiği gibidir.

6.5.7 Kaza Maliyeti

Taşıt – km başına birim hasar maliyeti Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre 0,022 TL’dir [32]. Bu değer 2018 yılı sonu Euro kuru üzerinden değeri aşağıdaki gibidir. Hafif raylı sistemin yapılmaması durumunda otobüslerin kaza maliyeti Tablo 6.36’de verildiği gibidir.

$$0,022 / 6,04: 0,004 \text{ Euro}$$

$$(6.12)$$

olarak hesap edilmiştir.

Tablo 6.36: İşletme döneminde otobüs giderleri

Yıl	Bir Otobüsün Günlük Sefer Sayısı	Hatta Çalışan Otobüs Sayısı	Güzergah Uzunluğu (km)	Gün Sayısı	Yıllık km	Birim İşletme Gideri (Euro)	İşletme Gideri Tasarrufu (Euro)	Birim Karayolu Bakım Onarım Gideri (Euro)	Karayolu Bakım Onarım Gideri Tasarrufu (Euro)	Birim Kaza Maliyeti (Euro)	Kaza Maliyet Tasarrufu (Euro)	Otobüs Amortisman Bedeli
2023	6	62	17	365	2308260	0,41	946.387	0,12	276.991	0,004	9.233	930.000
2024	6	62	17	365	2308260	0,41	946.387	0,12	276.991	0,004	9.233	930.000
2025	6	62	17	365	2308260	0,41	946.387	0,12	276.991	0,004	9.233	930.000
2026	6	62	17	365	2308260	0,41	946.387	0,12	276.991	0,004	9.233	930.000
2027	8	62	17	365	3077680	0,41	1.261.849	0,12	369.322	0,004	12.311	930.000
2028	8	62	17	365	3077680	0,41	1.261.849	0,12	369.322	0,004	12.311	930.000
2029	8	62	17	365	3077680	0,41	1.261.849	0,12	369.322	0,004	12.311	930.000
2030	8	62	17	365	3077680	0,41	1.261.849	0,12	369.322	0,004	12.311	930.000
2031	10	62	17	365	3847100	0,41	1.577.311	0,12	461.652	0,004	15.388	930.000
2032	10	62	17	365	3847100	0,41	1.577.311	0,12	461.652	0,004	15.388	930.000
2033	10	62	17	365	3847100	0,41	1.577.311	0,12	461.652	0,004	15.388	930.000
2034	12	62	17	365	4616520	0,41	1.892.773	0,12	553.982	0,004	18.466	930.000
2035	12	62	17	365	4616520	0,41	1.892.773	0,12	553.982	0,004	18.466	930.000
2036	14	62	17	365	5385940	0,41	2.208.235	0,12	646.313	0,004	21.544	930.000
2037	14	62	17	365	5385940	0,41	2.208.235	0,12	646.313	0,004	21.544	930.000
2038	16	62	17	365	6155360	0,41	2.523.698	0,12	738.643	0,004	24.621	930.000
2039	16	62	17	365	6155360	0,41	2.523.698	0,12	738.643	0,004	24.621	930.000
2040	18	62	17	365	6924780	0,41	2.839.160	0,12	830.974	0,004	27.699	930.000
2041	20	62	17	365	7694200	0,41	3.154.622	0,12	923.304	0,004	30.777	930.000
2042	20	62	17	365	7694200	0,41	3.154.622	0,12	923.304	0,004	30.777	930.000
2043	19	69	17	365	8134755	0,41	3.335.250	0,12	976.171	0,004	32.539	1.035.000
2044	19	74	17	365	8724230	0,41	3.576.934	0,12	1.046.908	0,004	34.897	1.110.000
2045	19	80	17	365	9431600	0,41	3.866.956	0,12	1.131.792	0,004	37.726	1.200.000
2046	19	86	17	365	10138970	0,41	4.156.978	0,12	1.216.676	0,004	40.556	1.290.000
2047	18	97	17	365	10833930	0,41	4.441.911	0,12	1.300.072	0,004	43.336	1.455.000
2048	18	105	17	365	11727450	0,41	4.808.255	0,12	1.407.294	0,004	46.910	1.575.000
2049	18	113	17	365	12620970	0,41	5.174.598	0,12	1.514.516	0,004	50.484	1.695.000

