



**KENTSEL RAYLI SİSTEMLERİN BAŞARISINDA
FİZİKSEL PLANLAMA KARARLARININ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELİF KIZILAY

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA
ANABİLİM DALI**

**MERSİN
EKİM- 2022**

**KENTSEL RAYLI SİSTEMLERİN BAŞARISINDA
FİZİKSEL PLANLAMA KARARLARININ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif KIZILAY

ORCID ID: 0000-0001-9302-7779

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA
ANABİLİM DALI**

**DOÇ. DR. FİKRET ZORLU
ORCID ID: 0000-0002-9243-1398**

**MERSİN
EKİM - 2022**

ÖZET

KENTSEL RAYLI SİSTEMLERİN BAŞARISINDA FİZİKSEL PLANLAMA KARARLARININ ETKİSİ

Kentsel raylı sistemler yüksek maliyetli kamu yatırımlarıdır. Bu yatırımlara harcanan kaynakların sosyal faydası ve parasal geri dönüşü için yeterli yolcu sayısına ulaşması beklenir. Yolculuk talebini belirleyen en önemli etkenlerden biri arazi kullanımı olduğundan raylı sistemlerin başarısı için planlanan fiziksel yapının öngörülen biçimde gerçekleşmesi beklenir. Bu çalışmada fiziksel planlama kararlarının ve gerçekleşme düzeylerinin yolcu sayısını ne düzeyde etkilediği araştırılmıştır. Çalışmada nüfus ve fiziksel ölçeği birbirine yakın olan Adana, Antalya, Gaziantep ve Kayseri kentlerindeki raylı sistemler incelenmiştir. Başarı düzeyinin ölçülmesinde hedeflenen ve gerçekleşen yolcu sayıları önce/sonra analizi ile tespit edilmiştir. İncelenen dört kentte yol sayısı hedefine ulaşma oranı düşük olmakla beraber aralarında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Çalışma kapsamında literatürden elde edilen ölçütler esas alınarak yolcu sayısı hedefine ulaşılmamasında raylı sistem koridorunda öngörülen ve gerçekleşen nüfus, işyeri, okul ve diğer kentsel kullanımlar incelenmiştir. Çalışma bulguları arazi kullanım planlamasındaki sapmaların yolcu sayısını dolayısıyla raylı sistemlerin başarısını önemli düzeyde etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi Kullanım, Kentsel Raylı Sistem, Ulaşım,

Danışman: Doç. Dr. Fikret ZORLU, Mersin Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

THE EFFECT OF PHYSICAL PLANNING DECISIONS ON THE SUCCESS OF URBAN RAIL SYSTEMS

Urban rail systems are high-cost and expensive investments. Investment costs for investments can be recovered both social benefit and financial return is sufficient if only those systems can transport sufficient number of passengers (ridership). Since land use is one of the most important factors influencing the travel demand, in order to achieve goals of a rail transit investment, the planned physical structure through rail transit corridors shall be consistent with the planned one. This study investigates how physical planning decisions influence transit patronage and ridership. In this scope the performances of rail transit systems in the cities of Adana, Antalya, Gaziantep and Kayseri cities are assessed. Predicted and actual ridership figures were compared through a before/after analysis. Although the utilization rates (actual/predicted) of those systems are low, there are significant differences among cities. Empirical study is conducted by comparing the predicted and actual figures for population, workplaces, schools and other urban uses through rail transit. Rail transit performances are measured and compared according to the criteria obtained from the literature. Results shows that the deviations in the land use planning significantly affect number of passengers and therefore the success of rail transit systems.

Keywords: Arazi Kullanım, Transportation, Urban Rail Systems

Advisor: Doç. Dr. Fikret ZORLU, Department Of City And Regional Planning, Mersin University, Mersin

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanma sürecinde, iş hayatım ve eğitim hayatım boyunca destekleri, sabrı ve tüm emekleri için değerli tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Fikret ZORLU'ya en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Gerek lisans gerek de Yüksek Lisans Eğitimim boyunca akademik disiplinlerine yüksek saygı duyduğum Mersin Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı tüm akademisyenlerine teşekkür ederim.

Aldığım bütün kararlara ve irademe saygı duyan, mesafelere rağmen her zaman yanımda duran aileme sonsuz teşekkürlerimi saygılarımı sunarım.

Her zaman yanımda olan değerli arkadaşlarım G. Delal NASİN BEKAR, Gizem Fatma MANIŞ, Leyla ADIYAMAN, Başak YİĞİT ve Yusuf Ali AKAR'a teşekkürlerimi sunarım. Tez hazırlama süreçlerimde akademik desteklerinden dolayı meslektaşım B. Selman PAÇA'ya, veri temin süreçlerinde yardımlarını esirgemeyen İbrahim GÖKDUMAN, İbrahim H. SAYER olmak üzere diğer meslektaşlarımı da teşekkür ederim.

Bu tez ve diğer tüm çalışmalarımda; verimli bir çalışma ve sosyal ortam sunan Sokak Kitap ve Kahve Evi ailesine, orada tanıdığım tüm değerli hocalarıma da sevgilerimi saygılarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	i
ONAY	ii
ETİK BEYAN	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar VE GRAFİKLER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	9
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	12
4.1. Türkiye'deki Tramvay Hattı Uygulamalarına Yönelik Genel Tespitler	12
4.2. Adana Kenti Raylı Sistemine Yönelik Tespitler	13
4.2.1. Proje Yaşam Süreci	13
4.2.2. Fiziksel Planlama Öngörülerinin Gerçekleşme Düzeyi	13
4.2.3. Nüfus Tahmini	15
4.2.4. İş gücü, Otomobil Sahipliği Tahmini	17
4.2.5. Yolcu Tahminlerinin Gerçekleşme Düzeyi ve Durakların Arazi Kullanım İlişkisi	17
4.2.6. Maliyet Tahmini ve Gerçekleşen Durum	24
4.2.7. Kentsel Dinamikler	24
4.2.8. İstasyon Durakları Arası Mesafeler	25
4.2.9. Güzergah Planlamasının Kentsel Kullanımlarla İlişkisi	26
4.2.10. Toplu Taşıma Türlerinin Rekabeti	27
4.3. Kayseri Kenti Raylı Sistemine Yönelik Tespitler	28
4.3.1. Ulaşım Etüt Çalışmaları ve Raylı Sistem Proje Süreci	28
4.3.2. Fiziksel Planlama Öngörülerinin Gerçekleşme Düzeyi	29
4.3.3. Nüfus Tahmini	30
4.3.4. Tramvay Hattı Sonrası Kentsel Kayseri Kenti Plan Kararları	32
4.3.5. Yolcu Tahminlerinin Gerçekleşme Düzeyi ve Durakların Arazi Kullanım İlişkisi	33
4.3.6. Güzergah Planlamasının Kentsel Kullanımlarla İlişkisi ve Duraklar Arası Mesafeler	41
4.3.7. Kentsel Dinamikler	42
4.4. Gaziantep Kenti Raylı Sistemine Yönelik Tespitler	43
4.4.1. Ulaşım Etütleri ve Proje Süreci	43
4.4.2. Fiziksel Planlama Öngörülerinin Gerçekleşme Düzeyi	43
4.4.3. 2016 Yılı İçin Nüfus Tahmini	47
4.4.4. Faaliyette Olan Tramvay Hatlarının Güncel Durum Değerlendirmesi	48
4.5. Antalya Kenti Raylı Sistemine Yönelik Tespitler	51
4.5.1. Ulaşım Etütleri, Proje Süreci ve Nüfus Tahminleri	51
4.5.2. Antalya Kenti Fiziksel Plan Kararları	52
4.5.3. Faaliyette Olan Tramvay Hatlarının Yolcu Sayıları ve Durak Çevresi Analizi	53
4.6. Tartışma ve Değerlendirme	58
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	68

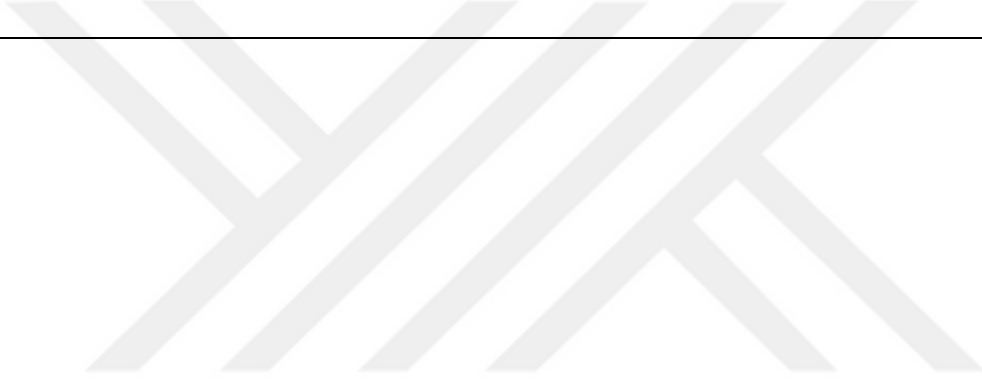
TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Hatların Günlük Yolcu, Hat Uzunluğu ve Km Başına Düşen Yolcu Sayısı	12
Tablo 4.2. Adana Kentsel Gelişme Stratejisine Göre Nüfus Tahmini Yöntemleri	15
Tablo 4.3. 2010 Yılı Adana Kenti Önerilen Nüfuslar Ve Gerçekleşen Nüfuslar	15
Tablo 4.4. Nüfus Ve Ulaşım Yapısına İlişkin Göstergeler Tahmini	17
Tablo 4.5. Raylı Sistem İşletme Özellikleri	17
Tablo 4.6. Yıllara Göre Günlük ve Yıllık Toplam Yolculuk Sayıları	18
Tablo 4.7. İstasyon Bazlı Günlük Yolculuk Sayıları	19
Tablo 4.8. Hafif Raylı Sistem 250 Metre ve 500 Metre Yarıçaplı Bölge Nüfusları	23
Tablo 4.9. Hafif Raylı Sistem 2013-2018 Dönemi Gelir Gider Durumu	24
Tablo 4.10. Proje Alanı Nüfus Tahmini	31
Tablo 4.11. Çalışmada İncelenecek Hat Bilgileri	33
Tablo 4.12. İstasyon Bazlı Günlük Yolcu Sayılarının Hata Oranı	35
Tablo 4.13. Güncel Durumda Tramvay Hatlarında Hedeflenen Yolcu Sayısı	41
Tablo 4.14. Gaziantep Nüfus Projeksiyonları	47
Tablo 4.15. Faalde olan tramvay Hatların Yolcu Sayıları	50
Tablo 4.16. Faaliyette Olan Tramvay Hatlarının Yıllara Göre Ortalama Yolcu Sayıları	54
Grafik 4.1. 2010 Yılı İçin Bölgesel Bazda Öngörülen Nüfuslar Ve Gerçekleşen Nüfusların	16
Grafik 4.2. Yıllara Göre Gerçekleşen Toplam Yolcu Sayısı	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. HRS Hattı ve 2. Etap Planlanan (Sarı) Hat Güzergahı ve İstasyon Noktaları	13
Şekil 4.2. 1992 Yılı Adana Kentsel Gelişim Önerisi ve 2018 Yılı Gerçekleşen Durum	14
Şekil 4.3. Bölgesel Bazda Öngörülen Ve Gerçekleşen Nüfusların Karşılaştırması	16
Şekil 4.4. 2010 ve 2018 Yılı İstasyon Bazlı Günlük Yolculuk Sayıları	18
Şekil 4.5. Hürriyet İstasyonu ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu	20
Şekil 4.6. Akıncılar İstasyonu ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar	20
Şekil 4.7. Anadolu Lisesi İstasyonu ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar	21
Şekil 4.8. Duraklar ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu, Duraklar Ve Yaya Alt Geçitleri Arasındaki Mesafeler	21
Şekil 4.9. HRS İstasyonlarına 250 Metre Mesafedeki Nüfusun Mahalle Nüfuslarına Oranları	22
Şekil 4.10. HRS Hattı İstasyonları Çevresinde Bulunan Kentsel Kullanımlar ve Nüfusların Mahalle Nüfuslarına Oranları(500 metre)	23
Şekil 4.11. Mevcut HRS Hattı Güzergâhında Bulunan Özel Okul ve Özel Hastaneler ile Gelir Durumu İlişkisi	24
Şekil 4.12. Mevcut Hafif Raylı Sistem Hattı İstasyonları Arası Mesafeler	25
Şekil 4.13. Mevcut HRS Hattı ve Önemli Ulaşım Terminallerinin Konumları Plan Kapsamında Önerilen Kentsel Makraform ve Gerçekleşen Durum	26
Şekil 4.14. Mevcut HRS Hattı ve Yakın Çevresi Önemli Ulaşım Terminallere Uzaklığı	27
Şekil 4.15. Mevcut HRS Hattı Güzergahı İle Çakışan Otobüs ve Minibüs Hatları	27
Şekil 4.16. Kayseri Tramvay Hattı Güzergahı	28
Şekil 4.17. Ulaşım Etüdü Projesi Trafik Bölgesi Analizi	29
Şekil 4.18. Plan Kapsamında Önerilen Kentsel Makraform ve Gerçekleşen Durum	29
Şekil 4.19. Ulaşım Etüt Projesinde Nüfus Öngörülerinin Gerçekleşme Oranları	30
Şekil 4.20. Ulaşım Etüt Projesinde Hesaplanan Nüfus Artış Tahminleri	31
Şekil 4.21. Kayseri Kenti 2019 Yılı Mahalle Nüfusları	32
Şekil 4.22. Tramvay Hattı İstasyonları Öngörülen ve Gerçekleşen Yolcu Sayıları	34
Şekil 4.23. Stadyum Durağı ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu	36
Şekil 4.24. Duraklar ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu	37
Şekil 4.25. Durak Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu	37
Şekil 4.26. Duraklar ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu	38
Şekil 4.27. Tramvay Hattı İstasyonları 250 Metre Yarıçaplı Alandaki Nüfuslar	39
Şekil 4.28. Tramvay Hattı 500 Metre Yarıçaplı Mahalle Nüfusları	40
Şekil 29. Tramvay Hattı İstasyonları Çevresinde Bulunan Kentsel Kullanımlar	41
Şekil 4.30. Tramvay İstasyonları Arası Mesafeler	42
Şekil 4.31. Kayseri Kenti Gelir Durumu ve Özel Kurumların Mekansal Dağılımı	42
Şekil 4.32. Gaziantep Kenti Yıllara Göre Kentsel Gelişimi ve Tramvay Hattı Güzergahı	44
Şekil 4.33. Ulaşım Etüt Çalışmalarında Öngörülen 2016 Yılı	45
Şekil 4.34. 2016 Yılı Gaziantep Kenti Gelişimi	46
Şekil 4.35. Gaziantep Mahalle Nüfusları, Öngörülen ve Gerçekleşen Tramvay Hatları	48
Şekil 4.36. Faaliyette Olan Tramvay Hatları ve Önemli Kentsel Kullanımlar	49
Şekil 4.37. 1999 Yılı Ulaşım Etüdü Güncelleştirme Çalışmasında 2020 Yılına Kadar Planlanan Raylı Sistem Güzergahları	51
Şekil 4.38. Antalya Mahalle Nüfusları, Öngörülen Hafif Raylı Sistem ve Faaliyette Olan Tramvay Hatları	52
Şekil 4.39. Antalya'da Faaliyette olan Tramvay Hatları	53
Şekil 4.40. T1 Hattı Durak Bazlı Yolcu Sayıları	54

	Sayfa
Şekil 4.41. T3 Hattı Durak Bazlı Yolcu Sayıları	55
Şekil 4.42. Duraklar ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar	56
Şekil 4.43. Duraklar ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar	57



KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simgesi	Tanım
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DSİ	Devlet Su İşleri
KÜSGET	Küçük Sanayi Geliştirme Teşkilatı(Gaziantep)
GATEM	Gaziantep Toptancılar Sitesi
KM	Kilometre
HRS	Hafif Raylı Sistem
MİA	Merkezi İş Alanı
rE	Hata Oranı
NRMSE	Normalleştirilmiş Kök Ortalama Karesel Hata
RMSE	Kök Ortalama Karesel Hata
T	Tramvay Hattı
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TOD	Toplu Taşıma Odaklı Gelişim
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Kentsel büyümenin neden olduğu temel sorunlardan biri ulaşım altyapı yetersizliği ve trafik yoğunluğudur. Bu iki sorun erişimin zorlaşması zaman kayıplarına ve çevre kirliliği sorunlarına neden olmaktadır. Bu sorunların azaltılması için teorik çalışmalarda ve uygulamada ulaşım-arazi kullanım arasındaki ilişkinin yeniden kurgulanması ve kent içi toplu taşıma sistemlerinin daha fazla kullanılması yaklaşımı benimsenmiştir. Kent içi raylı sistemler, kent içi ulaşım sorunlarını azaltmak ve daha yaşanabilir çevreler için etkili, sürdürülebilir olması nedenleriyle öncelikli ulaşım türü olarak kabul görmektedir.

Kent içi raylı sistemler ulaşım ve trafik sorunlarının azaltılmasının yanı sıra kentsel gelişimin yönlendirilmesi yönünden etkili bir ulaşım türü olarak tercih edilmektedir. Raylı sistemlerin arazi kullanımı ve kentsel gelişimin yönlendirilmesinde etkili bir araç olması da tercih yatırım kararlarında dikkate alınan bir etkidir (Babalık Sutcliffe, 2002). Bu sistemler sabit bir fiziksel altyapı gerektirdiğinden ve yatırım maliyetleri yüksek olduğundan yolculuk talebinin yüksek olduğu koridorlar için planlanması beklenir.

Kentsel ulaşım planlamasında ilgili kentin potansiyel gelişim senaryoları, fiziksel ve mekânsal çevresi, ulaşım talepleri ve ulaşım davranışları gibi göstergelerin hesaplanarak en uygun ulaşım sistemi belirlenir. Bunun yanında önerilecek tüm ulaşım sistemleriyle mevcut ulaşım bağlantılarının entegre edilmesi ve işletilmesi raylı sistemin başarısında önemli bir role sahiptir (Babalık Sutcliffe, 2002; Mackett ve Sutcliffe, 2003). Bu yatırımların yapılabilir olabilmesi için ekonomik ve toplumsal faydalarının da yüksek olması ve hedeflere ulaşılması beklenir. Bu hedefler; trafik sıkışıklığının azalması, sürdürülebilir bir çevre oluşumuna katkı sağlaması, yüksek yolcu öngörüsü, güzergahların çevresinde mekânsal değişimler olması örnek olarak verilebilir (Babalık Sutcliffe, 2002; Mackett ve Sutcliffe, 2003).

Literatürde kent içi raylı sistemlerin nitelikleri, kentsel etkileri, ulaşımındaki payı ve diğer sistemlere göre üstünlüklerini inceleyen sayısız çalışma olmasına karşın yolcu sayısının düşük düzeyde karşılandığını, talebin beklenenden düşük olma nedenlerini ve fiziksel planlamanın rolünü araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada fiziksel planlama kararlarının raylı sistemlerin yatırım hedeflerine ulaşılmasındaki etkisi Adana, Antalya, Gaziantep ve Kayseri kentlerindeki hafif raylı sistem ve tramvay hatları incelenerek literatüre katkı sunulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda raylı sistem yolcu sayısı ile fiziksel planlama-arazi kullanım ilişkisi irdelenmiştir. Mekânsal planlama kararlarının etkisi ve kentteki sosyo-ekonomik özelliklerin değişmesi nedeniyle raylı sistem koridoru çevresinde öngörülen konut niteliği, hane halkı büyüklüğü, kişi başına yolculuk sayısı gibi değişkenler ulaşım ana planlarında öngörülen düzeylerden farklı gerçekleşebilir. Mekânsal planlamanın ulaşım sistemine katkılarından biri de zaman içinde ortaya çıkan sosyal, ekonomik ve demografik değişikliklerin raylı sistem yolcu sayısını azaltma olasılığına karşı fiziksel kararlar ve düzenlemeler üretmektir.

Literatürde arazi kullanımı ve ulaşım planlaması, özelde mekânsal yapı ile yolculuk talebi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar dikkate alınmıştır. İlgili çalışmalarda raylı sistemlerin yatırım hedeflerinin ne düzeyde karşılandığına yönelik çalışmalarda politika hedefleri, yatırım öngörülere, kullanıcı beklentilerinin gerçekleşme düzeyleri sistem bütününe yönelik irdelenmiştir. İlgili çalışmalarda, yoğunluk, arazi kullanımı, yol dokusu, erişilebilirlik etkenleri incelenmiştir. Bu çalışmada ise ilgili etkenlerin güzergah boyunca ve veri elde edilebilen kentlerde ise durak detayında verilerle ilişkilendirilerek incelenmesi özgün sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Çalışmanın diğer bir amacı ise yolcu sayısı hedeflerinde mekânsal planlamanın etkisini alt değişkenler üzerinden incelemektir.

Elde edilen sorun tespitlerine yönelik raylı sistem performansına katkı sağlayabilecek fiziksel planlama yaklaşımları araştırılmıştır. Kaynak araştırmaları sonucu elde edilen bulgulara göre raylı sistemlerin kapasite kullanım oranı ve talep gerçekleşme oranını artırmaya yönelik stratejiler önerilmiştir. Yanılma sorununun en önemli kaynaklarından biri olan arazi kullanım planlaması ve toplu taşıma odaklı tasarım önerileri değerlendirilmiştir. Son olarak da çalışmanın sınırlılıkları değerlendirilerek bundan sonraki araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde büyük ölçekli ulaşım sistemlerinin öngörülen/beklenen fayda ve katkılarının ne düzeyde karşıladığını araştıran çalışmalarda trafik sorunlarının çözümüne katkı, kullanım düzeyi, çevresel ve sosyal faydaların yanı sıra yapım sürelerinin ve maliyetlerin ne düzeyde aşıldığı, gelir ve gider beklentilerinin ne düzeyde karşılandığı gibi çok sayıda gösterge kullanılmaktadır. Mackett ve Sutcliffe (2003) raylı sistem yatırımlarının başarı ölçütlerini proje raporlarından özetle 5 temel başlık altında tanımlamıştır:

-Yolcu sayısı ve geliri yüksek sonuçlar elde etmek (İng. *patronage*) ve ülke ortalamasının üstünde yolcu sağlamak,

-Maliyet verimli (İng. *cost-effective*) sistem elde etmek,

-Toplu taşıma kullanıcı sayısını (İng. *ridership*) ve oranını arttırmak,

-Trafik sıkışıklığını azaltmak,

-Arazi kullanım ve kentsel gelişmeyi iyileştirmek.

Kentsel raylı sistemler için yukarıda sıralanan hedeflere ulaşmak için en önemli gösterge yeterli yolcu sayısına ulaşılmasıdır. Yolcu sayısının yüksek olması ile kentsel gelişme, arazi kullanımında değişim, toplu taşıma kullanım oranındaki artış sağlanabilir, yine bu değişim ve gelişmeler de iki yönlü etkileşim nedeniyle yolcu sayısının artışında etkili olabilir. Babalik-Shutcliffe (2002) kentsel raylı sistemlerin başarılı düzeyinde (beklentileri karşılamasında) aşağıdaki temel beş faktörün etkili olduğunu belirtmektedir:

-Kentsel faktörler (kentsel form, merkezi iş alanının canlılığı, yerel ekonomik şartlar, hedef kitlenin ekonomik profili, toplu taşıma hareketliliği ve tercih düzeyi vb.),

-Planlama faktörleri (raylı sistemleri kentsel başka projeler ve toplu taşıma sistemleriyle entegre edecek şekilde planlamak, güzergahın ve istasyonların nüfus potansiyeli bölgelerden belirlenmesi vd.),

-İşletme politikaları,

-Destekleyici kentsel gelişim politikaları (Toplu Taşıma Odaklı Gelişim)

-Dış faktörler (Finansal durumlar, Kamu-Özel sektör yetki değişimleri)

Raylı sistem projelerindeki öngörüler ve gerçekleşme düzeylerini kapsamlı biçimde araştıran ilk çalışmalarda yolcu sayısının iyimser yaklaşım nedeniyle yüksek tahmin edildiği tespit edilmiştir (Wachs, 1987). Wachs, yerel yönetimlerin federal hibelerden yararlanmak için raylı sistem tahminlerinde özellikle temel varsayım ve parametrelerin (İng. *key assumptions and parameters*) projelerin yapılabilir çıkması lehine belirlendiğini iddia etmektedir. Pickrell (1989) ise raylı sistem yatırım ve sonuçlarını aşağıdaki göstergelere göre değerlendirmiştir:

-Yolcu tahminleri,

-Nüfus, transit hizmet seviyeleri, özel araç maliyeti,

-Maliyet tahminleri, finansal diğer tahminler

-İşletme giderleri,

-Kişi başına düşen maliyetler,

-Günlük yolcu sayısı, maliyet, yıllık işletim maliyeti, yolcu başına maliyet,

Pickrell (1989), plan projeksiyonları ile hedef yıllarında gerçekleşen değerleri kıyaslayarak bu öngörülerin/tahminlerin gerçekleşme düzeylerini/oranlarını hesaplamıştır. İncelenen on raylı sistemin sekizinde gerçekleşen maliyetlerin öngörülenden yüksek buna karşın yolcu sayısının ise düşük olduğunu saptamıştır. Walmsley ve Perrett (1992) Kanada, Fransa ve ABD'deki 14 raylı sistem projesinin amaçlarını ve ulaşım sistemine ve kentsel gelişmeye katkılarını irdelemiştir. Mackett ve Edwards (1998) inceledikleri 46 projenin yolculuk sayısı dışındaki kentsel amaçlarına ne düzeyde ulaştığını 6 başlık altında incelemiştir: trafik sıkışıklığının azaltılması, toplu taşımının geliştirilmesi, kentsel gelişmenin teşvik edilmesi, şehir merkezine erişimin artırılması, çevrenin iyileştirilmesi ve diğer amaçlar. Pickrell (1990), Amerika Birleşik Devletleri kentlerindeki projeleri incelediği çalışmada hem yolcu sayısı hem de maliyet öngörülerinde gerçekleşmeleri arasında ciddi sapmalar olduğunu tespit etmiştir. Benzer bir çalışmada Flyvbjerg (2007; 2008), incelediği örneklerde yolcu sayılarında, arazi kullanımında ve talep tahmininde yüksek oranda sapmalar tespit etmiştir. (Pickrell, 1990) yolcu sayısı tahmini ile gözlenen değer arasında ortaya çıkan sapmaların nedenlerini aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

-Demografik faktörlerle ilgili tahmin hataları,

-Raylı sistem hizmet kalitesi (hız, frekans ve besleyici hatlar) ile ilgili yanılmalar,

-Otomobil kullanım maliyetleri (mesafe, yakıt maliyeti) ile ilgili yanılmalar (Pickrell, 1990)

Raylı sistemlerin planlanma aşamasında; kent merkezi nüfusu ve istihdamı, belirlenen koridorda mevcut ve potansiyel nüfus, besleyici hizmet sunacak diğer toplu taşıma türlerinin mevcut ve potansiyel yolcu sayıları, biletleme sistemi yapılan tahminlere yardımcı olacak en önemli girdilerdir (Pickrell, 1990). Yolcu sayısını etkileyecek konfor, belirlenen güzergâh ve çevresinde potansiyel arazi kullanım değişikliği, değer artışı hesapları, güzergahın uygunluğu, diğer ulaşım türlerine ilişkin niceliksel verilerin niteliği sapmalara neden olabilir (Henry, 1989; Özgür, 2009).

Mackett (1998) ABD kentlerinde faaliyette olan Portland ve Sacramento raylı sistemleri hariç, hiçbirinin hedeflenen yolcu sayısına ulaşamadığını tespit etmiştir. Mackett (1998), Tahminlerdeki yanılmanın projenin modelleme sürecinde yanlış/yetersiz girdiler kullanılması ve politik hedeflerden kaynaklandığını belirtmektedir. Mackie ve Preston (1998) sorun kaynaklarını (nedenler/etkenler) 21 başlık altında sınıflandırmıştır. Bunlar içinde aşağıdaki üç etken/kaynak mekânsal planlama kararları ile doğrudan ilgilidir:

- Planlama varsayımlarındaki hatalar,

- Ulaşım girdilerinin (nüfus, arazi kullanımı) yanlış olması,

- Düzenleme ve kuralların planlama sürecinde değişmesi,

Flyvbjerg vd. (2002), yatırımlarındaki sapmalar ve öngörü hatalarının nedenlerini “politika değişikliği”, “planlama hataları”, “iyimser tahminler” ve “dışsal etkenler”le açıklamaktadır. Nicolaisen (2012) ise ulaşım planlamasında talep tahminlerindeki yanılmaların en önemli nedenlerinin girdilerdeki (nüfus, arazi kullanımı, işgücü, öğrenci sayısı) belirsizlikler ve sapmalar ile talep tahmin modellerindeki

iyimser varsayımlar olduğunu tespit etmiştir. Babalik-Sutcliffe (2002) tahmin hatalarının nedenin sadece iyimser senaryolara bağlı olmadığını, kentsel planlama ve ulaşım planlama sürecinde karşılıklı destekleyici politikalar uygulanmaması olduğunu belirtmektedir. Raylı sistemler öncelikli tercih edilen kamu yatırımları olmalarına rağmen birçoğu beklentileri karşılamadığı için literatürde yeni bir tartışmalara yol açmıştır (Babalik-Sutcliffe, 2016). Ramjerdi ve Fearnley (2014) raylı sistem yatırımlarında telafisi olmayan zararların ortaya çıkmaması için risklerin deneyimlere bakılarak önceden kestirilebileceğini, bu amaçla yatırımların hangi aşamasında hangi yanılmaların ortaya çıktığını tespit etmek için önce/sonra, öngörü/gerçekleşme (İng. Lat. *ex-post*) analizleri yapılmasını önermektedir. Literatürde başarı/beklentileri karşılama düzeyini inceleyen çalışmaların çoğunluğunda bu yöntemi uygulanmıştır.

Türkiye’de raylı sistemlerin öngörü/gerçekleşme düzeylerini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Babalık-Sutcliffe (2016) performans analizi üzerinden oluşturduğu faktörleri kullanarak Ankara, İzmir ve İstanbul kentlerinde raylı sistem işletmelerinin kamu-özel sektör elinde olmasının, bu sistemlerinin hizmet ve işletme performansına etkisi tartışmıştır. Ankara, İstanbul ve İzmir metroları, planlama koordinasyonları, diğer ulaşım türleriyle entegrasyonu, sistem ve işletim performansı gibi ölçütlere göre incelenmiş ve Ankara’da faaliyette olan metro hatlarının performans verimliliği İstanbul, İzmir’e oranla düşük çıkmıştır (Babalık-Sutcliffe, 2016). Özgür (2009) Ankara, İstanbul, İzmir ve Bursa kentlerinde faaliyette olan raylı sistemlerin beklentilerin ne düzeyde karşılandığını incelediği çalışmasında Ankara’da Metro’yu kullanan yolcu sayısının projede öngörülenden %73,4, Ankaray’da ise %77,4 daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Ulaşım etütleri sonucunda planlanan güzergâhların ve sistemlerin zamanla değişmesi, toplu taşıma entegrasyonunun olmaması, arazi kullanımı ve ulaşım planlaması arasındaki tutarsızlıklar ve yolcu taleplerini artıracak stratejilerin uygulanmaması gibi sorunlar raylı sistemlerden beklenen faydaların elde edilememesine neden olmaktadır (Özgür, 2009, Babalık-Sutcliffe, 2016). İlk yatırım maliyetlerine ek olarak işletme maliyetlerinin de yüksek olması, işletme gelirlerinin işletme giderlerini karşılamaması ya da düşük karlılık düzeyinde işletilmesi ile sonuçlanmaktadır (Babalık-Sutcliffe, 2016). Demircan (2010) İstanbul Metrosu Taksim-4.Levent Hattı, Taksim-Kabataş Füniküler Hattı ve Bursa Hafif Raylı Sistem Hattı için 2009 yılı yolcu sayılarının öngörülen yolcu sayısının çok gerisinde kaldığını tespit etmiştir.

Masoumi ve Öcalır-Akünel (2018) Türkiye’deki 11 kentte işletmede olan raylı sistem hatlarını Veri Zarflama Analiz (VZA) yöntemiyle incelediği çalışmasında kentlerdeki toplam nüfus, toplam raylı sistem hat uzunlukları, sefer sıklıkları, istasyon sayısı, yıllık toplam yolcu sayısı gibi parametrelerle ölçerek verimlilik oranlarını hesaplamıştır. İlgili çalışmada İstanbul, Eskişehir ve Bursa kentlerindeki raylı sistemlerin en etkin Adana’da ise en az etkin olduğu tespit edilmiştir. Akça (2018) İstanbul kentinde Taksim-Kabataş füniküler hattı, Topkapı-Mescid-i Selam tramvay hattı, Otogar-Kirazlı hafif raylı sistem hattı, Kirazlı-Başakşehir metro hattı, 4.Levent-Hacıosman metro hattı, Kadıköy-Kartal-Kaynarca metro hattı ve Levent-Hisarüstü metro hatları için hazırlanan fizibilite raporlarında öngörülen yolcu sayıları, işletme ve yapım maliyetleri verileri için öngörülen ve gerçekleşen değerleri

karşılaştırmış ve yüksek düzeyde sapmalar olduğunu tespit etmiştir. Ayan (2018) Türkiye'deki 12 raylı sistem projesi için hazırlanan fizibilite raporlarını incelediği çalışmasında; fizibilite raporlarının içerik açısından yeterli olduğunu, ancak işletmeye alınmış sistemlerden bir bölümünde yolcu sayısının öngörülenden az olduğunu tespit etmiştir.

Yukarıdaki çalışmalar raylı sistemler için öngörülen/hedeflenen yolcu sayıları, maliyetler ve faydaların gerçekleşme düzeylerini tespit etmiş ancak ortaya çıkan sapmaların kaynaklarını ve nedenlerini detaylı olarak inceleyen sınırlı çalışmalar bulunmaktadır. Akça (2008) aşağıdaki nedenlerin sapmalarda etkili olduğunu tespit etmiştir:

- Rakip toplu taşıma türlerinin kaldırılacağı varsayılması,
- Besleyici sistemlerin oluşturulacağı kabulü,
- Politikacıların teknik gerekçeler dışında istekleri,
- Ulaşım modelinin güncel ve geçerli olacağı kabulü,,
- Nüfus ve istihdam kabullerinin doğruluğunun kabulü,
- Türler arası entegrasyonun uygulanacağı varsayımı,
- Yolcu öngörülerinin yüksek tutulması,
- İşletme maliyetleri hesabında dikkate alınan parametrelerin farklılığı,
- Birim işletme maliyetlerinin farklılığı.

Cinel (2010) Kayseri'de tramvayın taşıdığı yolcu sayısının fizibilite etütlerinde öngörülen kapasitenin çok altında kaldığı, tramvay kullanımının düşük kalmasının nedenlerini diğer ulaşım türleri ile entegrasyonu sağlayacak uygulamalar olmaması ve arazi kullanım kararlarının göz ardı edilmesi ile açıklamaktadır. Topaloğlu (2017) Kadıköy Kartal metro yolcusunun öngörülenden düşük çıkmasını koridor çevresindeki nüfusa hizmet eden otobüs hatlarının metro ile rekabet etmesi ile açıklamaktadır. Bunun yanı sıra metro istasyonlarının karayolu kenarında olması nedeniyle erişim zorluğu olduğunu tespit etmiş ve yaya erişimini iyileştirecek düzenlemeler yapılmasını önermiştir.

Önder ve Akdemir (2019) ulaşım ana planlarında öngörülen kentsel gelişim senaryolarının raylı sistem projelerine etkisini Ankara, Erzincan, Rize, Antalya, Konya, Sakarya ve İstanbul örnekleri üzerinden incelemiştir. Çevik (2017) ise İstanbul kentinde Yenikapı-Havalimanı Metro Hattı, Zeytinburnu-Kabataş Tramvay Hattı ve Topkapı-Sultançiftliği Tramvay Hattı üzerinde yaptığı araştırmada raylı sistem güzergahındaki değişikliklerin ve nüfus değişiminin yolcu sayısı değişiminde etkili olduğunu tespit etmiştir. Raylı sistem güzergahında ve istasyonlar yakınında bulunan sosyo-ekonomik ve demografik faktörler de yolcu talebini belirleyen önemli etkenlerdir (Çevik, 2017). Yolcu talebi ve kapasiteyi etkileyen bu faktörler doğrultusunda, İstanbul'da faaliyette olan raylı sistem hatlarının güzergahlarının uzatılması, nüfus artışı ve yeni istasyonların eklenmesiyle yolcu talebi artmıştır (Çevik, 2017).

Planlama kararları ve ulaşım yatırımları arasında tutarlı veya tamamlayıcı politikalar uygulandığında; ulaşım sistemlerinin performansında iyileşme gözlemlenmek mümkündür ve bu nedenle ulaşım ve arazi kullanım ilişkisine odaklanan planlama politikalarının varlığı kentsel raylı sistemlerin

hedeflerine ulaşabilmesi için oldukça önemlidir (Babalık-Shutcliffe; 2016). Kapsamlı analiz, tahmin modelleri ve öngörülere dayalı olsa da ulaşım ana planları uygulamada her zaman öngörülen amaca ve hedeflere yeterli düzeyde ulaşamayabilir. Ulaşım ana planlarının en temel dayanağı olan arazi kullanım planlarının ve demografik özelliklerim zaman içinde değişimi ulaşım planlarında öngörülen yatırımların geçerliliği ve verimliliğini olumsuz etkileyebilir.

Ulaşım planlaması kararları kentsel formun şekillenmesinde etkin olduğu için; ulaşım sistemi yatırımlarının fiziksel planlama kararlarıyla uyumlu olması gerekmektedir ve bu iki yönlü ilişkiyi esas alan bir planlama gerektirmektedir (Özbay, 2018). Ulaşım sistemleri hizmet verdiği bölgelere erişim kolaylığı sağlayarak arazi kullanımını etkiler (Özbay, 2018). Kentlerin gelişim potansiyeli ve senaryolarına göre ulaşım sistemi yatırımlarında artan ulaşım talebi hesabına ihtiyaç artar. Arazi kullanım ve ulaşım planlaması uyumu sağlandığında kent içi ulaşım sistemlerinin performans verimliliğinde artış gözlenebilir (Alaylı, 2006). Alaylı (2006) arazi kullanımının ulaşım sistemlerinin performansına etkisini Litman'ın (2005) geliştirdiği ölçütleri kullanarak analiz etmiştir. Bunlar ölçütler aşağıda sıralanmıştır:

- Erişim,
- Yoğunluk ve kümelenme,
- Karma arazi kullanımı,
- Ulaşım modları arası bağlantılar ve tasarımı,
- Otopark olanakları ve yerleri,
- Bisiklet kullanabilme ve yürüyüş koşulları,
- Ulaşım türleri arası geçiş verimliliği, entegrasyon ve erişebilirlik.

Ulaşım sorunlarının azaltılması için; heterojen arazi kullanımı artırılarak tek yönlü olmayacak konut-iş dengesi sağlanabilir (Alaylı, 2007). Ulaşım sistemleri yatırımlarının sağlayacağı erişimle, arazi kullanım dağılımı ve çeşitliliğinde denge oluşabilir (Demirdağ, 2020; Litman ve Steele, 2022). Karma arazi kullanımı ulaşım sistemi türlerindeki seçenekleri artıracak bir etkiye sahiptir (Demirdağ, 2020, Litman ve Steele, 2022). Kentlerde arazi kullanım ve ulaşım entegre edilip karma kullanımlar planlanması erişilebilirliği daha da kolaylaştıracağı için yürüyebilme ve toplu taşıma talepleri de artacaktır (Boarnet ve Crane, 2001).

Raylı sistemlerin kentsel form üzerindeki büyük etkilerini görebilmek için yerel ve bölgesel sosyo-ekonomik bağlam ve sistem güzergâhının ve istasyon çevrelerinin arazi kullanımı oldukça önemlidir (Cervero, 2007). Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOG) modeline göre, istasyonlara kolay erişebilmek ve ürünebilir mesafelerde kompakt karma kullanımlar planlanması raylı sistemlerin yolcu çekimini artırabilir (Cervero, 2007). Guerra vd. (2012) raylı sistemlerin yolcu çekim potansiyelini ve arazi kullanım üzerindeki değişikliği ve etkisini test etmek amacıyla istasyon çevrelerinde en uygun mesafenin ne kadar olması gerektiğini Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 21 şehirde araştırmış ve ortalama 500 metre yarıçaplı alanın anlamlı olduğu görüşüne varmışlardır. Kim ve Nam (2013), Seul'da hizmet veren metro hattının kullanıcılarının anketi sonucunda; istasyonların etki alanının (yolcuların

ağırlıklı ortalama yürüme mesafelerinin) 462 metre olduğunu hesaplamıştır. Liu vd. (2013), Maryland eyaletinde 117 istasyonun hizmet özellikleri, istasyon çevresi yapılı çevre özellikleri ve sosyal-demografik değişkenler inceledikleri çalışmalarında hafif raylı sistemler ve banliyö raylı sistemler için farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Liu vd. (2014) Hafif raylı sistem istasyonları için 500 metre etki alanında istihdam, hizmet seviyesi, besleyici veri yolu bağlantısı ve merkezi iş alanı ve ticaret kullanımlarının yolcu çekimini etkileyen önemli faktörler olduğu tespit etmişlerdir. Toplu taşıma odaklı gelişim stratejileriyle maksimum yolcu potansiyeline ulaşabilir (Saroji ve Berawi ,2020). Çok işlevli alanlarda (yerleşim alanları, oteller, park alanları, kamu tesisleri ve ticari binalara) istasyonlara kolay erişim yollarının toplu taşımayı kullanımını artırıcı etkenlerdir (Saroji ve Berawi ,2020).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Raylı sistem yolculuk sayısının öngörülen değerlerden düşük olmasının çeşitli nedenleri olabilir. Literatürdeki çalışmalarda koridor boyunca öngörülen nüfus, çalışan ve öğrenci sayısının, iş alanları, alışveriş, sağlık, eğitim tesislerinin mekânsal planlarda öngörülenden farklı biçimde gerçekleşmesi ya da kentsel gelişmenin öngörülen düzeye ulaşmaması yolculuk talebinin düşük kalmasının temel nedenleri olarak sıralanmaktadır. Bu çalışmada fiziksel planlama kararlarının, ulaşım planları ve fizibilite raporlarında öngörülen hedeflere ulaşma düzeyini 4 şekilde etkileyebileceği iddia edilmektedir. Bunlar:

1-Kentin makro formunu değiştirecek kararlar (kentnin gelişme yönü, nüfusun ve çalışma alanlarının mekânsal dağılımı). Bu yöndeki kararlar raylı sistem koridorunda öngörülen nüfus, çalışan sayısı, öğrenci sayısı, koridor çevresinde yaşayan nüfusun sosyo-ekonomik profili ve ulaşım davranışlarını etkileyebilir.