6.5.8 Süre Maliyeti

Süre maliyeti hafif raylı sistem yolculuk süresi ile otobüs yolculuk süresi arasında bulunan farkın ekonomik değeridir. Hafif raylı sistem ile yapılan yolculukların süresi raylı sistem araç hızının ortalama 50 km/saat olduğu, istasyonlarda bekleme süresinin ise 30 saniye olduğu kabul edilerek hesap edilmiştir. Buna göre hafif raylı sistem ile yolculuk süresinin yaklaşık 23,5 dakika olduğu ve bu sürenin trafik sıkışıklıklarından etkilenmediği için işletme yılları boyunca sabit olduğu anlaşılmıştır. Otobüs yolculuk süreleri ise Tablo 6.35’de verildiği gibidir. Otobüs dışındaki diğer taşıtların yolculuk süreleri otobüs yolculuk süresi ile eşit kabul edilmiştir. Güzergahta bulunan sinyalizasyon sistemi ve trafik durumu otomobiller ve diğer toplu taşıma araçlarına otobüs işletmesi karşısında bir süre üstünlüğü sağlamamakta ve tüm araçlar güzergahı birbirine çok yakın sürelerde tamamlamaktadır.

Bursa hafif raylı sistemi doğu hattı ulaşım etüdü kapsamında yapılan fizibilite çalışmasında yıllık çalışma saatinin 2130 saat olduğu, çalışma saati dışındaki zamanların değerinin çalışma saati değerlerinin %25’i olduğu kabul edilerek Bursa’da günlük toplam yolculukların %30’unun iş amaçlı yolculuklar olması sebebiyle kişi başına ortalama zaman değeri 3,58 Euro/saat olarak alınmıştır[32]. Balıkesir’de de kişi başına ortalama zaman değerinin aynı olduğu kabulü ile zamandan tasarruf ile kazanılan faydaların ekonomik değeri Tablo 6.37’de gösterildiği gibidir.

Tablo 6.37: İşletme döneminde karayolu toplu taşımada süre maliyeti

Yıl	Günlük Yolcu Sayısı	Raylı Sistem Yolculuk Süresi (dk)	Otobüs Yolculuk Süresi (dk)	Yolculuk Süresi Farkı (dk)	Günlük Kazanılan Zaman (dk)	Yıllık Kazanılan Zaman (dk)	Süre Maliyeti (Euro)
2023	37679,80	23,50	30	6,50	244918,7	89.395.326	5.333.921
2024	40569,84	23,50	30	6,50	263703,96	96.251.945	5.743.033
2025	43681,55	23,50	31	7,50	327611,63	119.578.243	7.134.835
2026	47031,93	23,50	31	7,50	352739,48	128.749.908	7.682.078
2027	50639,27	23,50	32	8,50	430433,8	157.108.335	9.374.131
2028	54523,31	23,50	32	8,50	463448,14	169.158.569	10.093.128
2029	58705,24	23,50	33	9,50	557699,78	203.560.420	12.145.772
2030	63207,94	23,50	33	9,50	600475,43	219.173.532	13.077.354
2031	68055,99	23,50	34	10,50	714587,88	260.824.578	15.562.533
2032	73275,88	23,50	34	10,50	769396,78	280.829.823	16.756.179
2033	78896,14	23,50	35	11,50	907305,65	331.166.563	19.759.605
2034	84947,47	23,50	35	11,50	976895,91	356.567.005	21.275.165
2035	91462,94	23,50	36	12,50	1143286,8	417.299.668	24.898.880
2036	98478,15	23,50	36	12,50	1230976,9	449.306.553	26.808.624
2037	106031,43	23,50	37	13,50	1431424,3	522.469.871	31.174.036
2038	114164,04	23,50	37	13,50	1541214,5	562.543.310	33.565.084
2039	122920,42	23,50	38	14,50	1782346,1	650.556.337	38.816.528
2040	132348,42	23,50	38	14,50	1919052,1	700.454.008	41.793.756
2041	142499,54	23,50	39	15,50	2208742,9	806.191.163	48.102.739
2042	153429,25	23,50	39	15,50	2378153,4	868.025.982	51.792.217
2043	165197,28	23,50	40	16,50	2725755,1	994.900.619	59.362.404
2044	177867,91	23,50	40	16,50	2934820,5	1.071.209.496	63.915.500
2045	191510,38	23,50	41	17,50	3351431,7	1.223.272.553	72.988.596
2046	206199,22	23,50	41	17,50	3608486,4	1.317.097.518	78.586.819
2047	222014,70	23,50	42	18,50	4107272	1.499.154.263	89.449.538
2048	239043,23	23,50	42	18,50	4422299,7	1.614.139.395	96.310.317
2049	257377,85	23,50	43	19,50	5018868,1	1.831.886.847	109.302.582

6.5.9 Çevresel Maliyet

İngiltere Çevre Gıda ve Köy İşleri Kurumu'nun 2007 yılında yayınladığı Sera Gazları Çevirim Rehberi'nden alınan bilgiye göre bir otobüsün CO2 emisyonu km'de ortalama 0,089 kg iken, hafif raylı sistemlerin emisyonu 0,065 kg'dır. CO2 emisyonlarını temizlemenin maliyeti ise Victoria Ulaşım Politikaları Enstitüsü'nün 2009 yılında yayınladığı 'Ulaşım Etüdlerinde İklim Değişikliğine Neden Olan Emisyonların Değerlemesi Raporu' ve ulaşım sektöründe yapılmış benzer çalışmalar dikkate alınarak 247 Euro / ton olarak kabul edilmiştir [32]. Buna göre raylı sistemin hizmete girmesiyle elde edilecek çevresel fayda Tablo 6.38'de gösterildiği gibidir.