2-Raylı sistem koridoru boyunca arazi kullanımındaki değişiklikler (konut ticaret, kamu tesisi, eğitim, sağlık, rekreasyon vd.) iş, okul ve diğer amaçlı yolculuk sayısını etkileyebilir.

3-Raylı sistem koridoru boyunca nüfusu, çalışan sayısını, öğrenci sayısını ve yolculuk talebi yaratan diğer etkenlerin yoğunluk, büyüklük ve konumlarında değişikliklere neden olabilir.

4-Raylı sistem duraklarına erişimi etkileyen cadde ve sokak dokusunun geometrisi, yol genişliklerinin değiştirilmesini öngörebilir.

Bu çalışmada yukarıda sıralanan planlama kararlarının hangilerini ne düzeyde etkili olduğu irdelenmiştir. Bunun için literatürde yaygınlıkla kullanılan önce-sonra (İng. *ex-post*) analizi yapılmıştır. İlk aşamada literatürdeki çalışmalarda tespit edilen faktörler araştırılmıştır. İkinci aşamada Türkiye’de hedeflenen yolcu sayısına ulaşma oranı ve kapasite kullanım oranı düşük raylı sistemler tespit edilmiştir. Hangi nedenlerin hedeflerden sapmaya neden olduğunu tespit etmek için ilgili kentlerin ulaşım ana planları ve raylı sistem fizibilite raporları ve raylı sistemlerin 2018 yılına denk gelen yolcu sayısı öngörülmesi incelenmiştir. Öngörüler beşer yıllık dönemler için yapıldıysa ara yıl yolcu sayısı enterpolasyon ile tahmin edilmiştir.

Çalışma amacına uygun ölçekte ve karşılaştırılabilir örnekler incelenmesi gerekmektedir. İstanbul, Ankara ve İzmir metropoliten alanlarının büyüklükleri, raylı sistemlerin yapım tarihleri ve sistem özellikleri nedeniyle diğer kentlerle kıyaslamaya olanak vermemektedir. Küçük ölçekli kentlerde ise nüfus, çalışan sayısı, öğrenci sayısı gibi yolculuk sayısının belirleyen değişkenlerin düşük olması nedeniyle karşılaştırmalı analizlerde anlamlı sonuçlar vermeyebilir. Diğer yandan her kentin ulaşım ana planı ve raylı sistem fizibilite raporlarına ulaşmak mümkün olmamaktadır. Çalışmada verisi elde edilebilen birbirlerine yakın büyüklüklerdeki orta ölçekli metropoliten kentler incelenmiştir. Proje raporları ve verileri elde edilebilen Adana hafif raylı sistemi ile Antalya, Gaziantep ve Kayseri kentlerindeki tramvay projeleri incelenmiştir.

Adana kenti için 1992 yılında hazırlanmış olan Adana Ulaşım Ana Planı ve Fizibilite Çalışması kapsamında 2010 ve 2018 yılı için öngörülen değerler ile gerçekleşen durum karşılaştırılarak sayısal

tahminlerin her biri için ayrı ayrı yanılma derecesi tespit edilmiştir. Kayseri kenti için de 2001 yılı Ulaşım Etüdü Final Raporu ve 2009 Ulaşım Ana Planı kapsamında 2019 yılı için öngörülen değerler ile gerçekleşen durum karşılaştırılarak yanılma derece hesaplanmıştır. Gaziantep ve Antalya kentlerinde faaliyette olan raylı sistem hatlarının güzergâh değişikliklerinden dolayı durak bazlı yanılma derecesi hesaplanamamıştır.

Raylı sistem güzergâhında her durak için öngörülen ile gerçekleşen yolcu sayısı arasındaki yanılma oranı (YO), Levinson'dan (1946) uyarlanan aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır:

$$YO = (X_{gi} - X_{öi}) / X_{öi} \quad (1)$$

Burada;

X_{gi} , i istasyonunda güncel yolcu sayısı,

$X_{öi}$, projede i istasyonunda öngörülen yolcu sayısını ifade etmektedir.

Bu çalışmada durak detayında analizler de yapılmış ve yerel etkenler de incelenmiştir. Her bir durak için yanılma oranları sistem bütünündeki yanılmayı da açıklamaktadır. Duraklar arasındaki fark hem duraktaki yanılma hem de duraklar arası karşılaştırma olanağı verebilir. Kök ortalama karesel hata (KOKH) (İng. *root mean square error, RMSE*), bir tahmin modelinde öngörülen ile gerçekleşen değerler arasındaki farkın karelerinin toplamının örnek sayısına bölünmesiyle elde edilen değeridir. KOKH değeri ne kadar yüksekse modelin yanılma düzeyi de o derecede yüksektir. KOKH ile sistem duraklar için tahmin edilen yolcu değeri ile gerçekleşen yolcu değeri arasındaki fark temel alınarak aşağıdaki denkleme göre hesaplanır:

$$KOKH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{gi} - X_{öi})^2}{n}} \quad (2)$$

Burada;

X_{gi} , i istasyonunda gözlenen/gerçekleşen yolcu sayısını,

$X_{öi}$, i istasyonu için tahmin edilen (öngörülen) yolcu sayısını,

n , istasyon sayısını ifade etmektedir.

Normalleştirilmiş kök ortalama karesel hata ise öngörülen ile gerçekleşen arasındaki farklar ortalamasının öngörülen yolcu sayısına oranını ifade etmektedir. Ortalama yanılma oranını ifade eden normalleştirilmiş kök ortalama karesel hata aşağıdaki denkleme göre hesaplanır:

$$NKOKH = \frac{KOKH}{X_{\bar{o}}} \quad (3)$$

Burada;

$KOKH$, kök ortalama karesel hatayı,

\overline{X}_o , projelerde sistem için tahmin edilen günlük yolcu sayısını ifade etmektedir.

İncelenen kentlerin makro formunu değiştirecek kararların (kentnin gelişme yönü, nüfusun ve çalışma alanlarının mekânsal dağılımı) raylı sistem koridoru boyunca toplam nüfus, çalışma alanı, eğitim ve sağlık tesisleri öngörülerinde ne düzeyde sapma gerçekleştiği duraklar çevresindeki ilk 250 ve ilk 500 metredeki arazi kullanımı ve nüfus değişiklikleri araştırılarak saptanmıştır. Mekânsal analizlerde raylı sistem duraklarının yaya erişim alanındaki arazi kullanımı ve nüfusun yanı sıra cadde ve sokak dokusunun geometrisi, yol genişliklerinin değiştirilip değiştirilmediği ve varsa bunların erişimi kısıtlayıp kısıtlamadığı da incelenmiştir. Ulaşım ana planları raporlarında öngörülen yolcu sayıları ve fiziksel planlama kararları (projeksiyonları, kentsel yayılım senaryoları, iş gücü tahminleri, özel araç sahipliği vb.) kapsayan sayısal veriler ile gerçekleşen kentsel yayılım ve dağılım(nüfus, gelir durumu, kamusal-özel fonksiyonlar, özel araç sahipliği, gelişim yönü, yolcu sayıları) verileri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında analiz edilmiştir.

İstasyon bazlı sapmaları hesaplamak için ulaşım ana planları kapsamında durak bazlı öngörülen yolcu sayıları Adana hafif raylı sistem ve Kayseri tramvay proje raporlarından, güncel yolcu sayıları ise Adana Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Ulaşım A.Ş. faaliyet raporlarından elde edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Türkiye’deki Tramvay Hattı Uygulamalarına Yönelik Genel Tespitler

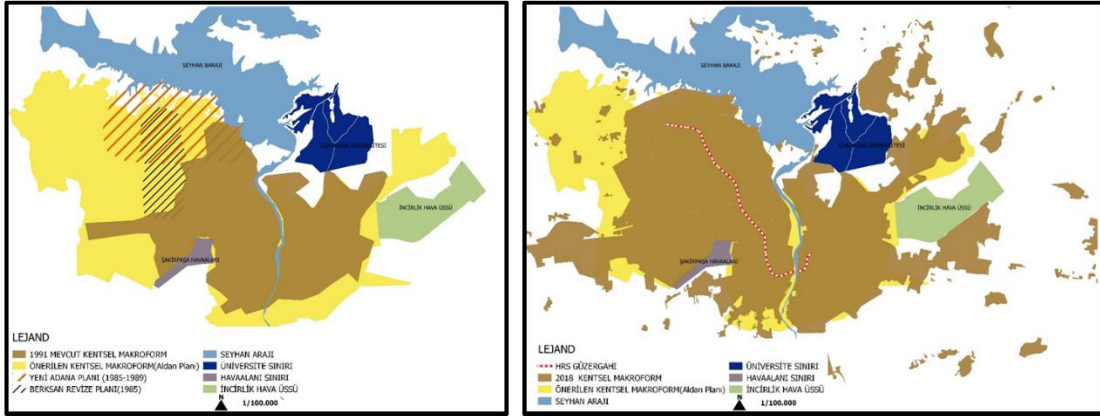
Türkiye’de 2019 yılı itibariyle faaliyette olan 9 tramvay ve 1 hafif raylı sistemin(Adana) yolcu sayıları, hat uzunlukları ve yolcu/km performansları Tablo 4.1’de verilmiştir. Faaliyette olan nostaljik tramvay hatları ve yapımı devam edip, bir kısmı faaliyete giren tramvay hatları kapsam dışında bırakılmıştır.

Tablo 4.1. Hatların Günlük Yolcu, Hat Uzunluğu ve Km Başına Düşen Yolcu Sayısı
(Kaynak: Büyükşehir Belediyeleri Faaliyet Raporları, 2019).

ŞEHİR	RAYLI SİSTEM	YOLCU (GÜNLÜK)	HAT UZUNLUĞU	KM BAŞINA
İSTANBUL	T1 Kabataş-Bağcılar Tramvayı	387.857	19.3	20,096
İZMİR	Karşıyaka Tramvay	73.060	8.85	8,255
SAMSUN	Samsun Tramvay	55.633	16	3,477
KONYA	Konya Tramvay	76.147	22	3,461
KAYSERİ	Kayseray (T1 ve T2)	110.823	34	3,260
ESKİŞEHİR	Eskişehir Tramvay	110.000	37	2,973
GAZİANTEP	Gaziantep Tramvay	61.452	22	2,793
İZMİR	Konak Tramvay	29.479	12.5	2,358
ADANA	Adana HRS	24.241	13.5	1,796
ANTALYA	Antalya Tramvay (T1 1. ve 2. Etap)	53.442	30	1,781

2019 yılı günlük ortalama yolcu verisinden elde edilen km başına düşen yolcu sayılarına bakıldığında Adana hafif raylı sisteminin işletme sistemi farklı olan diğer tüm tramvay hatlarına kıyasla yolcu sayısı çok düşüktür. Tramvay hatları arasında km başına 1.781 yolcu oranı ile Antalya tramvayı en düşük sıradadır. Antalya tramvay hattının 1. Etapı 11 km olup 2019 yolu ortalama günlük 43.566 yolculuk sayısı gerçekleşmiştir. 2. Etap ise 19 km uzunluğunda olup 2019 yolu ortalama günlük 9.876 yolculuk sayısı gerçekleşmiştir. Dolayısıyla hattın 2. Etabında kalan kısmının km başına yolcu değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Aşağıdaki bölümde Adana, Kayseri, Gaziantep ve Antalya kentlerindeki hafif raylı sistem ve tramvay hatlarının gelişim süreci, yolcu sayısının düşük olmasının nedenleri ve mekânsal yapının bu sorundaki etkisi irdelenmiştir.

mekânsal dağılımını, öğrenci sayısını, çalışma alanlarındaki istihdamı ve iş yolculuklarını, dolayısıyla raylı sistem yolcu sayısını etkileyecek ölçek ve niteliktedir.



Şekil 4.2. 1992 Yılı Adana Kentsel Gelişim Önerisi ve 2018 Yılı Gerçekleşen Durum

Adana İl Özel İdaresi tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli İl Çevre Düzeni planı Adana İl Genel Meclisi'nin 03.09.2007 tarih ve 149 sayılı kararı ile onanmış ve yine aynı Meclis'in 04.12.2007 tarih ve 267 sayılı kararı ile yürürlüğe girmiştir (Zorlu ve Söğüt, 2019). Bu plana dayanarak 1/25.000 ölçekli Nazım İmar Planı ise Adana Büyükşehir Belediyesi'nin 12.12.2007 tarih ve 253 sayılı kararı ile, yine bu plana uygun olarak hazırlanan 1/5.000 ölçekli revizyon nazım imar planı ise 6 etap halinde onaylanmış ve 2008 yılı içerisinde Büyükşehir Belediye Meclisi'nin almış 6 ayrı kararı ile kesinlik kazanmıştır (Zorlu ve Söğüt, 2019). Bu planlardan sonra revizyon süreci devam etmiştir. Adana Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 12.03.2012 tarih ve 38 sayılı kararı ile revize edilmiş olan 1/25.000 ölçekli Nazım İmar Planı kesinlik kazanmıştır. Bu planda kentin kuzeybatı kesiminde Sanayi, Otogar ve Üniversite alanı önerilmiş, kentsel gelişme alanları (kentin batı, kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde) yoğunlukları arttırılmıştır. (Zorlu ve Söğüt, 2019). 1996- 2017 döneminde Adana kentinde gerek kamu ve gerekse özel sektör tarafından büyük ölçekli yatırımlar gerçekleşmiştir. 1990'lı yıllarda raylı sistem güzergah planına esas olan plandan farklı olarak çoğunluğu koridor dışında alışveriş merkezleri, oteller, toplu konutlar, hastaneler, üniversite, eğitim tesisleri ve kamu hizmet yapıları gerçekleşmiştir. Gerek kamu ve özel sektörü yatırım kararları ve gerekse Belediyelere gelen taleplere bağlı olarak Adana metropoliten alanı içerisinde 1996-2018 döneminde toplam 1311 noktada nazım imar plan değişikliği onaylanmıştır. (Zorlu ve Söğüt, 2019). Bu yatırım ve plan kararları kentteki yolcu sayısını ve mekânsal dağılımını, dolayısıyla raylı sistem kullanım talebini yapısal düzeyde etkileyecek niteliktedir.

Hafif raylı sistem için temel oluşturan planda 2018 yılına kadar geçen süreçte çok sayıda değişiklikler yapılmıştır. Plan değişiklikleri ve revizyonları kentin arazi kullanımı, nüfus dağılımı ve büyük ölçekli kentsel kullanımların dağılımını yapısal düzeyde değiştirdiğinden raylı sistem yolcu

sayısında sapmalara neden olan en önemli etkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Diğer yandan Adana kentsel yayılım alanının öngörülen sınırlara ulaşmadığı tespit edilmiştir.

4.2.3. Nüfus Tahmini

Adana Büyükşehir Alanı 2010 Yılı Kentsel Gelişme Stratejisi önerisine göre tanımlanan nüfus tahminleri ve gelişim senaryoları için farklı hipotezler sonucunda Adana kent içi ve yakın çevresinin 2010 yılı nüfusunun mücavir alan sınırları içinde 1,8 milyon düzeyinde olacağı öngörülmüştür. Bu nüfus artışının hesaplanmasında 4 farklı yöntem kullanılmıştır. Farklı eğilimlerde oluşan dönemler arasında gelişimi temel alan “ikinci derece eğrisel” artış yönteminden 1950-90 yılları arası nüfus gelişimi esas alınarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.2. Kentsel Gelişme Stratejisine Göre Nüfus Tahmini Yöntemleri(Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu,1992)

Baz Periyot Yıllara Göre	Esponansiyel Artış	Doğrusal Artış	Logaritmik Artış	İkinci Derece Eğrisel Artış
1950-1990	2,554,588	1,211,782	2,642,409	1,885,553
1970-1990	2,417,846	1,470,921	2,470,586	2,566,246
1980-1990	2,386,866	1,621,384	2,432,204	3,455,361

1992 yılı Ulaşım etüdünde Adana kent için trafik bölge analizleri yapılmış ve nüfus atamalarının 6 bölgede coğrafi sektöre göre dağılımları hesaplanmıştır. Bölgesel bazda atanan öngörülen nüfus ile 2010 yılı nüfusu (Şekil 4.3) arasındaki fark çok yüksek çıkmaktadır.

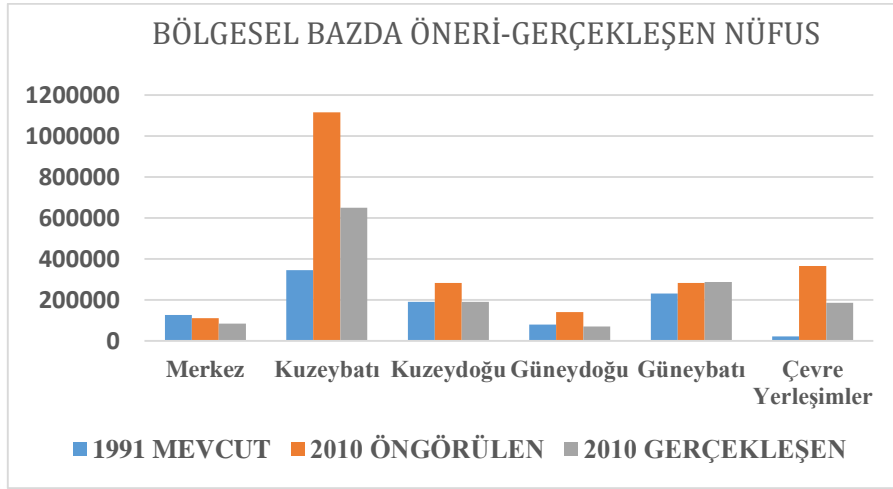
Tablo 4.3. 2010 Yılı Adana Kenti Önerilen Nüfuslar Ve Gerçekleşen Nüfuslar (Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu (1992); TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, Yerleşim Yeri Nüfusları, 2010)

NÜFUS	1991	2010	2018*
ÖNGÖRÜLEN		2.301.550	2.785.287
GERÇEKLEŞEN	999.259	1.482.068	1.585.948

1991 yılı nüfusları fizibilite raporunda 88 trafik bölgesi belirlenerek hesaplanmıştır. Hedef yılları nüfusları da aynı trafik bölgelerine göre tahmin edilmiştir. Kent merkezinde nüfusun 126.182 kişiden 112.000 kişiye azalacağı tahmin edilmiştir. Kentin plan gelişimine göre de nüfus talebinin en fazla olacağı yer kuzeybatı bölgesi olacağı varsayılarak nüfusun 345.226 kişiden 1.115.000 kişiye çıkacağı tahmin edilmiştir. Kentin çevre yerleşimlerdeki nüfusun 23.800 kişiden 368.000 kişiye ulaşacağı tahmin edilmesine rağmen 2010 ve 2018 yılları güncel nüfusları bu düzeylerin çok altında

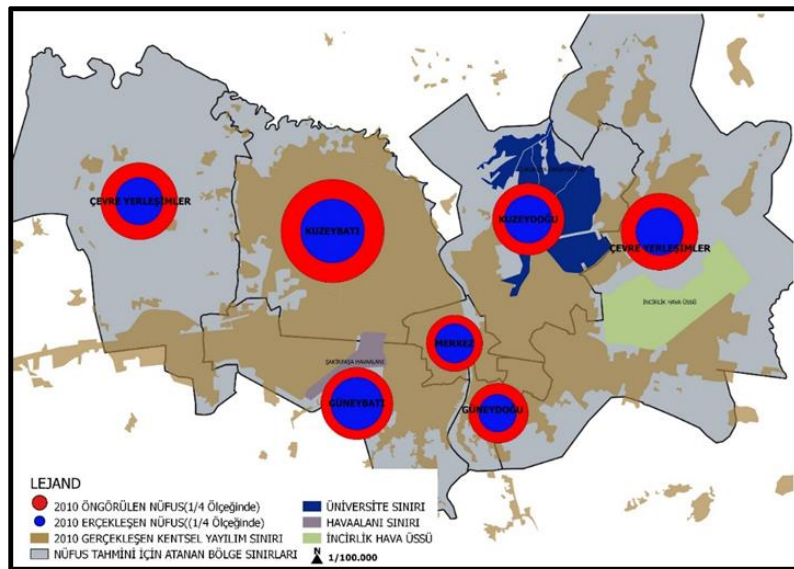
* 2018 öngörü nüfus değeri fizibilite çalışmasında kullanılan aynı yöntem ele alınarak bu çalışma kapsamında hesaplanmıştır.

kalmıştır. Belirlenen trafik bölgelerinin mevcut durumları ve öngörülen nüfus tahminleri grafik 4.1’de gösterilmiştir. Özellikle kentin kuzeybatı bölgesinin 2010 yılı nüfusu ile öngörülen nüfusu arasındaki farkın fazla olduğu tespit edilmiştir.