Tablo 6.38: İşletme döneminde otobüs ile hafif raylı sistem arasındaki çevresel maliyet farkı

Yıl	Bir Otobüsün Günlük Sefer Sayısı	Hatta Çalışan Otobüs Sayısı	Güzergah Uzunluğu (km)	Gün Sayısı	Yıllık Otobüs Katedilen Yol km	Otobüs Emisyon Değeri (kg/km)	Yıllık Raylı Sistem Katedilen Yol (km)	Raylı Sistem Emisyon Değeri (kg/km)	İki Sistem Arası Emisyon Farkı (kg/km)	Çevresel Maliyet (Euro)
2023	6	62	17	365	2308260	205435	719780	46786	158649	39.186
2024	6	62	17	365	2308260	205435	719780	46786	158649	39.186
2025	6	62	17	365	2308260	205435	719780	46786	158649	39.186
2026	6	62	17	365	2308260	205435	719780	46786	158649	39.186
2027	8	62	17	365	3077680	273914	719780	46786	227128	56.101
2028	8	62	17	365	3077680	273914	719780	46786	227128	56.101
2029	8	62	17	365	3077680	273914	719780	46786	227128	56.101
2030	8	62	17	365	3077680	273914	719780	46786	227128	56.101
2031	10	62	17	365	3847100	342392	719780	46786	295606	73.015
2032	10	62	17	365	3847100	342392	893520	58079	284313	70.225
2033	10	62	17	365	3847100	342392	893520	58079	284313	70.225
2034	12	62	17	365	4616520	410870	893520	58079	352791	87.139
2035	12	62	17	365	4616520	410870	893520	58079	352791	87.139
2036	14	62	17	365	5385940	479349	893520	58079	421270	104.054
2037	14	62	17	365	5385940	479349	893520	58079	421270	104.054
2038	16	62	17	365	6155360	547827	893520	58079	489748	120.968
2039	16	62	17	365	6155360	547827	893520	58079	489748	120.968
2040	18	62	17	365	6924780	616305	893520	58079	558227	137.882
2041	20	62	17	365	7694200	684784	1216180	79052	605732	149.616
2042	20	62	17	365	7694200	684784	1216180	79052	605732	149.616
2043	19	69	17	365	8134755	723993	1216180	79052	644941	159.301
2044	19	74	17	365	8724230	776456	1216180	79052	697405	172.259
2045	19	80	17	365	9431600	839412	1216180	79052	760361	187.809
2046	19	86	17	365	10138970	902368	1216180	79052	823317	203.359
2047	18	97	17	365	10833930	964220	1216180	79052	885168	218.637
2048	18	105	17	365	11727450	1043743	1216180	79052	964691	238.279
2049	18	113	17	365	12620970	1123266	1216180	79052	1044215	257.921

6.5.10 Finansal Değerlendirme

Hazırlamış olduğumuz ekonomik fizibilite etüdünün sonuçları Tablo 6.39’da verildiği gibidir. Buna göre ekonomik fizibilite etüdü ile Balıkesir Kent Merkezi ve Çağış Yerleşkesi arası hafif raylı sistem projesinin yatırım ve işletme dönemi olarak öngördüğümüz 2020 – 2049 yılları arasında hat üzerinde raylı sistem inşa edilmesi yerine toplu taşıma hizmetinin otobüs ve diğer toplu taşıma araçları ile sürdürülmeye devam edilmesi durumu ekonomik yönden karşılaştırılmıştır. Her yıl için elde etmiş olduğumuz net fayda miktarlarını iskonto oranı ile bugüne taşıyarak net bugünkü değer, fayda maliyet oranı ve iç verimlilik değerleri hesaplanmış, hafif raylı sistem projesinin hayata geçmesi durumunun net bugünkü değeri 71.945.213 Euro, iç verimlilik oranı %12,8 ve fayda maliyet oranı da 1,34 olarak hesaplanmıştır (bkz Tablo 6.39). Projenin net bugünkü değerinin pozitif çıkmış olması, iç verimlilik oranının %10 kabul etmiş olduğumuz iskonto oranından yüksek çıkması ve fayda maliyet oranının 1 değerinden büyük çıkması bu projenin fizibil olduğu göstermektedir.