Grafik 4.1. 2010 Yılı İçin Bölgesel Bazda Öngörülen Nüfuslar Ve Gerçekleşen Nüfusların Karşılaştırması (Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu (1992); TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, Yerleşim Yeri Nüfusları, 2010).

Adana kenti 1991 yılı trafik bölgeleri toplam nüfusu 999.259 kişi; 2010 yılı nüfus tahmini ise 2.301.000 kişidir. Adana kentsel alanında 2010 yılındaki güncel nüfus ile 2010 yılı için öngörülen arasında belirgin farklar tespit edilmiştir (Grafik 4.1). Kentin özellikle kuzeybatı bölgesi ve çevre yerleşimler için varsayıldığı kadar nüfus artışı olmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.3. Bölgesel Bazda Öngörülen ve Gerçekleşen Nüfusların Karşılaştırması (Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu (1992); TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, Yerleşim Yeri Nüfusları, 2010)

4.2.4. İşgücü ve Otomobil Sahipliği Tahmini

Fizibilite etüt çalışmasında 1991 yılında yapılan çalışmada 2010 yılı için öngörülen çalışan nüfus ve araç sahipliği değerleri ile gerçekleşen değerler arasında da belirgin farklar bulunmaktadır.

Tablo 4.4. Nüfus ve Ulaşım Yapısına İlişkin Göstergeler Tahmini (Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu,1992)

Nüfus ve Ulaşım Yapısına İlişkin Göstergeler Tahmini	1991	2000 Öngörülen	2010 Öngörülen	2010 Gerçekleşen
Nüfus	999.259	1.452.090	2.301.550	1.482.068
Çalışan Nüfus	243.000	413.000	698.000	588.000
Özel Araç Sahipliği (Oto/1000 Kişi)	36.20	46.70	59.30	105

Yapılan tahminler ve güncel durum karşılaştırıldığında çalışan nüfus tahmininde 110.000 kişi düzeyinde bir sapma tespit edilmiştir. Özel araç sahipliği tahmini 1000 kişide 59.30 iken; 2010 yılında bu oran 1000 kişide 105 araç düzeyine ulaşmıştır. Dolayısıyla özel araç sahipliğinin oranında toplu taşıma kullanımını etkileyen faktörlerden biri olduğu için hafif raylı sistem kullanım talebini düşüren nedenlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

4.2.5. Yolcu Tahminlerinin Gerçekleşme Düzeyi ve Durakların Arazi Kullanım İlişkisi

1992 yılında hazırlanan fizibilite etüt çalışmasında öngörülen toplu taşıma yolculuk talep tahminleri için 4 farklı alternatif geliştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu alternatifler hafif raylı sistem hattının 2000 yılında hizmete açılacağı varsayımına göre 2000 yılı ve 2010 yılları için yolcu sayısı tahminleri yapılmıştır.

Tablo 4.5. Adana Hafif Raylı Sistemi İşletme Özellikleri(Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü Ve Kavramsal Tasarım Raporu,1992)

İŞLETME ÖZELLİKLERİ	1.AŞAMA	2.AŞAMA
Zirve Saat Aralığı (Dk./Dizi)	5 ve 10	2.5 ve 5
Zirve Saat Kapasite (Kişi/Yön)	10,800	21,600
Dizi Kapasitesi(Kişi)	900	
Dizideki Araç Sayısı	3	3
Araç Parkı(Körüklü Araç)	36	78
Günde Taşınan Yolcu	230.000 (2000 yılı)	675.000 (2010 yılı)
Enerji Türü	750 volt DC	
Enerji Besleme	Kataner	
Platform Yüksekliği (M)	0.9-1.2	
Platform Boyu (M)	90	
Trafik Kontrol Sistemi	ATP (1.aşama) ve ATS (2. Aşama)	

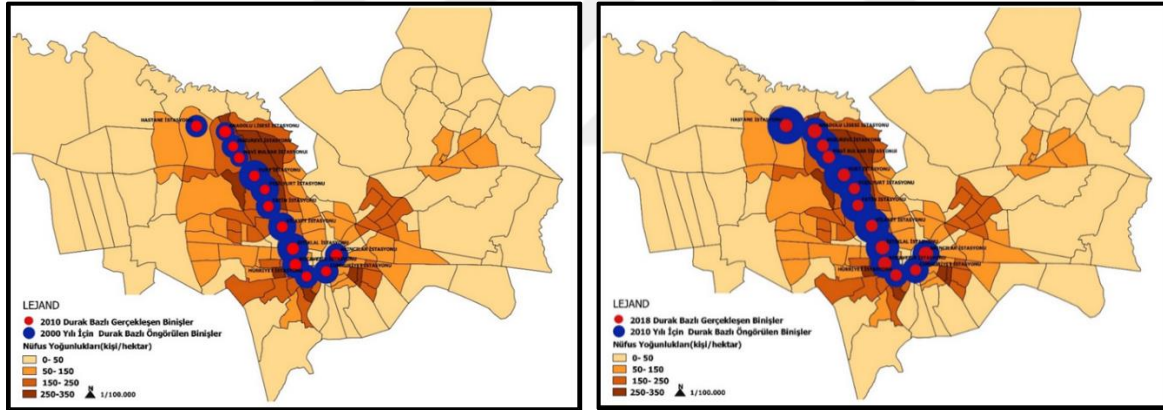
Hafif raylı sistem hattının hizmete açıldığı tarihten 2018 yılına kadar olan yolcu sayısında artış olmasına rağmen yıllara göre artış oranı düşük düzeydedir. (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Yıllara Göre Günlük ve Yıllık Toplam Yolculuk Sayıları
(Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı Kent-Kart Veri Sistemi Raporu)

Yıllar	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Yolcu Sayısı (Yıllık)	4.963.034	4.957.110	8.277.686	10.128.541	10.453.312	9.251.228	9.407.328	9.298.866	9.118.487
Yolcu Sayısı Ort. (Günlük)	13.500	13.580	22.616	27.749	28.639	25.345	25.703	25.476	24.982

Durak bazlı yolcu tahminlerinde öngörülen ve gerçekleşen durumların karşılaştırmasını yapmak ve gerçekleşme yüzdesini tespit etmek için rapora göre 2000 yılı yolcu tahminleriyle 2010 yılı gerçekleşen yolculuk talepleri karşılaştırılırken; rapordaki 2010 yılı için yapılan tahminlerle de 2018 yılı gerçekleşen yolculuk sayıları karşılaştırılmıştır.

Durak bazlı yolculuk 2010, 2018 yılları öngörülen ve gerçekleşen yolcu sayıları istasyonların coğrafik noktalarına işlenmiştir. Yolcu tahminleri ile gerçekleşen yolculuk sayıları arasındaki fark mekansal olarak Şekil 4.4’de görülmektedir. Özellikle Hastane, Yurt, Yeşilyurt ve Fatih istasyonlarındaki yolculuk sayısı ile tahminler arasında farklılıklar daha fazladır.



Şekil 4.4. 2010 ve 2018 Yılı İstasyon Bazlı Günlük Yolcu Sayısı (Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu (1992) ve Adana Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı Kent-Kart Veri Sistemi Raporu)

Durak bazında yolcu sayısı tahminleri ve gerçekleşen yolcu sayıları verisi kullanılarak hata oranları Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Öngörülen ortalama yolcu tahmini ve 2018 yılı ortalama yolcu sayıları kullanılarak; Kök ortalama karesel hata değeri 42.999 olarak hesaplanmıştır. Bu değer aynı zamanda modelin yanılma düzeyinin yüksek olduğunu yansıtmaktadır. Yanılma oranı 0,71 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7. İstasyon Bazlı Günlük Yolculuk Sayıları(Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu(1992) ve Adana Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı Kentkart Sistemi Raporu)

Yıllara Göre Yolculuk Sayıları	2000 Öngörülen	2010 Gerçekleşen	Hata Oranı (rE) 2010	2010 Öngörülen	2018 Gerçekleşen	Hata Oranı (rE) 2018
Hastane İstasyonu	11.360	1.051	-0,9075	83.690	1.996	-0,9762
Anadolu Lisesi İstasyonu	6040	1.467	-0,7571	24.880	2.978	-0,8803
Huzurevi İstasyonu	13.700	753	-0,9450	45.930	1.561	-0,9660
Mavi Bulvar İst.	5290	932	-0,8238	20.560	1.729	-0,9159
Yurt İstasyonu	40.630	920	-0,9774	108.300	1.869	-0,9827
Yeşilyurt İstasyonu	29.520	666	-0,9774	51.590	1.228	-0,9762
Fatih İstasyonu	18.230	891	-0,9511	59.470	1.203	-0,9798
Vilayet İstasyonu	28.020	1.016	-0,9637	63.620	1.478	-0,9511
İstiklal İstasyonu	40.110	1.499	-0,9626	54.080	2.642	-0,9242
Kocavezir İstasyonu	22.420	1.496	-0,9333	32.930	2.497	-0,9626
Hürriyet İstasyonu	13.980	775	-0,9446	15.060	1.413	-0,9062
Cumhuriyet İstasyonu	16.990	784	-0,9539	21.560	1.127	-0,9477
Akıncılar İstasyonu	13.680	1.341	-0,9020	23.810	3.257	-0,8632
TOPLAM	259.970	13.591	-0,9477	605.480	24.978	-0,9587

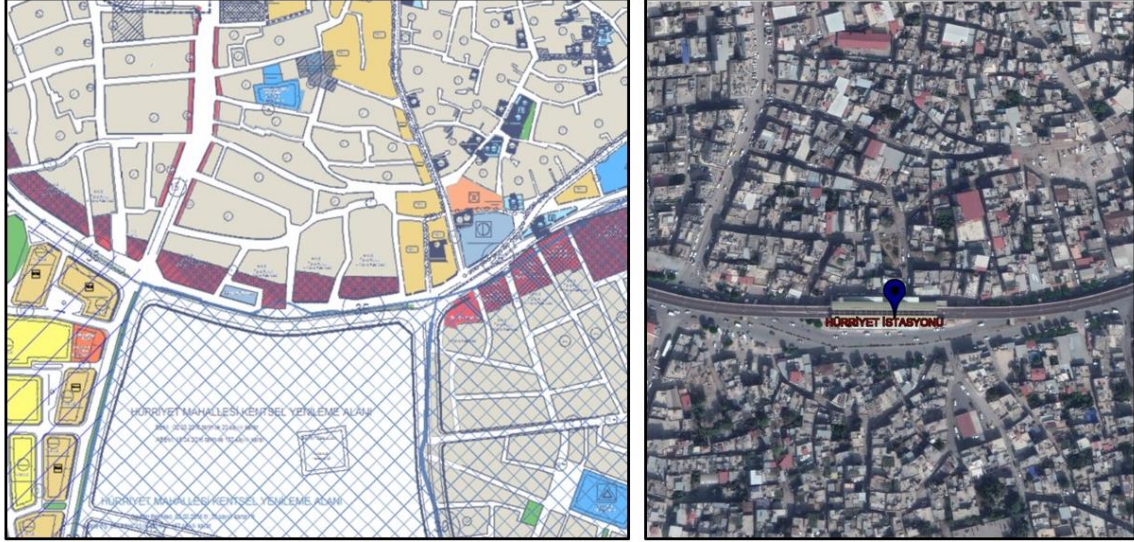
Tüm durakların hata oranlarının ortalaması 0,9587 hesaplanmıştır. Genel olarak hata oranlarının tüm duraklarda yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hata oranı diğer duraklara göre en yüksek 3 ve en düşük 3 durağın çevresindeki; kullanımlar, durak erişilebilirlikleri ve verisine ulaşılabilinen yürürlükteki 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planı durumları incelenmiştir.

Hata Oranı Diğer Duraklara Kıyasla Düşük Çıkan Duraklar

1-Hürriyet Durağı

Durak kent merkezine ve iş alanlarına en yakın olan üç duraktan biridir. Hürriyet durağı rE:-0,93 yanılma düzeyi düşük çıkan duraklardan biridir. Durağın çevresinde kentsel yenileme alanı, yoğun ticaret alanları ve yerleşim alanları bulunmaktadır (Şekil 4.5).

Durak platformu, kuzeyinde bulunan ticaret ve konut alanlarından direk yaya erişimi sağlanacak konumdadır (Şekil 4.5). Yaya erişiminin diğer duraklara oranla daha rahat sağlanması ve çevresindeki ticari fonksiyonların bulunması yolcu sayısının yüksek, yanılma oranının düşük çıkma nedeni olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Hürriyet İstasyonu ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu(Kaynak: kios.seyhan.bel.tr, 2022)

2-Akıncılar Durağı

Akıncılar durağı $rE:-0,93$ yanılma düzeyi ile diğer duraklara göre düşük çıkan duraklardan biridir. Durağın çevresinde Yüreği ilçesi terminali, yoğun ticaret alanları, resmi kurum, sağlık tesisi ve yerleşim alanları bulunmaktadır(Şekil 4.6). Çevresinde yolcu potansiyeli taşıyan kullanımların duraktaki yolcu sayısını arttırdığı söylenebilir.



Şekil 4.6. Akıncılar İstasyonu ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar

3-Anadolu Lisesi İstasyonu

Anadolu Lisesi durağı $rE:-0,88$ yanılma düzeyi ile diğer duraklara göre düşük çıkan duraklardan biridir. Durağın çevresinde resmi kurum, okul, ve konut alanları bulunmaktadır. Durağın yakın çevresinde ise; belediye etkinlik alanı, açık otopark alanı, park bulunmaktadır (Şekil 4.7).



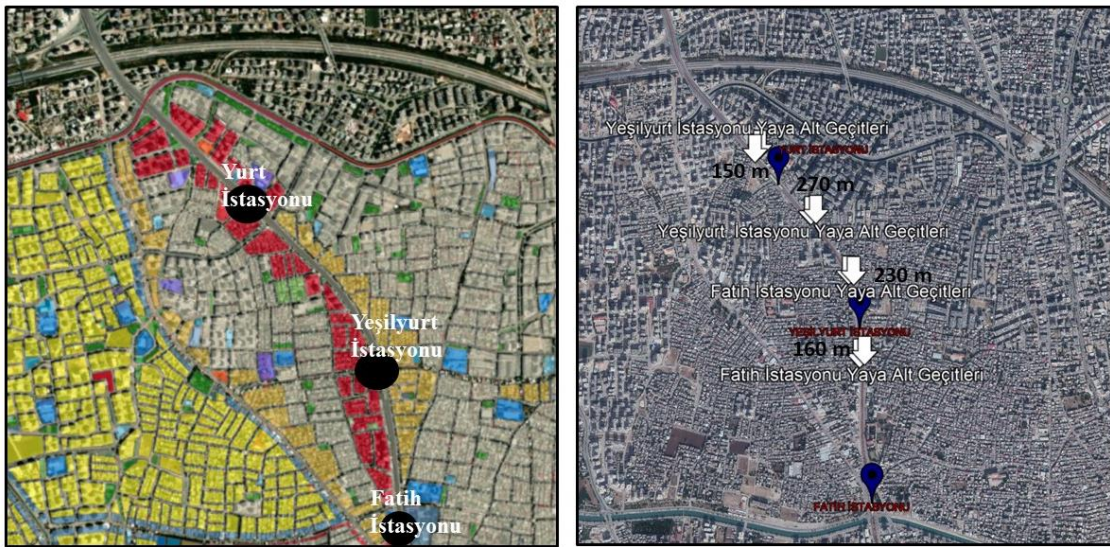
Şekil 4.7. Anadolu Lisesi İstasyonu ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar

Durak platformu güneyinde bulunan yerleşimlerden yaya erişiminin daha rahat sağlanacağı konumdadır(Şekil 4.7). Dolayısıyla çevresinde bulunan bu fonksiyonlar durakta gerçekleşen yolcu sayısını artırıcı etkenler olarak tespit edilmiştir.

Hata Oranı Düşük Çıkan Duraklar

Yurt, Fatih ve Yeşilyurt Durakları

Bu duraklarda yanılma oranı $rE:-0,98$ ve $rE:-0,97$ tespit edilmiştir. Durakların çevresinde kısmen ticari fonksiyonlar ve konut alanları bulunmaktadır (Şekil 4.8). Fatih istasyonunun çevresinde kentsel dönüşüm yapılması planlanan bölgelerde vardır. Kentse dönüşüm alanlarının uygulama çalışmalarına henüz başlanmamıştır.

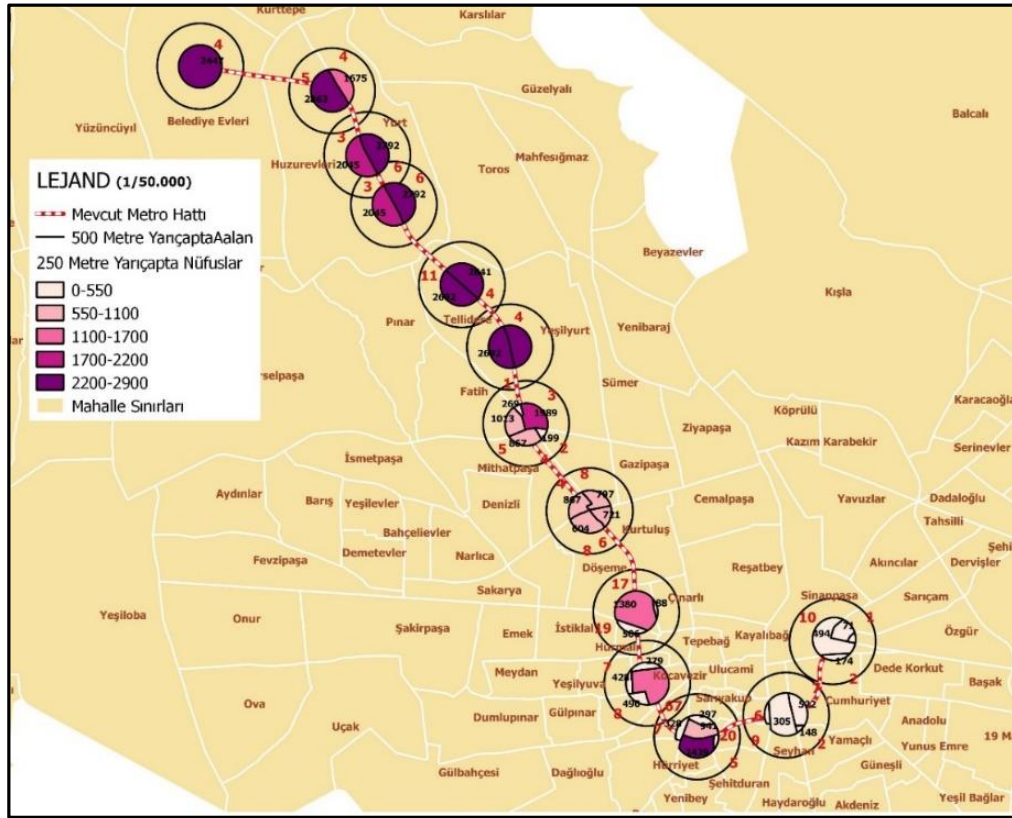


Şekil 4.8. Duraklar ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu(Kaynak: kios.seyhan.bel.tr, 2022)
Duraklar Ve Yaya Alt Geçitleri Arasındaki Mesafeler

Duraklara erişim için yapılan yaya alt geçitlerinin platformdaki bekleme yerlerine 150-250 metre yürüme mesafe aralığındadır. Yaya alt geçitleri ve bekleme yerleri arasındaki mesafeler Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Duraklara bu mesafelerde erişilmesi ve yolcu sayısını artıracak kullanımların sınırlı olması, yolcu sayısının az, yanılma oranının yüksek olmasının sebeplerinden olduğu söylenebilir.

Raylı sistem Koridoru Boyunca Nüfus ve Arazi Kullanım

Hafif raylı sistem istasyonları çevresinde 250 metre ve 500 metre yarıçapta etki alanları analizi yapılarak bu çerçevede bulunan kullanımlar Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da nüfuslar Tablo 4.8'ta görülmektedir.

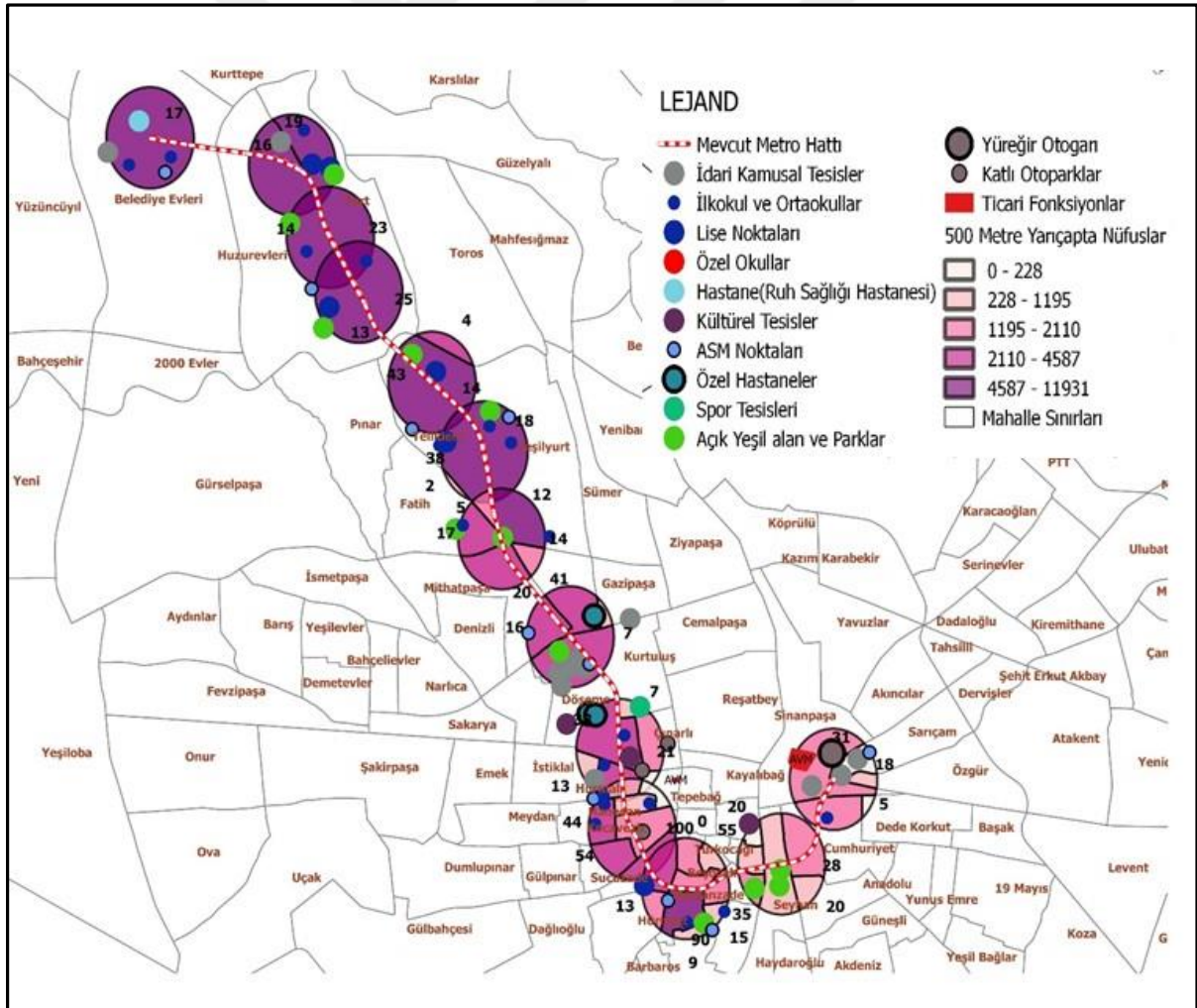


Şekil 4.9. HRS İstasyonlarına 250 Metre Mesafedeki Nüfusun Mahalle Nüfuslarına Oranları

Raylı sistem istasyonlarına 250 metre yarıçaplı alanlardaki toplam potansiyel nüfus 46.306 kişi iken; 500 metre yarıçaplı alanlardaki potansiyel nüfus 182.226 kişi tespit edilmiştir.

Tablo 4.8. İstasyonlarının 250 Metre ve 500 Metre Yarıçaplı Bölge Nüfusları

İSTASYON	250 Metre Yarıçaplı Bölgedeki Nüfus	500 Metre Yarıçaplı Bölgedeki Nüfus
Hastane İstasyonu	2416	9667
Anadolu Lisesi	4567	18270
Hüzurevi İstasyonu	4529	18117
Mavi Bulvar	4786	19146
Yurt İstasyonu	5431	21726
Yeşilyurt İstasyonu	5439	21757
Fatih İstasyonu	4460	17840
Vilayet İstasyonu	2996	11984
İstiklal İstasyonu	2201	8804
Kocavezir İstasyonu	2789	11157
Hürriyet İstasyonu	4041	16165
Cumhuriyet	1664	6658
Akıncılar İstasyonu	983	3935
TOPLAM	46.306	185.226

**Şekil 4.10.** HRS Hattı İstasyonları Çevresinde Bulunan Kentsel Kullanımlar Ve Nüfusların Mahalle Nüfuslarına Oranları(500 metre)

Öngörülen yolcu sayılarının, analizler sonucunda elde edilen potansiyel koridor nüfus değerlerinin üstünde tahminler olduğu tespit edilmiştir.

4.2.6. Maliyet Tahmini ve Gerçekleşen Durum

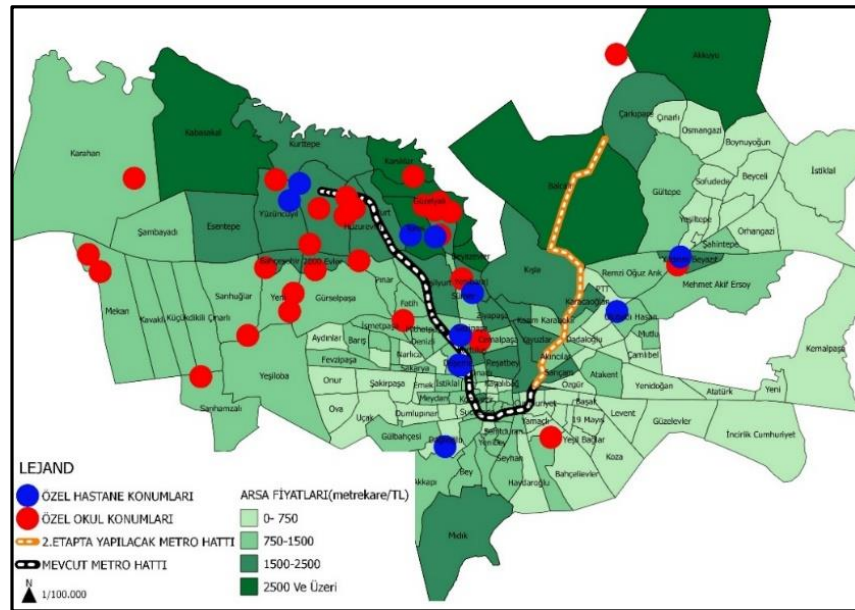
Yolculuk sayılarından elde edilen hasılat ve yıllara göre sistem işletmesindeki giderlerin durumu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. 2018 yılı için sistem sadece işletme gelir ve giderleri arasında 18.500.682 TL fark tespit edilmiştir (Adana Büyükşehir Belediyesi, 2018). Yolcu sayısının öngörülenden düşük çıkması sistemin işletme giderlerini dahi karşılamasına olanak vermemektedir. Bu durumda sistemin ilk yatırım maliyetinin karşılanmasının mümkün olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.9. HRS Hattı 2013-2018 Dönemi Gelir Gider Durumu (Kaynak: Adana Büyükşehir Belediyesi)

YIL / TL	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Toplam Gelir	9.077.193	11.045.495	11.746.636	12.872.262	13.262.807	14.141.205
Toplam Gider	22.745.971	25.068.220	19.624.878	19.802.574	21.607.505	32.641.887
GENEL TOPLAM	-13.668.778	-14.022.725	-8.878.242	-6.930.311	-8.344.698	-18.500.682

4.2.7. Kentsel Dinamikler

Özel araç sahipliği ve toplu taşıma yolculuk talebi nüfusun gelir durumu ile ilişkilidir. Adana kenti için kentin yoğunluklu olarak kuzeyinde (baraj çevresi, üniversite çevresi) yüksek gelir grubunun ikamet ettiği bölgelerdir. Kentte 1980 yılından sonra artan konut talebinin beraberinde özellikle son 15 yılda kuzey kesimlerinde (gelir durumunun yüksek olduğu bölgeler) yoğunluklu özel okul ve hastanelerin hizmete açılmıştır. Raylı sistem koridoru ve çevresinde de özel hastane ve okulların yoğun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Mevcut HRS Hattı Güzergâhında Bulunan Özel Okul ve Özel Hastaneler ile Gelir Durumu İlişkisi (Kaynak: sahibinden.com ve endeksa.com, 2019)

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi mevcut hafif raylı sistem güzergahı gelir durumu düşük kesimlerin aksine ağırlıklı olarak özel okul ve hastanelerin de bulunduğu yüksek gelir grubunun yaşadığı bölgelere hizmet vermektedir (sahibinden.com ve endeksa.com, 2019-2021). Özel araç kullanımının ve okul servisi kullanımının fazla olması, kentin kuzeybatı bölgesinde yolcu sayısının öngörülenden düşük olmasının nedenlerinden biri olarak tespit edilmiştir.

4.2.8. Duraklar Arası Mesafeler

Mevcut hafif raylı sistem durakları arasında En uzun mesafe 1500 metre ile hastane istasyonu ve Anadolu Lisesi istasyonu arasında iken en kısa mesafe ise 670 metre ile yurt istasyonu ve Yeşilyurt istasyonları arasındadır (Şekil 4.12). Tüm duraklar arası mesafelerin ortalaması 950 metre hesaplanmıştır.

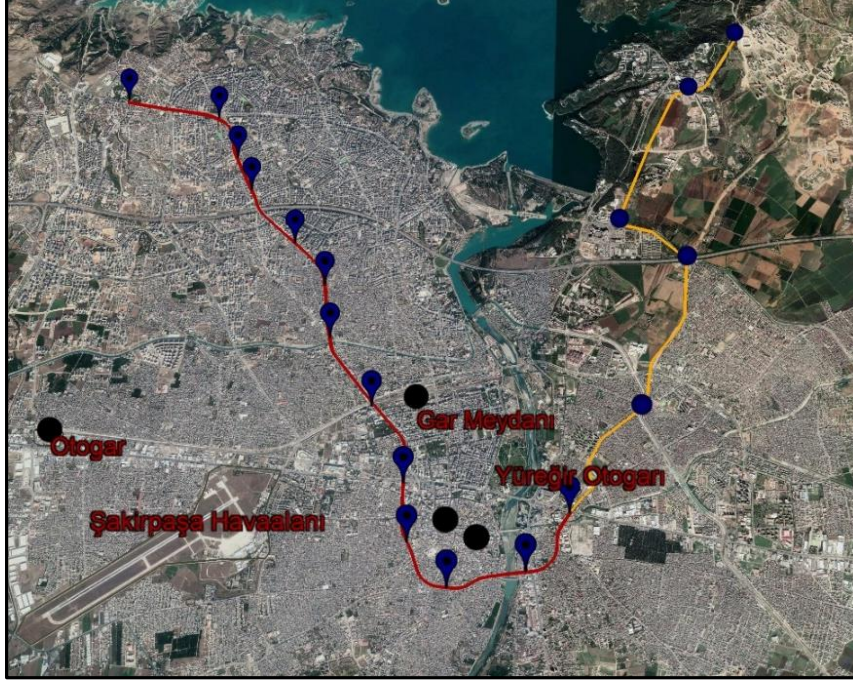


Şekil 4.12. Mevcut Hafif Raylı Sistem Hattı İstasyonları Arası Mesafeler

Hafif raylı sistem istasyonlar arası mesafe kısa olursa sefer süresi artmakta, uzun olursa hat boyunca yürüme mesafesi artmaktadır. Adana hafif raylı sisteminde duraklar arası mesafe dünyadaki benzer örneklere yakın düzeydedir. Ancak hafif raylı sistemle paralel çalışan ve rekabet eden minibüs hatlarında duraklar arası mesafe sınırı olmadığından yolcuların yürüme mesafesi düşüktür. Bu durum yolcuların hafif raylı sistem yerine lastik tekerlekli ulaşım türlerini (minibüs, özel halk otobüsleri) tercih etmelerine ve raylı sistem yolcu sayısının düşük çıkmasına neden olmaktadır.

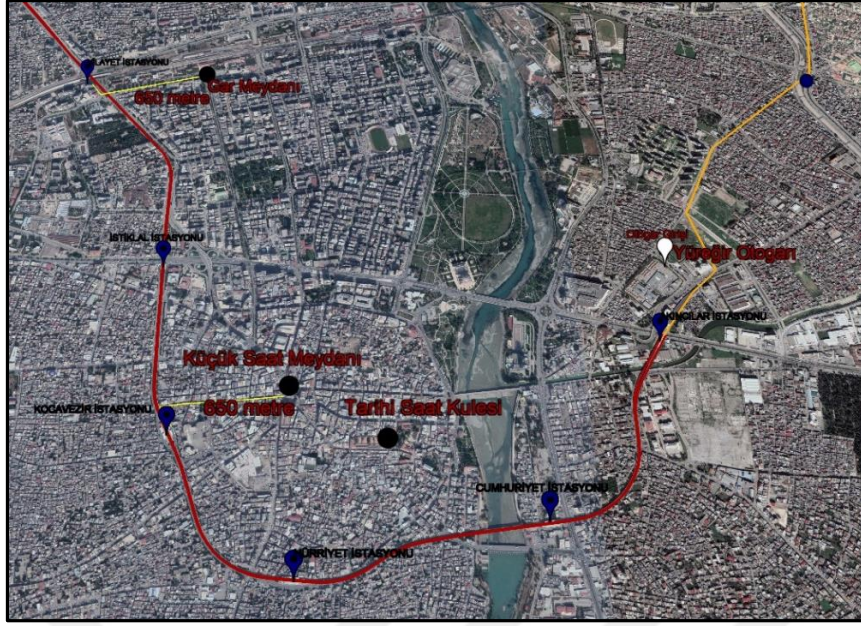
4.2.9. Güzergah Planlamasının Kentsel Kullanımlarla İlişkisi

Hafif raylı sistem güzergahın önemli kentsel kullanımlarla ilişkisinin analizleri yapılmıştır. Kent içi ulaşım hareketliliği için önemli kullanım alanları olan ulaşım terminallerinin konumlarıyla, hafif raylı sistem istasyonları arasında uzun mesafelerin olması sistemin kullanım talebini düşüren etkenlerdendir. Sistemin otogar ve havaalanına erişim sağlamaması yolcu potansiyelinin düşük kalmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.13. Mevcut HRS Hattı ve Önemli Ulaşım Terminallerinin Konumları

Adana Garı ile raylı sistem istasyonu arasında yaklaşık 650 metre mesafe vardır. Kent merkezinde bulunan meydanların bulunduğu bölge neredeyse tüm toplu taşıma güzergahlarının geçtiği bir düğüm noktasıdır. Kocavezir istasyonuna yakın olan meydandan istasyon yürüme mesafesi yaklaşık 650 metredir. Akıncılar istasyonun kuzeyinde Yüreğir ilçe terminali bulunmaktadır aralarında yürüme mesafesi düzeyinde yakınlık olmasına rağmen Yüreğir terminali çıkışından istasyona gidiş sırasında mevcut kavşakta bulunan yaya erişiminin olmaması istasyona erişimi engellemektedir.



Şekil 4.14. Mevcut HRS Hattı ve Yakın Çevresi Önemli Ulaşım Terminallerine Uzaklığı

4.2.10. Toplu Taşıma Türlerinin Rekabeti

Mevcut raylı sistem hattı ile birebir aynı güzergahta hizmet veren toplu taşıma hattı bulunmasa da hali hazırda Adana kenti içi hizmet veren tüm toplu taşıma türleri güzergahları analiz edildiğinde kent merkezinde çevresindeki kesimlerde yaklaşık 5,5-6 km ve 10 km boyunca çakışan minibüs ve otobüs hatları bulunmaktadır.



Şekil 4.15. Mevcut HRS Hattı Güzergahı İle Çakışan Otobüs ve Minibüs Hatları

Kısa mesafelerde ise özellikle kent merkezine ve çevresine, hatların büyük bir çoğunluğunun hizmet vermesi sebebiyle raylı sistem güzergahı ile çakışmaktadır ve bu durum raylı sistem yolcu talebini düşüren sebeplerden biri olarak tespit edilmiştir.

4.3. Kayseri Kenti Raylı Sistemi

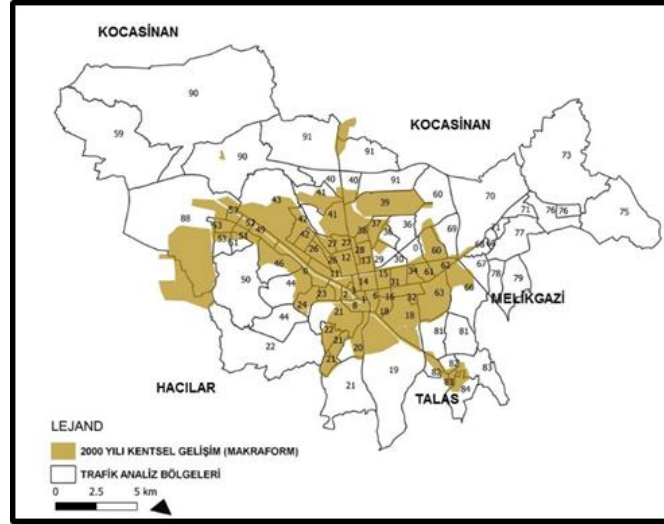
4.3.1. Ulaşım Etüt Çalışmaları ve Raylı Sistem Proje Süreci

Kayseri kentinde ilk ulaşım etüt çalışmaları 1991 yılında tamamlanmıştır. Önerilen ilk raylı sistem hattı kentin doğusunda bulunan Şeker Fabrikasından başlayıp batıya doğru tuna kavşağında sonlanan 10 km uzunluğunda bir tramvay hattıdır. Kentin o dönemki gelişme potansiyeli göz önünde bulundurularak 2. Aşamada hattın 5,5 km batıya doğru uzatılması öngörülmüştür. Kayseri Tramvay projesi Kayseri Büyükşehir Belediyesi “Kayseri Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Etüdü ile Raylı Sistem Avan Projesi ve Fizibilite Etüdü” kapsamında hedef yılı 2020 olarak etüd çalışmaları 2000 yılında başlamıştır(Eser Müşavirlik, 2000; Cinel, 2010). 2004 yılında hizmete açılması hedeflenen T1 hattının 16 km’lik ilk aşamasının inşaatına 2006 yılında başlanılmıştır. Hattın ilk Etabı 2009 yılında hizmete açılmıştır. Hat inşaat süreci başladıktan sonra her yıl ulaşım etüt sonuç raporu hazırlanmıştır. Bu raporlar doğrultusunda yolcu öngörülerini hedef yılı 2025 olacak şekilde güncellenmiştir. 2008 ve 2009 yılında hazırlanan raporlarda mevcut hattın Beyazşehir-Gesi arasında hizmet vererek 9 km (26,2km) uzatılması önerilmiştir. Bununla birlikte, kent merkezinden güneyinde bulunan Erciyes Üniversitesi ve çevresine hizmet verebilecek 8 km uzunluğunda yeni bir hat önerilmiştir. Sonraki aşamalar için ise; üniversite hattının kentin kuzeyinde bulunan havaalanına kadar uzatılarak toplamda 20,9 km hat önerisi yapılmıştır. 2012 yılında başlatılan T1 hattının devamı ve T2 hattı 2014 yılında hizmete açılmıştır (Şekil 4.16.). Faaliyette olan hatlar arasında havaalanı bağlantısı mevcut değildir. T1 hattı 26 km, T2 hattı 8 km uzunluğundadır.



Şekil 4.16. Kayseri Tramvay Hattı Güzergahı

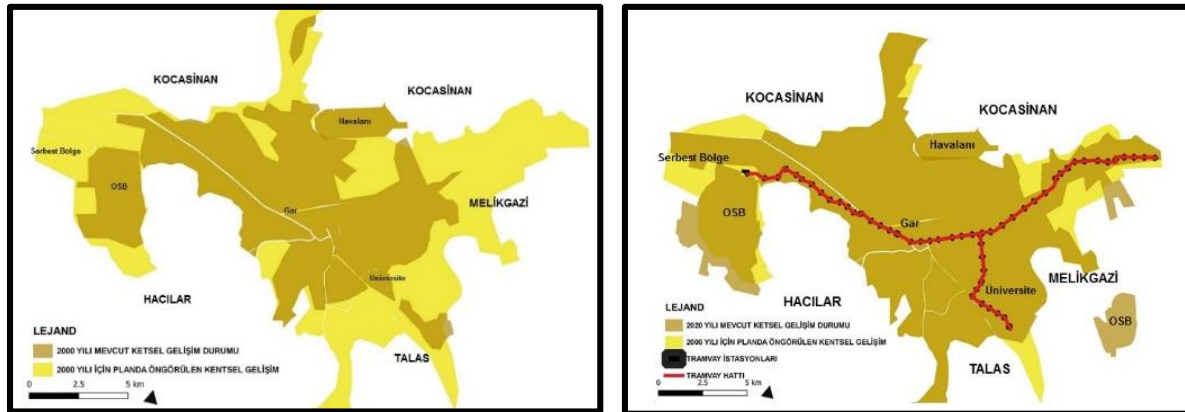
Ulaşım Etüdü Projesi kapsamında toplam 152 mahalleden veriler toplanmış 97 trafik bölgesi oluşturulmuştur (Şekil 4.17). İncelenen bölgelerin 2000 yılı nüfusu toplam 665.035 kişidir.