Tablo 6.39: Ekonomik fizibilite raporu (Euro)

Yıllar	Yatırım Maliyeti	İşletme Giderleri	Toplam Maliyet	İşletme Gelir Farkı	Otobüs Yatırım Giderleri	Otobüs Amortisman Bedeli	Otobüs İşletme Giderleri	Karayolu Bakım Maliyeti	Kaza Maliyetleri	Zaman Maliyetleri	Çevresel Maliyet	Toplam Fayda	Yıllık Net Fayda	Kümülatif Fayda	Toplam Maliyet (NBD)	Toplam Fayda (NBD)	NBD
2020	21.874.219		21.874.219									0	-21.874.219	-21.874.219	19.885.654	0	-19.885.654
2021	68.009.847		68.009.847									0	-68.009.847	-89.884.066	56.206.485	0	-56.206.485
2022	106.224.629		106.224.629									0	-106.224.629	-196.108.695	79.808.136	0	-79.808.136
2023		8.016.196	8.016.196	8.540.473		930.000	946.387	276.991	9.233	5.333.921	39186	16.076.191	8.059.995	-188.048.700	5.475.169	10.980.255	5.505.085
2024		8.016.196	8.016.196	9.195.527		930.000	946.387	276.991	9.233	5.743.033	39186	17.140.357	9.124.162	-178.924.538	4.977.427	10.642.813	5.665.387
2025		8.016.196	8.016.196	9.900.824		930.000	946.387	276.991	9.233	7.134.835	39186	19.237.456	11.221.261	-167.703.277	4.524.933	10.859.043	6.334.109
2026		8.016.196	8.016.196	10.660.217		930.000	946.387	276.991	9.233	7.682.078	39186	20.544.092	12.527.897	-155.175.381	4.113.576	10.542.368	6.428.792
2027		8.016.196	8.016.196	11.477.856		930.000	1.261.849	369.322	12.311	9.374.131	56101	23.481.570	15.465.375	-139.710.006	3.739.614	10.954.326	7.214.711
2028		8.016.196	8.016.196	12.358.208		930.000	1.261.849	369.322	12.311	10.093.128	56101	25.080.919	17.064.723	-122.645.283	3.399.649	10.636.758	7.237.108
2029		8.016.196	8.016.196	13.306.082		930.000	1.261.849	369.322	12.311	12.145.772	56101	28.081.437	20.065.242	-102.580.041	3.090.590	10.826.610	7.736.019
2030		8.016.196	8.016.196	14.326.659		930.000	1.261.849	369.322	12.311	13.077.354	56101	30.033.596	22.017.400	-80.562.641	2.809.628	10.526.592	7.716.964
2031		8.016.196	8.016.196	15.425.513		930.000	1.577.311	461.652	15.388	15.562.533	73015	34.045.412	26.029.217	-54.533.424	2.554.207	10.847.918	8.293.711
2032		8.394.738	8.394.738	16.608.650		930.000	1.577.311	461.652	15.388	16.756.179	70225	36.419.405	28.024.667	-26.508.757	2.431.657	10.549.404	8.117.748
2033		8.394.738	8.394.738	17.882.534		930.000	1.577.311	461.652	15.388	19.759.605	70225	40.696.715	32.301.977	5.793.219	2.210.597	10.716.717	8.506.120
2034		8.394.738	8.394.738	19.254.124		930.000	1.892.773	553.982	18.466	21.275.165	87139	44.011.649	35.616.911	41.410.130	2.009.634	10.536.039	8.526.405
2035		8.394.738	8.394.738	20.730.915		930.000	1.892.773	553.982	18.466	24.898.880	87139	49.112.155	40.717.417	82.127.548	1.826.940	10.688.236	8.861.296
2036		8.394.738	8.394.738	22.320.976		930.000	2.208.235	646.313	21.544	26.808.624	104054	53.039.746	44.645.008	126.772.556	1.660.854	10.493.631	8.832.777
2037		8.394.738	8.394.738	24.032.995		930.000	2.208.235	646.313	21.544	31.174.036	104054	59.117.177	50.722.439	177.494.994	1.509.867	10.632.744	9.122.876
2038		8.394.738	8.394.738	25.876.326		930.000	2.523.698	738.643	24.621	33.565.084	120968	63.779.340	55.384.601	232.879.596	1.372.607	10.428.432	9.055.825
2039		8.394.738	8.394.738	27.861.040		930.000	2.523.698	738.643	24.621	38.816.528	120968	71.015.498	62.620.760	295.500.356	1.247.824	10.556.001	9.308.177
2040		8.394.738	8.394.738	29.997.982		930.000	2.839.160	830.974	27.699	41.793.756	137882	76.557.453	68.162.715	363.663.070	1.134.386	10.345.252	9.210.867
2041		9.006.544	9.006.544	32.298.827		930.000	3.154.622	923.304	30.777	48.102.739	149616	85.589.885	76.583.341	440.246.411	1.106.418	10.514.373	9.407.955
2042		9.006.544	9.006.544	34.776.147		930.000	3.154.622	923.304	30.777	51.792.217	149616	91.756.683	82.750.139	522.996.550	1.005.834	10.247.217	9.241.383
2043		9.006.544	9.006.544	37.443.478	2.100.000	1.035.000	3.335.250	976.171	32.539	59.362.404	159301	104.444.143	95.437.598	618.434.149	914.395	10.603.754	9.689.359
2044		9.006.544	9.006.544	40.315.392	1.500.000	1.110.000	3.576.934	1.046.908	34.897	63.915.500	172259	111.671.890	102.665.346	721.099.494	831.268	10.306.869	9.475.601
2045		9.006.544	9.006.544	43.407.583	1.800.000	1.200.000	3.866.956	1.131.792	37.726	72.988.596	187809	124.620.462	115.613.917	836.713.411	755.698	10.456.336	9.700.638
2046		9.006.544	9.006.544	46.736.945	1.800.000	1.290.000	4.156.978	1.216.676	40.556	78.586.819	203359	134.031.333	125.024.789	961.738.200	686.998	10.223.600	9.536.601
2047		9.006.544	9.006.544	50.321.668	3.300.000	1.455.000	4.441.911	1.300.072	43.336	89.449.538	218637	150.530.162	141.523.618	1.103.261.818	624.544	10.438.266	9.813.722
2048		9.006.544	9.006.544	54.181.340	2.400.000	1.575.000	4.808.255	1.407.294	46.910	96.310.317	238279	160.967.395	151.960.851	1.255.222.668	567.767	10.147.289	9.579.522
2049		9.006.544	9.006.544	58.337.049	2.400.000	1.695.000	5.174.598	1.514.516	50.484	109.302.582	257921	178.732.150	169.725.605	1.424.948.273	516.152	10.242.881	9.726.729
Toplam															212.998.509	284.943.722	71.945.213
NBD	71.945.213																
IRR	12,8																
F/M	1,34																