Şekil 4.17. Ulaşım Etüdü Projesi Trafik Bölgesi Analizi

4.3.2. Fiziksel Planlama Öngörülerinin Gerçekleşme Düzeyi

Tramvay güzergahının belirlenmesinde Kayseri Organize Sanayi Bölgesi, Hacılar Organize Sanayi Bölgesi, Küçük Sanayi Siteleri, Nakliyeciler Sitesi gibi çalışma alanlarının bulunması dikkate alınmıştır. Bunların yanında 1986'da proje çalışmaları başlayan 20.000'den fazla konutun yer aldığı Belsin Toplu Konut Bölgesi'nde, konutlarının olması, ve dönemin yapılması planlanan Toplu konut projelerinin de gerçekleşme durumlarında kentin doğusunda nüfus artış ve yoğunluk potansiyeli tespit edilmiştir. Projelere dayanak olan planların 1989 ve 1991 (ilave) onaylı imar planlarında hedef yılı 2000 yılıdır. Kentsel gelişimin hedef yılındaki kapasiteye ulaşmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.18). 1999 yılında başlatılan ulaşım ana planı çalışmaların da kentsel yayılımın hedef yılına gelindiğinde bu kapasiteye ulaşamayacağı tespit edilmiştir. Kayseri kentinin batısında ve doğusunda yayılımı (makraform) 2000 yılına kadar genişleyerek devam etmiştir (Şekil 4.18).

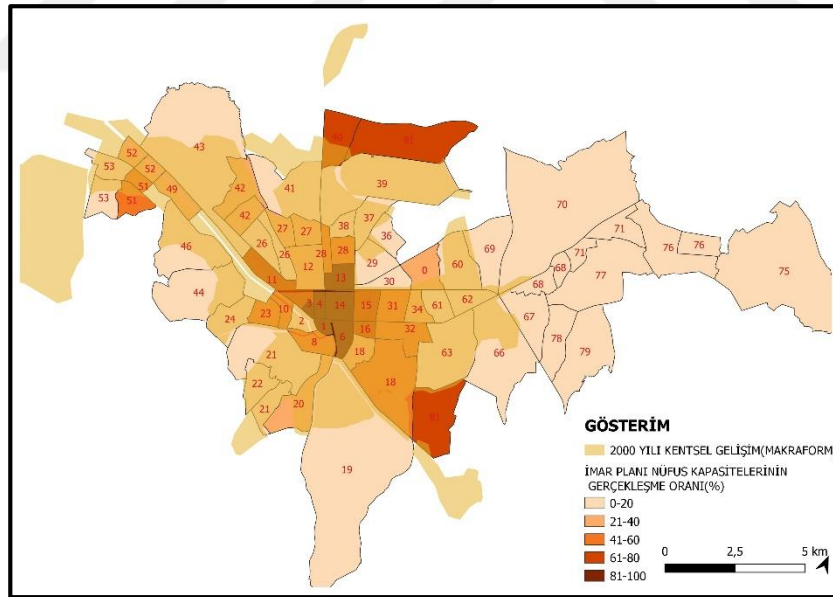


Şekil 4.18. Plan Kapsamında Önerilen Kentsel Makraform ve Gerçekleşen Durum

Kayseri kentinin 2005 yılı sonrasındaki fiziksel gelişimini belirleyen 1/50.000 ölçekli Kayseri Çevre Düzeni Planı 2005 yılında hazırlanmıştır. İlgili planda kent nüfusu 1,700,000 kişi tahmin edilmiş ve kent için tek merkezli, kompakt bir gelişim makroformu öngörülmüştür (Kayseri Çevre Düzeni Planı Açıklama Raporu, 2005; aktaran Bakır, 2012). Çevre Düzeni Planına uygun olarak hazırlanan 1/25000 ölçekli nazım imar planı ise 14.07.2006 tarihinde Büyükşehir Belediyesi Meclisi'nin 343 sayılı kararı ile kabul edilmiştir (Bakır, 2012). Bu planda “mekânsal özelliği-konumu gereği bazı alanların özel proje alanı olarak belirlenmesi, desantralizasyon ile kentin daha optimum yapılandırılması, merkezi iş alanları ile bu alanların kademelendirilmesi, ulaşım, kentsel çalışma alanlarında alternatif farklılığın sağlanması” hedefleri belirlenmiş, “konut alanlarının kentin doğu ve batı bölgelerindeki gelişme eğilimi kabul edilmiş”, “çalışma alanları, büro alanları, ticaret gibi yapıların merkezi iş alanında yer seçimi kararı verilmiştir”. (Bakır, 2012:212-213). Bakır (2012) Kayseri kentinin son dönemlerde hızla özel proje alanı olarak belirlenen odaklarda kentsel projeler aracılığı ile büyük bir dönüşüm geçirdiğini belirtmektedir.

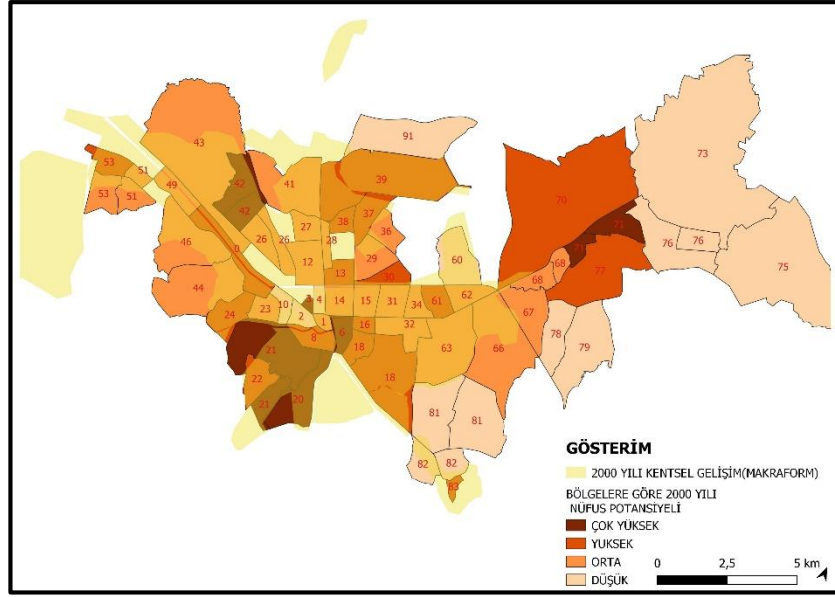
4.3.3. Nüfus Tahmini

Proje kapsamında yürürlükte olan planların nüfus potansiyellerinin gerçekleşme oranlarının düşük olacağı öngörülmüştür. Ulaşım etüdü çalışmalarında İmar Planı nüfus kapasitelerinin(yeni gelişim alanlarını kapsayan nüfus) belirlenen trafik bölgelerinin gerçekleşme oranları hesaplanmıştır.



Şekil 4.19. Ulaşım Etüt Projesinde Nüfus Öngörülerinin Gerçekleşme Oranları

Kentin doğu ve batı yönünde öngörülen gelişim ve nüfus kapasitesinin en fazla %20 oranında gerçekleşeceği tahmin edilmiştir (Şekil 4.19) Kentin güney doğusu ve kuzeyinde ise plan nüfus kapasitelerinin daha yüksek oranlarda gerçekleşeceği tahmin edilmiştir.



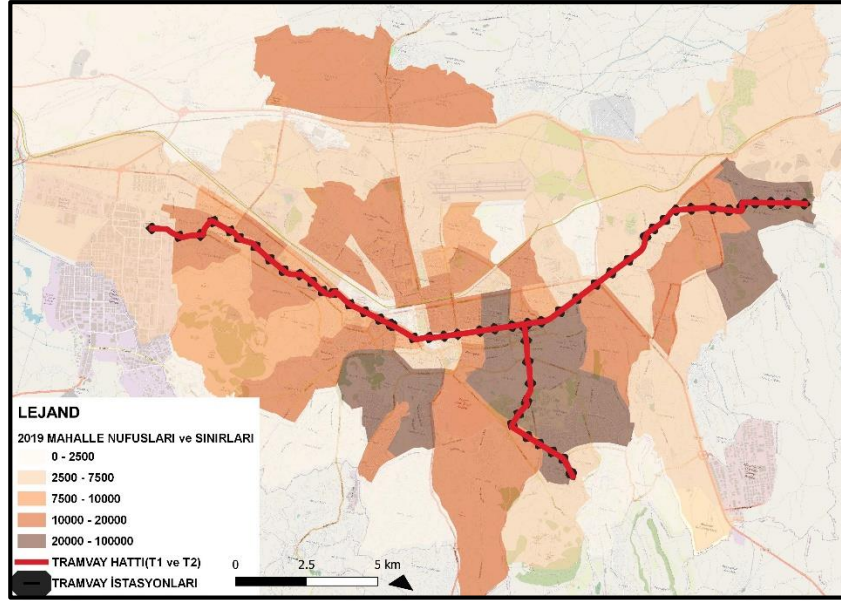
Şekil 4.20. Ulaşım Etüt Projesinde Hesaplanan Nüfus Artış Tahminleri

Trafik bölgelerinde planlarda hedeflenen kentsel yayılım büyüklüğü ve nüfus potansiyeli kadar olmasa da gelişim senaryolarının planlarda öngörülen yönelimde olacağı tahmin edilmiştir. Bu doğrultuda kentin doğu-batı yönünde nüfus potansiyeli yüksek tahmin edilmiştir. Yapılan tüm analizler doğrultusunda İmar Planı kapasitelerinin proje alanı için nüfus doluluk oranının %36 oranında gerçekleşeceği varsayılarak hedef yılı 2020 yılı olan yeni nüfus projeksiyonları yapılmıştır.

Tablo 4.10. Proje Alanı Nüfus Tahmini (Kaynak: Ulaşım Etüt Raporu, 2001)

Nüfus	2000 Yılı	Plan Projeksiyonu	2020 Öngörülen
Kocasinan	302.108	916.110	513.290
Melikgazi	259.215	983.364	528.960
İlçe Belediye Toplamı	561.323	1.899.474	1.042.250
Çevre Belediye Toplamı	103.712	1.559.416	204.150
Proje Alanı Toplamı	665.035	3.458.890	1.246.400

Ulaşım etüt çalışması öngörüsünün 2019 yılı Kayseri mevcut kentsel nüfusu ve trafik analiz bölgelerinin günümüz nüfusuna yaklaşan tahminler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.21). Trafik analiz bölgelerini kapsayan mahallelerinin 2020 yılı nüfusu 1.100.794' iken Kayseri kentsel nüfusu 960.000 kişidir. Kentsel nüfusun daha az olmasının sebebi trafik bölge analizinde bulunan mahallelerin bazılarının ve Hacılar ilçesinin, merkez ilçelere mevcut durumda bağlı olmamasıdır.



Şekil 4.21. Kayseri Kenti 2019 Yılı Mahalle Nüfusları

2019 yılı kentin özellikle güney kesiminde ve merkez koridorunda bulunan mahallerdeki nüfus öngörülen nüfustan fazladır. Mevcut tramvay hattının güzergahı ve çevresinde çoğunlukla nüfusu fazla olan mahalleler yer almaktadır (Şekil 4.21).

4.3.4. Tramvay Hattı Sonrası Kayseri Kenti Plan Kararları

Kentte tramvay hattının yapımı sonrasında kentte arazi kullanımında önemli değişimlerin olduğu tespit edilmiştir. Bu değişimler hattın planlandığı dönemdeki imar planlarının zaman içinde değiştirildiğini de göstermektedir. Bakır (2011) Kayseray tramvay hattının karar aşamasından itibaren, uygulanması düşünülen hat üzerinde ve yakın çevresinde dönüşümü tetiklediği, özellikle kamu ve özel birçok yatırımın yer seçim kararlarında etkili olduğunu 2009 yılından 2011 yılına kadar geçen kısa sürede bu dönüşüm sürecinin hızlandığını belirtmektedir. İlgili çalışmada kentin ana omurgası üzerinde yer alan hat boyunca yer alan niteliksiz konut alanları hızla yenilendiği, yapılaşmanın arttığı, Sivas Caddesi sonunda yer alan atıl durumdaki sanayi tesislerinin yıkılarak yerine lüks konut alanlarına dönüşmekte olduğu tespit edilmiştir. Bakır (2011), incelediği dönemde kent içerisinde sayıları hızla artan Alışveriş merkezlerinin (Kayseri Park, İpeksaray, Optimal) bir kısmının tramvay hattı üzerinde yer aldığını, hat üzerinde yer alan stadyum ve terminal binasının yıkılarak karma kullanımlı (konut-ofis-ticaret) alanlara dönüştüğünü belirtmektedir.

Kentsel mekândaki fiziksel dönüşüm aynı zamanda konut yer seçimi ve nüfusun sosyal ve kültürel özelliklerine göre mekânsal dağılımını da etkilemektedir. Kocatürk ve Bölen (2005), “Kayseri kentinde kent merkezinden uzaklıkla yoğunluğun ve arazi değerlerinin her zaman azalmadığı, bu konuda plan kararlarının da önemli düzeyde etkili olduğunu” belirtmektedir. Hane halkının hareketliliği aynı zamanda hane halkının ulaşım davranışlarının, tramvay özelinde ise potansiyel yolcu sayısının değişmesinin nedenlerinden biri olarak da açıklanabilir. 2001 yılından sonra hazırlanan ulaşım raporlarında raylı sistem koridoru çevresinde yaya bölgeleri, meydanlar ve bisiklet yolu gibi

uygulamaların önerisi geliştirilmesi ve bu uygulamaların plan kararlarına işlenmesi önerilmiştir. 2005 yılından sonra kentin doğu ve güney kesimlerinde daha geniş alanlara yayılımını öneren Nazım İmar Planlarında revizyon yapılmıştır. Revizyonlara paralel olarak uygulama imar plan çalışmaları devam etmiştir. Tramvay hattı çevresinde sağlık tesisleri, özel üniversiteler ve spor tesisleri planlaması yapılmıştır (Cinel, 2010). Ulaşım ana planının hazırlandığı dönem yürürlükte olan imar planlarda stadyumun yeri kent merkezi çevresinde iken 2008 yılında plan değişikliği ile stadyumun yeri tramvay güzergahı üzerinde bir bölgeye taşınmıştır. Eski Stadyumun yerine de alışveriş merkezi (Kayseri Forum) hizmete açılmıştır.

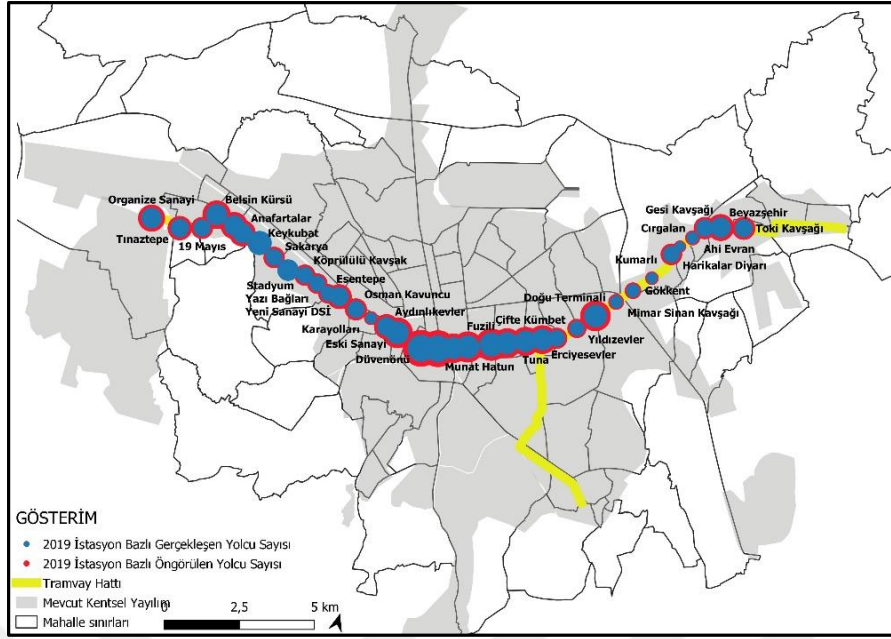
4.3.5. Yolcu Tahminlerinin Gerçekleşme Düzeyi ve Durakların Arazi Kullanım İlişkisi

2000 yılında hazırlanan ulaşım etüdü çalışmalarında T1 hattı 18 km uzunluğunda ve toplam 33 durakta hizmet verecek şekilde tasarlanmıştır. 2009 yılında faaliyet başlayan ilk aşamanın son durağı Doğu Terminali durağıdır. Kentin doğusunda yer alan toplu konut alanlarının bulunduğu bölgeden Tramvay hattının doğu terminali durağına alana yolcu taşıyan otobüsler için aktarma istasyonu ayrılmıştır. Kent içine bu otobüslerin girmesi engellenerek, kentsel trafik sıkışıklığının önlenmesi amaçlanmıştır. Hattın inşaat sürecinin tamamlanmasına yakın bir süreçte ulaşım etüdü çalışmaları revize edilerek, T1 hattının toplu konut alanına yaklaşık 5 km kadar uzatılması öngörülmüştür. Böylece T1 hattı için 2009 yılında hazırlanan Ulaşım Ana Planında durak bazlı yolcu talebi tahminleri toplamda 37 durak için yapılmıştır. Günümüzde faaliyette olan T1 hattının 43 durağı vardır (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Çalışmada İncelenen Hat Bilgileri

T Hattı	Uzunluk (km)	Durak Sayısı
Faaliyette olan	26	43
Çalışma incelenen	23	37

T1 hattının uzatıldığı kısmının proje yapımı sürecinde durak sayısı artırılarak ve yaklaşık 3 km daha uzatıldığı tespit edilmiştir. Eklenen duraklar ve T2 hattı için hedeflenen yolcu taleplerine ulaşılamamıştır. Çalışma kapsamında 37 durak için öngörülen ve güncel yolcu sayısındaki hata oranları hesaplanmıştır (Tablo 4.12). Ulaşım ana planı revizyonunda yolculuk tahminleri 2000 yılında yapılan tahminlere göre daa düşüktür. 2020 yılı için zirve saatte 14.000 yolcu tahmin edilmiştir. Kıyaslamalar yapabilmek için Covid-19 Pandemi sürecinden dolayı 2020 yılı yerine 2019 yılı durak bazlı yolculuk sayısı verisi kullanılmıştır.



Şekil 4.22. Tramvay Hattı İstasyonları Öngörülen ve Gerçekleşen Yolcu Sayıları

Durak bazlı yolcu tahminleri ve 2019 yılında gerçekleşen yolcu sayısı incelendiğinde 2020 yılı için hedeflenen yolcu sayısına ulaşamadığı görülmüştür (Tablo 4.12). Stadyum ve Keykubat duraklarında ise öngörülenin üstünde bir yolcu sayısı gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 22).

Durak bazında yolcu sayısı tahminleri ve gerçekleşen yolcu sayıları verisi kullanılarak hata oranları (rE) hesaplanıp tablo 4.12’de gösterilmiştir. Öngörülen ortalama yolcu tahmini ve 2019 yılı ortalama yolcu sayıları kullanılarak; Kök ortalama karesel hata değeri 4.012 olarak hesaplanmıştır. Bu değer aynı zamanda yolcu tahminlerinin yanılma düzeyini yansıtmaktadır. Normalleştirilmiş kök ortalama karesel hata (km başına yolcu) değeri 0,0238 ortalama yanılma oranı olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.12. İstasyon Bazlı Günlük Yolculuk Sayılarının Hata Oranı (Kaynak: Kayseri Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Ana Plan Raporu (2000;2009) ve Kayseri Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Ulaşım A.Ş.)

Durak Adı	2020	2019	Hata Oranı(rE)
	Öngörülen Yolcu Sayısı	Gerçekleşen Yolcu Sayısı	
Karayolları	1857	225	-0,88
Toki	10256	1283	-0,87
Çiftekümbet	7385	941	-0,87
Gesi	8500	1128	-0,87
Tınaztepe	9800	1534	-0,84
Gökkent	2486	400	-0,84
Mimar Sina K.	1956	340	-0,83
Kumarlı	1050	199	-0,81
OSB	10814	2218	-0,79
Cırgalan	653	144	-0,78
Osman Kavuncu	4757	1085	-0,77
Esentepe	2564	695	-0,73
Anafartalar	7304	2051	-0,72
Ahi Evran	959	282	-0,71
Doğu Terminali	11329	3402	-0,70
Eski Sanayi	11095	3489	-0,69
Selimiye	7058	2229	-0,68
19 Mayıs	3029	1081	-0,64
Yazı Bağları	2070	844	-0,59
Harikalar Diyarı	2070	1010	-0,51
Sakarya	1998	990	-0,50
Alparslan	6188	3109	-0,50
Köprülü Kavşak	1785	959	-0,46
Erciyes Evler	4498	2752	-0,39
Munat Hatun	4663	2946	-0,37
Fuzuli	6215	4131	-0,34
Beyazşehir	3029	2180	-0,28
Aydınlıkevler	2108	1702	-0,19
Yıldızevler	805	665	-0,17
DSİ	2000	1669	-0,17
Yeni Sanayi	4200	3588	-0,15
Belsin Kürsü	3029	2608	-0,14
Cumhuriyet M.	7482	6489	-0,13
Tuna	3150	2779	-0,12
Divanönü	7298	6487	-0,11
Stadyum	1066	1224	0,15
Keykubat	1470	1846	0,26
Toplam/Ortalama	167977	70701	-0,58

Tramvay hattının durak bazlı gerçekleşen yolcu verileri üzerinden hata oranları (rE) hesaplanmıştır. Hata oranları yüksekten küçüğe doğru sıralanan duraklar tablo 4.12’de gösterilmiştir. Sistem genelinde hata Oranı ortalaması -0,5878 hesaplanmıştır. Hata oranı en düşük ve en yüksek 3 durağın çevresindeki; kullanımlar, durak erişilebilirlikleri ve yürürlükte olan 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planı kararları incelenmiştir.