6.6 Öneriler

Ulaştırma konusunda sorunlar ortaya çıktıktan sonra çözüm aramak yerine kent bölge ve ülke düzeyinde fiziksel gelişmelerin akılcı bir şekilde planlanmasına gerçekleştirilmesine özen gösterilmesi daha akılcı ve tutarlı bir yaklaşımdır [34]. Gerçekleştirilmesi düşünülen bu derece büyük projelerin kente ait üst ölçek ve uygulama imar planları aynı zamanda ulaşım planları ile uyumlu olması gerekmektedir. Bu açıdan Çağış Yerleşkesi hattına bir raylı sistem projesi hayata geçirilecekse bu projeden çok daha önce imar ve ulaşım planları ile bu hattın bu projeye ayrılmış olması bölge altyapısının bu projeye uygun şekillenmiş olması, bu hat üzerinde gerekli cazibeyi yaratacak, ticaret alanları, alışveriş alanları, sosyal yaşam alanları ve diğer eğitim alanlarının hat üzerinde uygun yerlere planlamasının yapılmış olması gerekmektedir.

Güzergâh için belirlenen yaklaşık maliyet ülkemizde son yıllarda döviz para biriminin yükselmesi neticesinde TL bazında oldukça büyük bir rakama denk gelmektedir. Bu kaynakların tedariki noktasında yerel yönetimlerin kredi kaynaklarını kullanabilmeleri oldukça önemlidir. Hazırlamış olduğumuz fizibilite etüdünde en uygun çözüm için uzun vadeli ödeme planına sahip düşük faizli kredi kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda, merkezi yönetimin bu kredi kaynakları üzerinde ciddi bir denetim sağlaması mali yapının sağlığı açısından oldukça önemlidir. Vagon ve raylı sistem ekipmanları üreten pek çok yurt dışı kaynaklı firma bu tip büyük projelere ucuz kaynak sağlayabilmekte ancak bu ucuz kaynakların kullanımı için kendi ürettiği malların projede kullanımlarını şart koşmaktadır. Bu durum hem o ülkenin raylı sistem standartlarının bizim şartlarımıza uyarlanmadan ülkemize taşınmasına sebep olmakta, hem de alınan ithal malların kalite ve güvenliklerinin yeterince sorgulanmasının önüne geçmektedir. Bu tür sağlıksız kaynak ilişkilerinden mümkün olduğunca uzak durarak, raylı sistem projelerimizi yerli kaynaklarla hayata geçirmek gerekmektedir.

Genel olarak yurtiçinde raylı sistem projesine başlayan yerel yönetimler birbirinden bağımsız hareket etmektedirler. Bu nedenle ulusal ölçekte raylı sistem

veri tabanının oluşturulması farklı fiyat tarifelerinin ve farklı teknik şartnamelerin önüne geçilerek, raylı sistem projelerinde genel çerçevenin belirlenmesi adına faydalı olacaktır.

Raylı sistemin başarıya ulaşmasında temel ölçüt raylı sistem hayata geçmeden önce hat üzerinde otobüsler ile yolculuk yapanların raylı sistem kullanmasını sağlamak değildir. Bu durum hat üzerinde çalışan otobüsleri kaldırarak, bu otobüsleri kent içinden raylı sistem hattına yolcu taşımak için kullandığımızda, kendiliğinden gerçekleşecek bir durumdur. Temel amaç bütün raylı sistem projelerinde olduğu gibi özel otomobiller ile yolculuk yapanları raylı sisteme çekebilmektir. Hazırlamış olduğumuz fizibilite etüdünde öngörülen işletme gelirleri de bu yönde düzenlenmiş ve hattın işletmeye açılması ile güzergâhta seyahat eden otomobil kullanıcılarının yarısının raylı sistemi tercih edeceği öngörülmüştür. Büyük sanayi şehirlerimizde ciddi trafik sıkışıklıkları ve uzun yolculuk mesafelerinden dolayı çileye dönen kent içi ulaşımda yolcuların özel otomobillerinden vazgeçmeleri daha kolay olmakta, bunun için yerel yönetimlerin raylı sistem projelerini hayata geçirmek dışında, raylı sistem projelerini kullanıcılar için cazip hale getirmek gibi başka bir çaba göstermelerine gerek kalmamaktadır. Ancak Balıkesir gibi nispeten kent içi ulaşım sorunlarının henüz yeni baş göstermeye başladığı bir kentte özel otomobil sahiplerinin raylı sistemi tercih edebilmeleri için, yerel yönetimin bazı düzenlemeler yapması gerekmektedir. Mesela hat üzerinde inşa edilen büyük kavşak projeleri, karayolu genişletme çalışmaları gibi çalışmalar kullanıcılar için özel otomobil kullanımına bir davet niteliği taşımaktadır. Bu şekilde devam eden bir politika raylı sistem projesi için uygun bir yaklaşım olmayacaktır. Yerel yönetimin bu tip projelerden vazgeçmesi hatta özel otomobil ile Çağış Yerleşkesi'ne ulaşımı kısıtlayıcı düzenlemelere gitmesi kent içi ulaşımı gelecek yıllarda karşılaşılabilecek problemlerden korumak adına daha sağlıklı bir davranış olacaktır. Bunun yanında karayolu ile bireysel ulaşimleri kısıtlayıcı politikalar izlerken, raylı sistemin hizmet kalitesini de yüksek tutmak gerekmektedir. Daha önce hatta çalışan otobüsleri kullanmayan özel otomobil sahipleri için yeni yapılacak raylı sistemin cazip hale gelebilmesi, otobüs gibi her yerde dur – kalk yapmayan, düzenli sefer saatleri ile çalışan, otobüsten daha hızlı ve daha konforlu bir ulaşım türü olması ile doğrudan ilişkili olacaktır.

Raylı sistemin diğere ulaşım türleri ile entegrasyonunu sağlamak, düzenli işleyen bir toplu taşıma aktarma ağı kurmak, farklı toplu taşıma sistemleri arasındaki hizmet kalitesinin birbirine yakın olacak şekilde yükseltmek bu projenin başarısı için son derece önemlidir. Zira güzergâhtaki istasyonlara uzak mesafelerde bulunan kullanıcıları lastik tekerlekli toplu taşıma türleri ile istasyonlara taşımak gerekmektedir. Ayrıca şu an kentte kullanılan toplu taşıma araçlarından tek bir elektronik kart ile istifade etmek mümkündür. Hafif raylı sistem hattı hayata geçtiği takdirde bu sistemin de kentin elektronik bilet uygulamasına dâhil edilmesi kullanımı kolaylaştıracak bir uygulama olacaktır.

Hatta görev yapacak tüm personel için sürekli ve yeterli bir eğitim altyapısı oluşturulmalı, teknik eğitimlerle tüm personel uzmanlaştırılmalıdır.