Hata Oranı Düşük Çıkan Duraklar

1-Stadyum Durağı

Durağın gerçekleşen yolcu sayısı öngörülenden fazla çıkmıştır. 2008 yılında yapılan plan değişikliğiyle Stadyum şuan ki yerine taşınmıştır. Aynı zamanda durağın güneyinde bulunan Gençlik Spor İl Müdürlüğü binasının arka tarafına güreş müsabakaları için tesis yapılmıştır. 2009 Yılında Faaliyete giren Kayseri Kadir Has Stadyumu'nda düzenli spor müsabakaları yapılmaktadır. Ulaşım ana planında öngörülmeven bu durumun stadyum durağındaki yolcu sayısını tarttıran etkenlerden biridir.



Şekil 4.23. Stadyum Durağı ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu (Kaynak: cbs.kayseri.bel.tr, 2022)

Durağın mevcut durumda çevresinde bulunan kullanımların yolcu sayısını artırdığı söylenebilir. Şuanda yürürlükte olan uygulama imar planı kararına (Şekil 4.23) göre henüz hizmete açılmamış açık spor tesisi vardır. Spor tesislerine yönelik durak çevresinde bütüncül bir plan kararı alındığı söylenebilir.

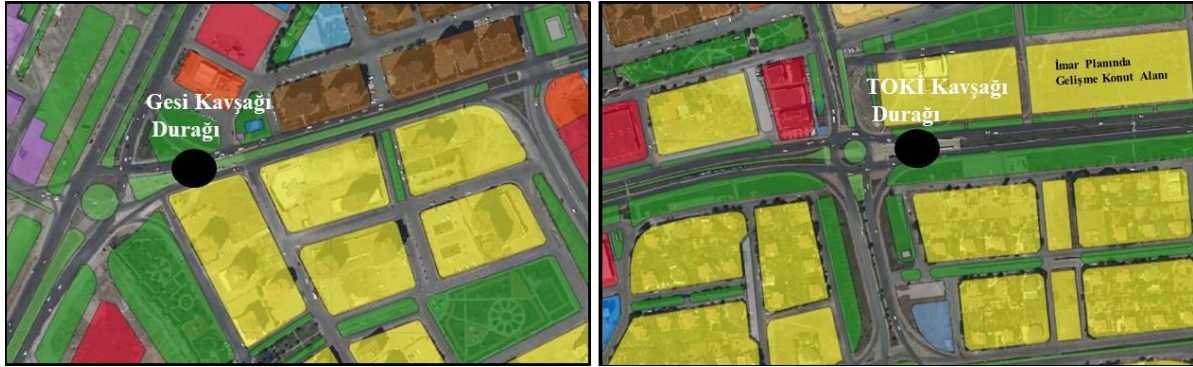
2-Cumhuriyet Meydanı ve Divanönü Durağı

Hata oranı düşük çıkan meydan durağı (rE:-0,13) ve divanönü durağı (rE :-0,11) kentin merkezi iş alanı sınırlarında kalmaktadır. Mevcut durumda ve imar planı kararlarındaki kullanımlara bakıldığında duraklar çevresinde yolcu hareketliliğinin yoğun olabileceği fonksiyonlar bulunmaktadır (Şekil 4.24).

Uygulama İmar Planı kararlarına göre ticaret konut alanı ve park olarak işaretlenen alanların da mevcutta uygulanmadığı tespit edilmiştir. Durağın yakın ve 250 metre yarı çaptaki çevre kullanımlarına ve konut gelişimine bakıldığında, henüz yerleşimi olmayan alanların fazla olduğu tespit edilmiştir. Bölgede yolcu sayısını etkileyecek kullanımlar ve nüfus gelişimindeki gerçekleşen durumların, duraktaki beklenen yolcu sayısındaki yüksek yanılmanın bir sebebi olduğu söylenebilir.

2- Gesi Kavşağı Durağı ve Toki Kavşağı Durağı

Hata oranı yüksek çıkan gesi kavşağı durağı(rE:-0,86) ve TOKİ kavşağı durağı(rE :-0,87) kentin doğusundaki toplu konut ve yeni gelişim alanları sınırlarında kalmaktadırlar(Şekil 4.26). Kentin özellikle son 20 yılında konut gelişiminin olduğu bu bölgede nüfus artışı da göz önünde bulundurularak durak bazlı yolcu sayısının yüksek tahmin edildiği tespit edilmiştir.

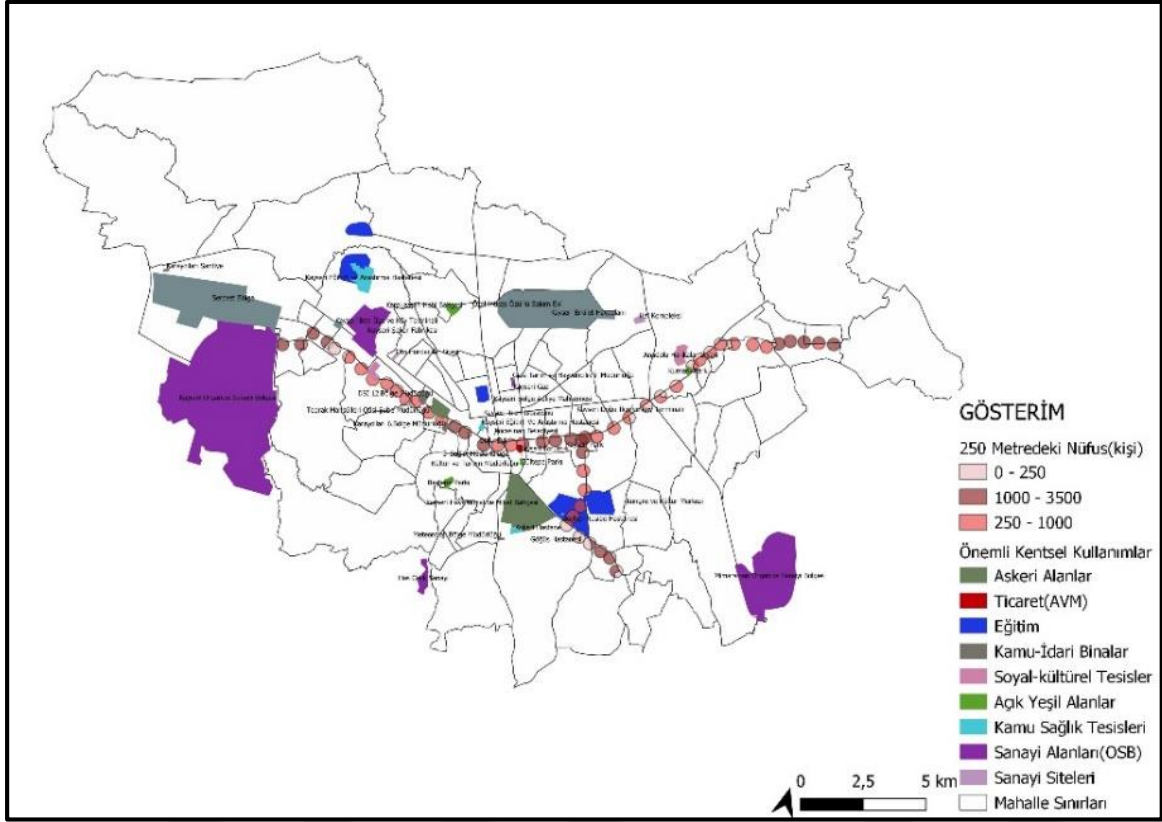


Şekil 4.26. Duraklar ve Çevresi 1/1000 Ölçekli İmar Plan Durumu
(Kaynak: cbs.kayseri.bel.tr, 2022)

Durakların bulunduğu güzergah ve mahalleler, yüksek gelirli hanelerin yoğun olduğu ve araç sahipliğinin yüksek olabileceği bölgeleri içermektedir. Gelir durumu ve araç sahipliğinin yolcu bu duraklardaki yüksek yolcu sayısını düşüren faktörlerden olduğu söylenebilir.

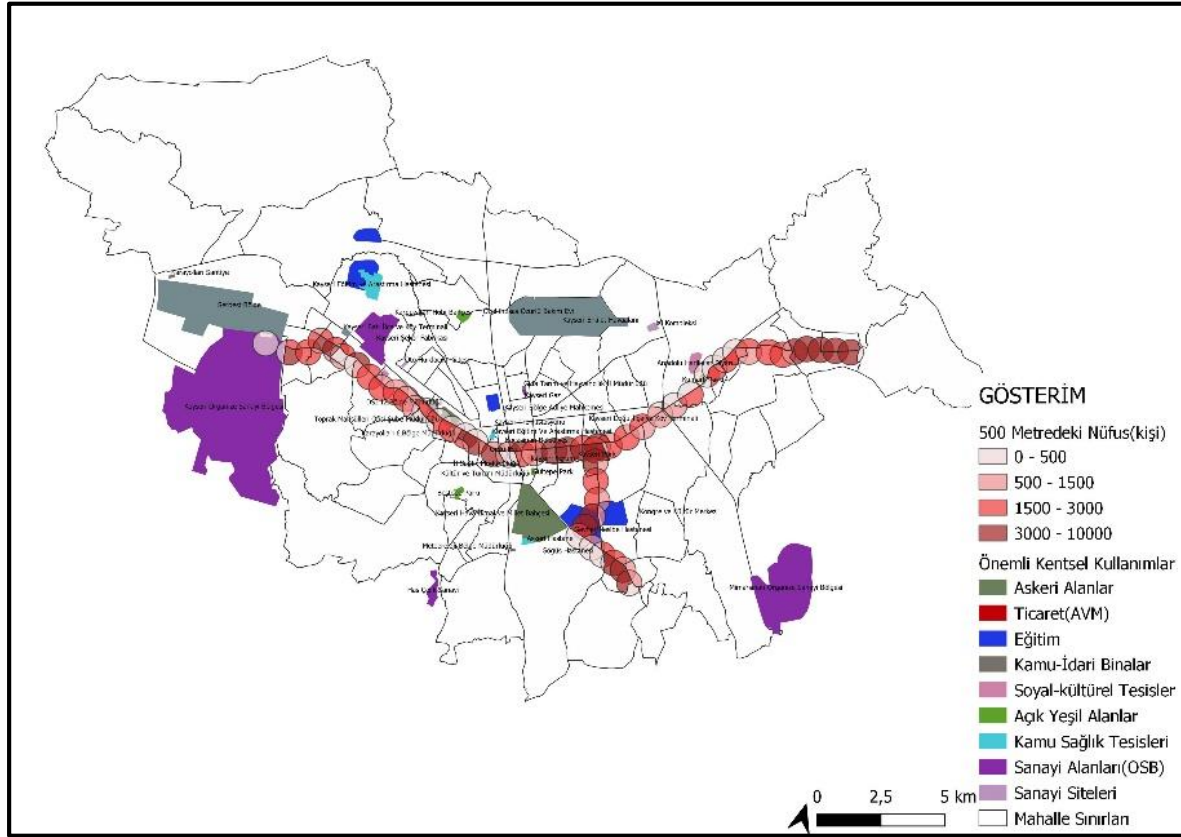
Tramvay Koridoru Boyunca Nüfus ve Arazi Kullanım

Hafif raylı sistem istasyonları çevresinde 250 metre ve 500 metre yarıçapta etki alanları analizi yapılarak Koridor ve çevresinde bulunan önemli kullanımların tespiti yapılmıştır (Şekil 4.27).

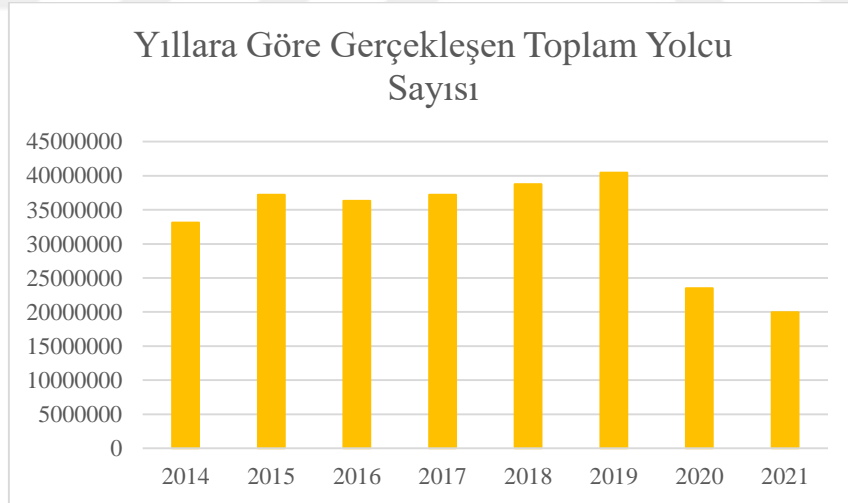


Şekil 4.27. Tramvay Hattı İstasyonları 250 Metre Yarıçaplı Alandaki Nüfuslar

Tramvay Hattının duraklarından 250 ve 500 metre yarıçaplı mesafede nüfusları hesaplanmıştır (Şekil 4.27 ve 4.28). Tramvay güzergahı kentin önemli çalışma alanlarından ve merkezden geçmektedir. İlk 500 metre yarıçaptaki nüfus 178.000 kişidir. Hesaplanan bu nüfus, ulaşım etütleri kapsamında öngörülen toplam yolcu sayısına yakın bir değerdir.



Şekil 4.28. Tramvay Hattı İstasyonları 500 Metre Yarıçaplı Mahalle Nüfusları



Grafik 4.2. Yıllara Göre Gerçekleşen Toplam Yolcu Sayısı
(Kaynak: Kayseri Ulaşım A.Ş.)

Tramvay hattının yolculuk hedefleri yıllara göre gerçekleşen artış miktarına göre Kayseri Büyükşehir Belediyesi tarafından kısa vadeli hedeflerle güncellenmiştir. Yolcu sayısı 2014-2019 döneminde düzenli artış göstermiştir ancak Covid-19 salgını kapsamındaki önlemler nedeniyle 2020 ve 2021 yıllarında öngörülemeyen bir düşüş gerçekleşmiştir ki bu iki yıl istisna kabul edilebilir(Grafik 4.2).

Tablo 4.13. Güncel Durumda Tramvay Hatlarında Hedeflenen Yolcu Sayısı(Kaynak: Kayseri Ulaşım A.Ş.)

T1 ve T2 Yolcu Sayısı	2022 Toplam Hedef	2023 Toplam Hedef	2024 Toplam Hedef	2025 Toplam Hedef
Yıl Bazlı Toplam	41.451.748	46.934.143	55.432.826	56.541.482
Günlük Ort.	114.192	129.295	152.708	155.762

Güncel durumda yolcu sayılarının ulaşım etütlerinde öngörülen yolcu sayılarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.13).

4.3.6. Güzergahın Kentsel Kullanımlarla İlişkisi ve Duraklar Arası Mesafeler

Tramvay güzergahları kentin önemli önemli kullanımlarından geçmektedir. Planlanan diğer güzergahlar ise mevcut hatların hizmet vermediği diğer (Şehir Hastanesi, Şeker Fabrikası, Havalimanı) kullanımlardan geçmesi hedeflenmektedir (Kayseri Büyükşehir Belediyesi, 2021).

**Şekil 4.29.** Tramvay Hattı İstasyonları Çevresinde Bulunan Kentsel Kullanımlar

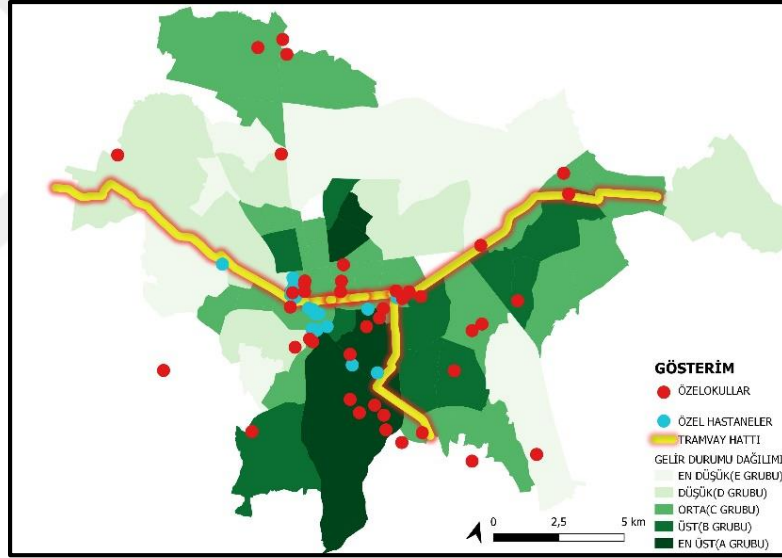
Duraklar arası mesafe ortalama 650-700 metre aralığında değişmektedir(Şekil 4.30). Ulaşım etüt çalışmasında öngörüldüğü üzere toplum taşım hatları tramvay güzergahı ile çakışmayacak şekilde düzenlenmiştir (Kayseri Büyükşehir Belediyesi, 2021).



Şekil 4.30. Tramvay İstasyonları Arası Mesafeler

4.3.4. Kentsel Dinamikler

Ulaşım etüdü çalışmalarında Kayseri kentinin mahalle bazında gelir durumu dağılımı analizi yapılmıştır. Analizlere göre 2000 yılında kent merkezinin çevresi, kentin güney doğusu ve kuzeyinde gelir durumu yüksek gruplar yaşarken; diğer bölgelerde orta ve düşük gelir grupları yaşamaktadır.



Şekil 4.31. Kayseri Kenti Gelir Durumu ve Özel Kurumların Mekansal Dağılımı (Kaynak: endeksa.com)

Güncel durumda nüfusun gelir durumuna göre dağılımı 2000 yılındaki yapıya benzerlik göstermektedir. Tramvay hattının güneyinde gelir durumu yüksek gruplar yaşarken kuzeyinde daha düşük gelirli gruplar yaşadığı tespit edilmiştir. Hattın ilk etabı genel olarak orta gelir grubu güzergahında iken 2. Etabı daha yüksek gelir grubu bölgesine hizmet vermektedir. T2 hattı yüksek gelir grubu bölgesinde olmasına rağmen üniversiteden kaynaklı öğrenci nüfusunun yoğunluklu yaşadığı bölgeye hizmet vermektedir.

Özel okul ve hastanelerin mekânsal dağılımına bakıldığında gelir durumu yüksek bölgelerde konumlandığı söylenebilir. Tramvay hattı güzergahı üzerinde ise kent merkezi çevresinde hizmet veren özel okul ve hastaneler mevcuttur (Şekil 4.30).

4.4. Gaziantep Kenti Raylı Sistemine Yönelik Tespitler

Kentteki ulaşım etüt çalışmaları ilk olarak; Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü ve mühendislik firmalarının ortak girişimiyle Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım Etüdü ve Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Fikir Projesi Raporları 1996-2004 yılları arasında hazırlanmıştır. Gaziantep kenti için ulaşım etüt çalışmaları 1996 yılında belirlenen güzergah ile mevcut güzergah farklı olduğundan durak bazlı yolcu sayısı karşılaştırması yapılamamış, sistem geneline yönelik değerlendirmeler yapılmıştır(Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım Etüdü ve Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Fikir Projesi Raporları, 2004).