Son olarak böyle bir proje hayata geçirilirken başta Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisleri Odası ve Mimarlar Odası olmak üzere, tüm akademik birimler, sivil toplum kuruluşları ve meslek odalarının fikir ve önerilerini almak son derece faydalı olacaktır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kent içi ulaşım kavramı olarak ülkemizde son dönemlerde ön plana çıkan bir meseledir. Nüfus ve kentsel gelişim hızlarında artış olmayan kentlerde bile, insanların sosyo-ekonomik değişimleri ve ulaşım sektöründeki güncel değişim eğilimleri neticesinde ulaşım sektörü büyümeye ve değişmeye kaçınılmaz olarak devam etmektedir. Bu büyüme ve değişimin şehir dokusuna zarar vermeden idaresi, kontrolü ve yönlendirilmesi açısından yerel yönetimlerin sağlıklı ulaşım planlamaları yapmaları gerekmektedir. Yerel yönetimlerin ulaşım planlama çalışmaları kendi şehir planları ve ülke bazındaki üst ölçek ulaşım planları ile uyumlu ve bütünleşik olmalıdırlar. Doğru bir arazi planlaması ile kentin hizmet sahasında etkin bir şekilde dağıtılmış ticari merkezler, sosyal donatılar, sanayi alanları, eğitim ve yaşam alanları, ulaşımın planlamasını kolaylaştıracak ve doğru yatırımların önünü açacaktır. Bu açıdan halihazırda yerleşim sahaları geliştirmekte olan çalışma güzergahımızın imar ve ulaşım planlamaları ile doğru bir şekilde kullanıma açılmaları hattın ticari yönden başarısı için oldukça önemlidir.

Balıkesir Kent Merkezi Çağış Yerleşkesi arası hafif raylı sistem hattı için yapmış olduğumuz fizibilite çalışması neticesinde 6 farklı senaryo üzerinden ödeme planı ve nakit akış tablosu hazırlanmıştır. Bu senaryoların net bugünkü değerleri, iç verimlilik oranları ve fayda – maliyet oranları karşılaştırıldığında en uygun seçeneğin yapım maliyetinin %85'i oranında kamusal destekli düşük faizli kredi seçeneği (Senaryo 4) olduğu anlaşılmıştır. Bu senaryoya göre hattın işletmeye açılmasından 14 yıl sonra yapım maliyetini karşılayıp yatırımın kâr eder duruma geldiği görülmüştür. Böylesine uzun soluklu ve yüksek maliyetli bir proje için 14 yılın uzun bir süre olmadığı ve yatırımın hayata geçirilebilmesi için gerekli şartların mevcut olduğu düşünülmektedir. Zira çalışmamıza konu güzergah üzerinde yolcu kapasitesinin artışı adına yeni ticaret, eğitim ve sağlık merkezleri hizmete girmiş olup, bundan sonra da hizmete girmeye devam edeceği öngörülmektedir. Bu anlamda yatırımın geri dönüş süresi ile şehrin bu güzergah yönünde gelişim süresi uyum göstermektedir. Gelecek yıllarda önemi daha da artacak olan Balıkesir Kent Merkezi – Çağış Yerleşkesi arası ulaşım güzergahının kent içi raylı sistem hattına mümkün olduğunca erken kavuşarak, ileride yaşanabilecek muhtemel trafik

sorunlarının önüne şimdiden geçmek gerektiği ve ancak planlı yarımlar ile ulaşım refahının zamanında sağlanabileceği düşünülmektedir.



8. KAYNAKLAR

- [1] Tekeli, İ., *İstanbul ve Ankara için kent içi ulaşım tarihi yazıları*, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, (2009).
- [2] Engin, V., Kırmızı, Z., Acar, F., “İETT kronolojik tarihçe [online]”, (17.10.2018), <http://www.iett.istanbul/tr/main/pages/kronolojik-tarihce/32>.
- [3] İ.E.T.T., İ.E.T.T. İşletmeleri Genel Müdürlüğü Stratejik Plan 2008-2012, İ.B.B. İ.E.T.T. İşletmeleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı (2007).
- [4] Acar, H., İ., “Avrupa kentsel şartı ışığında ulaşım ve hareketlilikte İzmir’de uygulanan bütüncül yaklaşım”, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 415(1), İstanbul: TMMOB Yayını, 17-23.
- [5] Tekeli, İ., *Ankara 1985’den 2015’e*, Ankara: Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, 65-86, (1987).
- [6] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, *Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979–1983*, Yayın No DPT:1664, Ankara, (1979).
- [7] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, *Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985–1989*, Yayın No DPT:1974, Ankara, (1984).
- [8] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, *Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1990-1994*, Yayın No DPT:2174, Ankara, (1989).
- [9] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1996-2000*, Ankara, (1995).
- [10] Hamamcıoğlu, C., “Ulaşım Ağının Kentsel Hizmet Alanlarının Yerleşimine Etkilerinin İstanbul Tarihi Yarımada Örneğinde Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2009).

- [11] Uysal, O., “İstanbul’da Raylı Sistemleri Kullananlar 600 Milyonu Geçti [online]” (10.10.2018), <https://tr.railturkey.org/2016/01/30/istanbulda-rayli-sistemleri-kullananlar-600-milyonu-gecti/>.
- [12] İ.B.B. *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Faaliyet Raporu 2015*, İstanbul, (2015).
- [13] Yalçın, Y., Kadiroğlu, R., Akcan, Ş. ve Efiloğlu, F., “Özel araç kullanımının yol açtığı trafik sıkışıklığının çevresel ve ekonomik boyutu”, *Transist İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı 2016 Kongre Bildirisi*, İstanbul, 392–400, (2016).
- [14] Gökdağ, M., *Kentsel ulaşımda karayolu ve raylı taşıma sistemlerinin bazı önemli faktörlere göre karşılaştırılması*, 2. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara, Makina Mühendisleri Odası, 394-400, (1999).
- [15] Türkmen, M., “Kent İçi Toplu Taşımada Raylı Sistemlerin Yeri ve Ankara Metroyu İle Ankaray Örneklerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2007).
- [16] Kocabaş, N., “Metrobüs Sistemlerinin Ülkemizde Uygulanabilirliğinin Araştırılması ve Antalya Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Eskişehir, (2007).
- [17] ENSPD. P. D., *Altıeylül (MERKEZ) 1/5000 Ölçekli Revizyon + İlave Nazım İmar Planı Plan Açıklama Raporu*, İstanbul: Balıkesir Büyükşehir Belediyesi, (2016).
- [18] Doğukanimar, *Balıkesir-Çanakkale Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Plan Açıklama Raporu*, Ankara: T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığı Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, 77, (2014).
- [19] Taşçı, F., “Raylı Sistem-Karayolu Yolcu Taşımacılığının Karşılaştırılması üzerine Bir Araştırma (Balıkesir İl Merkezi İle Çağış Kampüsü Arası)”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Balıkesir, (2005).

- [20] Gülen, A. R., “Deprem Risk Analizi ve Şehirleşmede Balıkesir Kent Merkezi Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Balıkesir, (2008).
- [21] K.G.M., “Trafik Hacim Haritaları [online]”, (03.11.2018), <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/TrafikHacimHaritalari2017.aspx>, (2017).
- [22] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara: *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001–2005*, (2000).
- [23] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara: *Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007–2013*, (2006).
- [24] T.C.Kalkınma Bakanlığı, Ankara: *Onuncu Kalkınma Planı 2014–2018*, (2013).
- [25] Yayla, N., *Karayolu Mühendisliği*, İstanbul: Birsan Yayınevi, (2008).
- [26] Yüksel, Proje, *Demiryolları malzeme, yapım, kontrol ve bakım onarım teknik esasları*, Ankara: T.C. Ulaştırma Bakanlığı Demiryollar Limanlar Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, (2007).
- [27] Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, “Ulaşım ve Fizibilite Etüdü Teknik Şartnamesi Hafif Raylı Sistem Tasarım Kriterleri [online]”, (04.12.2018), http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DLH/tr/DOKUMAN_SOL_MENU/Rayli_Sistem_Kriterleri/20140228_153248_10288_1_10315.pdf, (2014).
- [28] Sevim, R., “İstanbul’da Kent İçi Raylı Sistemler ve Üst Yapı Hesapları”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, (2007).
- [29] Şenlik, İ., “Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi [online]”, (20.11.2018), http://www.emo.org.tr/ekler/7ccd0ae17c4c6a8_ek.pdf?dergi=920, (2013).
- [30] İ.B.B. Ulaşım Daire Başkanlığı Ulaşım Planlama Müdürlüğü, *İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı*, (2011).

- [31] Rayhaber, “Türkiye’deki bazı hafif raylı sistemlerin maliyetleri [online]”, (18.11.2018), <http://www.rayhaber.com/2012/10/turkiyedeki-hafif-rayli-sistemlerin-maliyetleri/>, (2012).
- [32] Boğaziçi, Proje, Mühendislik, Plan, ve, İnş., San., Tic., Ltd., Şti., *Bursa Hafif Raylı Sistemi Doğu Hattı Ulaşım Etüdü*, Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistemler Daire Başkanlığı, (2011).
- [33] İstanbul, Ulaşım, San., ve, Tic., A., Ş., *Bursa Büyükşehir Belediyesi Bursa Tramvay Projesi T1 Avan ve Uygulama Proje Hizmetleri Fizibilite Raporu*, Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, (2011).
- [34] Evren, G., *Türkiye Ulaştırma Politikasına Eleştirel Bir Bakış*, 2. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara: Makine Mühendisleri Odası, 3-14, (1999).



EKLER

9. EKLER

Şekil A1: Çağış Yerleşkesi Vaziyet Planı