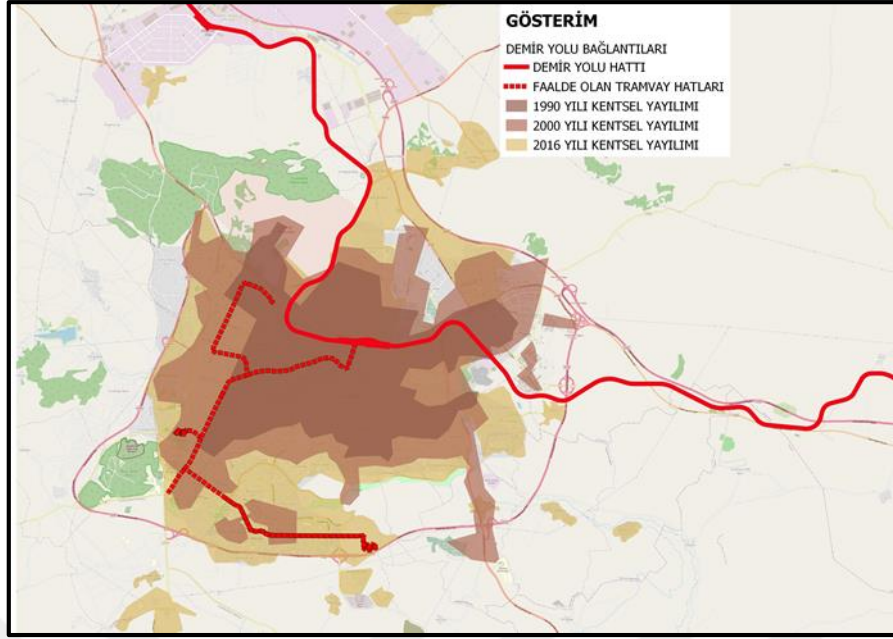
4.4.1. Ulaşım Etütleri ve Proje Süreci

Ulaşım etütleri çalışması Gaziantep Kent içi ve yakın çevresini kapsamaktadır. Çalışma sınırları belirlenirken Gaziantep'in mevcut yerleşik alanının dışında, hedef yılı olan 2016'da gerçekleşmesi olası planlanmış konut ve çalışma alanlarının, programlanmış altyapı yatırımlarının ve merkez ile bir kent bütünü oluşturacak çevre yerleşimlerinin de kapsaması dikkate alınarak belirlendiğine değinilmiştir. Trafik analiz bölgelerini oluşturan çalışma alanı sınırı; kentin kuzeyinde bir fiziksel eşik oluşturan otoyolu, doğuda GATEM'i, güneyde planlanmış geniş toplu konut alanlarını, batıda orman alanlarına kadar uzanan üniversite ve planlanmış konut alanlarını içermektedir. Çalışma alanı 86 bölge ayrılmıştır(Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım Etüdü ve Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Fikir Projesi Raporları, 2004).

4.4.2. Fiziksel Planlama Öngörülerinin Gerçekleşme Düzeyi

Ulaşım etüt çalışmasında kentin tarihsel gelişim dikkate alınarak 2016 yılı Gaziantep kentsel arazi kullanım senaryosu belirlenmiştir. 1990'dan sonra kent merkezinin batı yönünde gelişen düzenli ve imarlı konut alanlarında yüksek gelir grupları yer alırken, büyük çoğunluğu dışarıdan gelen göçe dayalı gelişen ve düşük gelir gruplarının oturduğu imarsız ve kaçak yapılaşma alanları kenti güneyden ve kuzeyden çevrelemiştir.

Kentteki toplu konut projelerinin ilk örneği, kentin doğusunda, GATEM'in kuzeyinde yer alan Gazikent Toplu Konut uygulamasıdır. Bu projelerin beraberinde Karataş Toplu Konut Projesi, Şehitkamil İlçe Belediyesi'nce gerçekleştirilen, Merve Kent Toplu Konut projeleri gelmiştir. Kuzeybatı yönünde Kahramanmaraş yolu üstünde Organize Sanayi Bölgesi, güney batı ucunda Çimento Fabrikası, KÜSGET ve GATEM olmak üzere sanayi, kentin iki ucunda gelişmiştir. Kentte gerçekleşen yatırımlar, gelir dağılımı, imar planları ve Güneydoğu Anadolu Projesi Projeksiyonları referans alınarak 2016 yılı Gaziantep kenti senaryosu oluşturulmaya çalışılmıştır. Projeksiyon yılında da gelir gruplarının konut alanlarındaki dağılımında mevcut eğilimlerin süreceği kabulü benimsenmiştir(Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım Etüdü ve Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Fikir Projesi Raporları, 2004).



Şekil 4.32. Gaziantep Kenti Yıllara Göre Kentsel Gelişimi ve Tramvay Hattı Güzergahı

Gaziantep'in dördüncü İmar Planında 2005 Hedef yılı nüfusu 1.800.000 kişi olarak tahmin edilmiştir (Aldan, 1990; Yenice ve Yenice, 2018). Yenice ve Yenice (2018) planın yapıldığı dönemde Gaziantep'in nüfusunun yaklaşık 600.000 olduğunu tespit etmiştir. Yenice ve Yenice (2018) 1990 planının makroform ve arazi kullanım kararları ile konut alanları gelişiminin “yağ lekesi biçiminde” gelişme deseni göstermekle birlikte büyük ölçüde kentsel gelişme yönü olarak batı ve güney yönleri seçildiğini belirtmektedir. Kenti doğu-güney ve batı aksları doğrultusunda kuşatan çevre yolu önerisinin bu yönde gelişme eğilimini hızlandırdığı, gelişme konut bölgelerinde alt merkez olarak değerlendirilebilecek ticaret bölgeleri kararı verildiği tespit edilmiştir (Yenice ve Yenice, 2018). Yenice ve Yenice'ye (2018) göre Gaziantep kentinin mekânsal gelişiminin 2000'li yıllardan itibaren genellikle kentsel dönüşüm ve yenileme projeleri aracılığı ile yönetilmeye çalışılmıştır. Kentte 2000 yılı sonrasında organize sanayi, küçük sanayi, üniversite, hastane, alışveriş ve toplu konut gibi büyük ölçekli yatırımlarının kentsel gelişme yönünü önemli düzeyde değiştirdiği tespit edilmiştir. Ulaşım etüdü, tramvay hattı fizibilite etüdü ve yatırım kararı sonrasındaki dönemde kentin gelişim yönü, nüfus, çalışan ve öğrenci sayılarının büyüklük ve mekânsal dağılımındaki yapısal değişikliklerin tramvay güzergahındaki potansiyel yolcu sayısında önemli düzeyde saptamalara neden olması beklenir.

2016 yılı Gaziantep kentsel yayılımı (makroform), yeni gelişme alanları içinde, kentin batısındaki İbrahimli konut alanının ve planda bağ bahçe nizamlı konut alanı olarak tanımlanan alanların yüksek gelir grubu konut alanı, güneydeki Bağlarbaşı Toplu Konut Alanının orta gelir grubu konut alanı, mevcut yerleşik alanın sınırlarında ise hedef yılına kadar giderek büyüyen düşük gelir grubu konut alanlarının yer alacağı varsayılmıştır (Şekil 4. 33). Kentteki konut alanları 2016 yılına kadar ağırlıklı olarak batı ve güney yönlerinde gelişeceği ve kent merkezi çevresi ile toplu konut alanlarında nüfusun büyük bir kısmının yerleşeceği varsayılmıştır (Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım

4.4.3. 2016 Yılı İçin Nüfus Tahmini

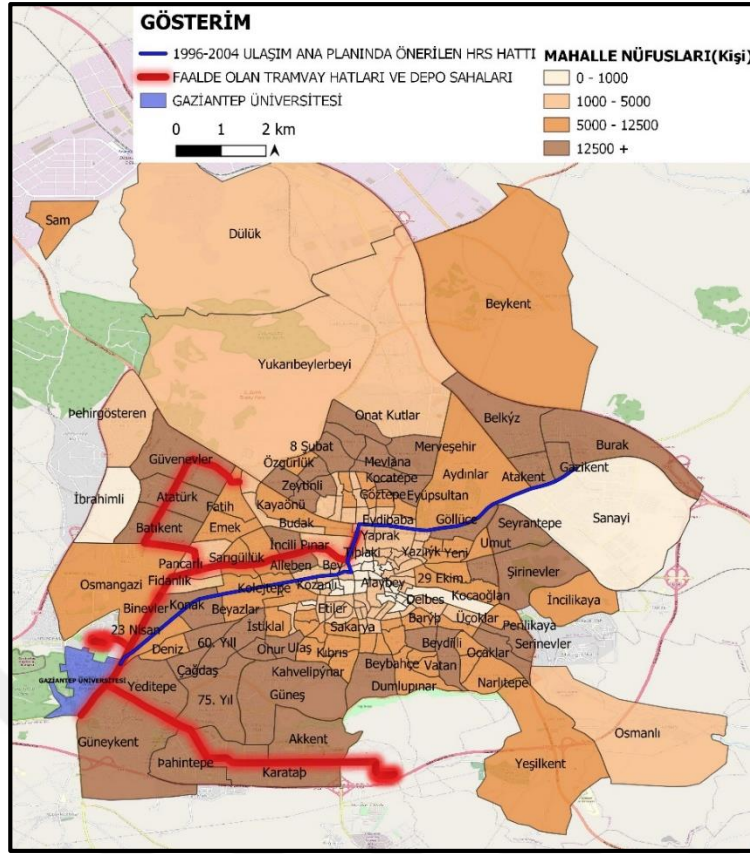
Kentin hedef yıl 2016 itibari ile nüfus büyüklüğünün, gelir dağılımının, işgücü ve öğrenci nüfuslarının ve bunların mekansal dağılımlarının bölge veya mahalle bazında tahminleri yapılmıştır. Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri'nin hazırlamış olduğu 1/25.000 ölçekli Mücavir Alan Planı, Islah Planları, 1/5.000 Nazım İmar Planları incelenerek, 2016 yılı itibariyle projeksiyon nüfusu hesaplanmıştır. GAP Bölgesel Ulaşım ve Altyapı Geliştirme Çalışması Nihai Raporunda Gaziantep 2005 yılı nüfusu 1.475.762 kişi olarak, GAP Master Planı'nda 1.355.414 kişi olarak belirtilmektedir.

Nüfus projeksiyonu üç yöntem (Üssel, En Küçük Kareler, Logaritmik) karşılaştırılmıştır. Nüfus artış hızı, 1970-1990, 1975-1996 (güncelleştirilmiş nüfus), 1955-1996 (güncelleştirilmiş nüfus), 1950-1996 (güncelleştirilmiş nüfus) ve 1950-1990 yılları arasında olmak üzere beş ayrı dönem için nüfus artış hızları hesaplanmıştır. Her dönem için korelasyon katsayısı hesaplanmış ve 0.99 ile en yüksek korelasyon değerini veren 1970-1990 yılları arasındaki nüfus artış hızı kabul edilmiştir ($r = 4.99$) Kullanılan nüfus projeksiyonu yöntemleri içinde 1996 yılı güncelleştirilmiş nüfusu ile aynı değeri gösteren Üssel yöntem kabul edilmiş ve buna göre 2016 hedef yılı için, Gaziantep il merkezi nüfusu 2.211.818 kişi olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.14). 2016 yılında ilave gelecek nüfus 1.395.375 kişi olarak belirtilmiştir.

Tablo 4.14. Gaziantep Nüfus Projeksiyonları
(Kaynak: Gaziantep Ulaşım Etüt Raporu, 1997-2004)

Yıllar	1.Yöntem	2.Yöntem	3.Yöntem	Ortalama
1996	694.360	815.621	814.350	774.777
2000	768.705	984.537	994.486	915.909
2005	861.637	1.253.327	1.276.684	1.130.549
2010	954.569	1.595.500	1.638.959	1.396.343
2016	1.066.087	2.141.994	2.211.818	1.806.633

Etüt çalışmaları doğrultusunda belirlenen trafik bölgelerini kapsayan mahallelerin 2016 yılında gerçekleşen nüfusu 1.580.000 kişidir. Ulaşım etüt çalışmalarında 3. Yöntem olan Üssel yöntemi kabul edilse bile gerçekleşen nüfusun üstünde öngörüldüğü tespit edilmiştir. 3 ayrı yöntemin ortalamasını kapsayan nüfusların gerçekleşen nüfusa daha yakın olduğu söylenebilir.



Şekil 4.35. Gaziantep Mahalle Nüfusları, Öngörülen ve Gerçekleşen Tramway Hatları

Şuanda faaliyette olan tramway hatlarının 2000 yılından sonra gelişen ve nüfusu fazla olan mahallere hizmet verdiği görülmektedir(Şekil 4.35). Ulaşım etüt çalışmalarında önerilip uygulanmayan güzergahın ise her ne kadar yolcu çekimi yüksek potansiyelde olan fonksiyonların güzergahında olsa bile; faaliyette olan hatların hizmet verdiğinden daha düşük nüfusa sahip mahallelerden geçtiği görülmektedir.

4.4.4. Faaliyette Olan Tramway Hatlarının Güncel Durum Değerlendirmesi

Kentte İlk plandan farklı güzergahlarda yatırım gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. 2005-2006 yıllarında ulaşım ana planı çalışmaları daha fazla trafik bölgeleri belirlenerek yeniden ele alınmıştır. 2010 ve 2025 yılları için hedefler belirlenmiştir. 2005 nüfusu 1 milyon civarındayken; 2025 yılı için öngörülen nüfus 1.746.748'dir (Özalp,2007). Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ile yapılan görüşmeler doğrultusunda mevcut tramway hattı güzergahlarının 2005-2006 yıllarında belirlenen güzergahlarla da aynı olmadığı tespit edilmiştir. Gaziantep kenti için ulaşım ana planı çalışmaları 2016 yılında yeniden yürütülmüştür. 2016- 2017 yıllarında yapılan çalışmalarda hedef yılı 2035 olarak belirlenmiştir ve faaliyette olan tramway hatlarına eklenecek yeni güzergahlara ilişkin yolculuk tahminleri içermektedir.

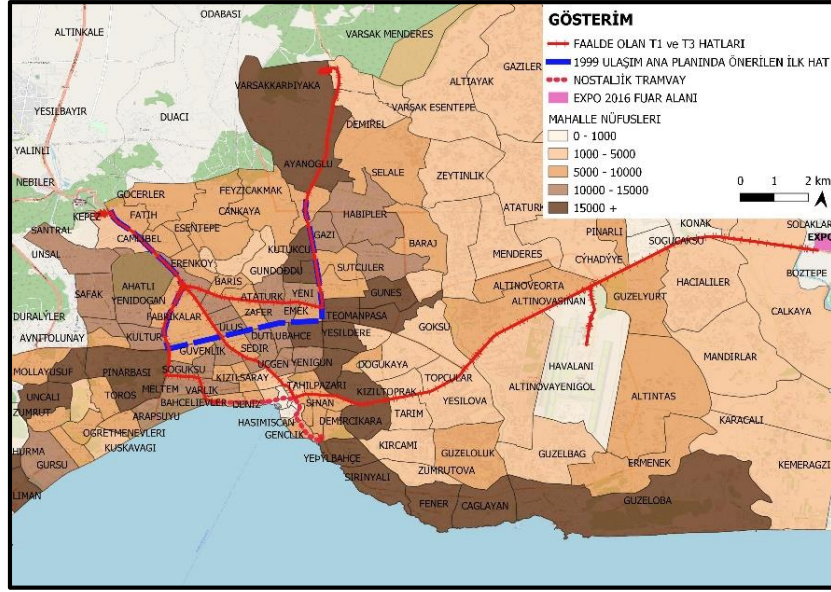
Faaliyette olan 3 tane tramway hattı vardır. 1. Etap Gar-Üniversite-Burç Kavşağı (9,5 km) hattının etüt çalışmaları 2007 yılında yapıp inşaatına 2008 yılında başlanmıştır. Hat, 2011 yılında hizmete açılmıştır. 2014 yılında İbrahimli konutları bölgesine hizmet veren Adliye-Sanko olulları(5,5 km) hattı ve kentin güneyine hizmet veren Üniversite-Akkent(5,5 km) Hattı hizmete açılmıştır. 2016

Tablo 4.15. Faalde olan tramvay hatların yolcu sayıları (Kaynak: Gazi-Ulaş A.Ş.)

Ay/2019 Yılı	Aylık Yolcu Sayısı	Günlük Ortalama Yolcu
Ocak	1.728.250	55.750
Şubat	1.771.900	63.282
Mart	2.039.000	65774
Nisan	2.032.500	67750
Mayıs	1.942.800	62.671
Haziran	1.591.250	53.042
Temmuz	1.622.700	52.345
Ağustos	1.461.800	47.155
Eylül	1.907.200	63.573
Ekim	2.180.200	70.329
Kasım	2.074.100	69.137
Aralık	2.078.300	67.042
Toplam	22.430.000	61.452

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ve Gazi Ulaş A. Ş. tarafından Hatların yalnızca 2019 yılına ait aylık yolcu sayısı verisi temin edilebilmiştir (Tablo 4.15). Dolayısıyla durak bazlı yolcu verisi analizi çalışma kapsamında yapılamamıştır.

Kentin güncel Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planları incelenmiştir. Planlarda alt merkez (konut ticaret, kamu tesisi, eğitim, sağlık, rekreasyon vd.) olması planlanan bölgelerin tramvay hattı çevresinde olduğu tespit edilmiştir. Hatların güzergahı yoğunluklu olarak kentteki 1. Derece yollardan ya da son 10 yıl içinde açılmış yeni yollardan geçmektedir.



Şekil 4.38. Antalya Mahalle Nüfusları, Öngörülen Hafif Raylı Sistem Ve Faaliyette Olan Tramvay Hatları

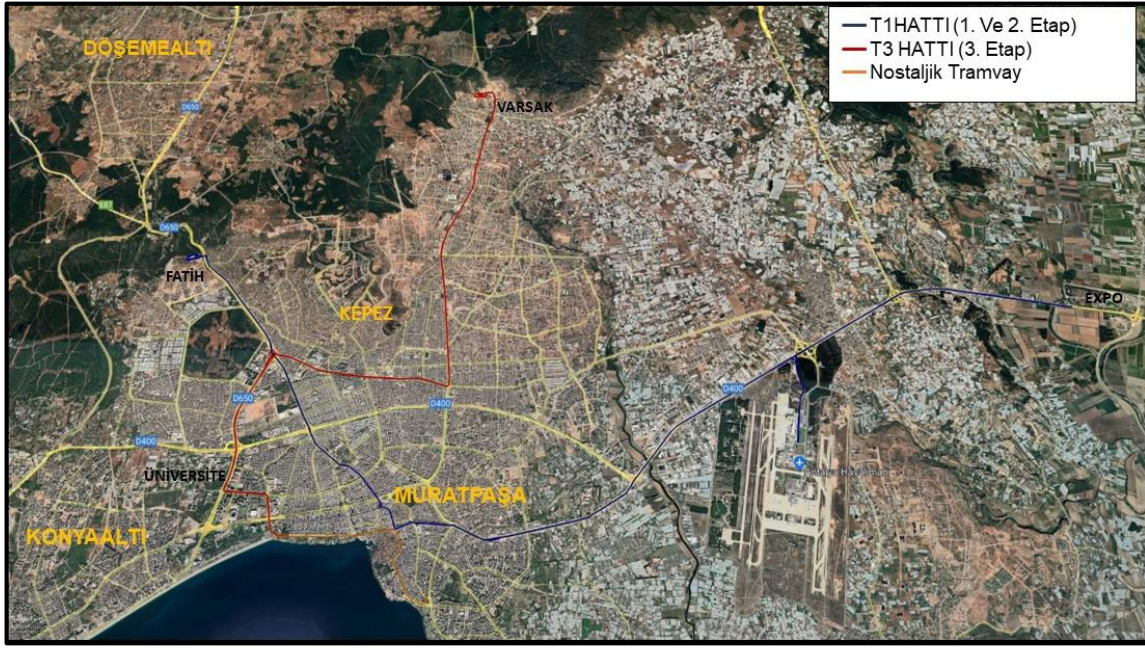
Çalışma alanı sınırlarında 1999 yılında hesaplanan projeksiyonlar göre 2020 yılı için oldukça yüksek rakamlar içermektedir. Nüfus tahmini, 2020 yılına gelindiğinde belirlenen trafik bölgelerinde gerçekleşen nüfusun 1.202.241 kişi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 38).

4.5.2. Antalya Kenti Fiziksel Plan Kararları

Antalya'nın 1/50.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü tarafından 03.03.2005 tarihinde onaylanmış, bu plan esas alınarak Antalya Büyükşehir Belediyesi Nazım Planlama Daire Başkanlığı tarafından 1/50.000 ölçekli bir Stratejik Fiziki Planı hazırlanmıştır (Manavoğlu, 2009). İlgili planda 2020 hedef yılı için Antalya kentinin temel gelişme stratejisi olarak "ihtisaslaşmış kent merkezine bağlı alt merkezler odaklı gelişim modeli" tercih edilmiştir (Antalya Nazım Planlama Daire Başkanlığı, 2006; aktaran Manavoğlu, 2009). Burdur ve Antalya il sınırlarını kapsayan 1/100 000 Antalya Burdur Çevre Düzeni Planı ise Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 16.04.2007 tarihinde onaylanmış ancak ilgili plana yapılan itirazlar sonrasında plan yürürlükten kaldırılarak 14.01.2008 tarihinde Antalya-Burdur Çevre Düzeni Revizyon Planı olarak onaylanmıştır (Manavoğlu, 2009). Manavoğlu (2009) 2000-2009 döneminde Antalya kentinin değişim ve dönüşümünde önemli kararların alındığı ve mekâna uygulandığı özellikle planlama gündemini kentsel dönüşüm projeleri ve üst ölçekli planlama kararlarını oluşturduğunu belirtmektedir. Manavoğlu (2009) kentin ulaşım sisteminde açılan yeni güzergâhların kentin genişlemesini hızlandırdığını, hizmetlerde çeşitlilik ve farklılaşma, kentin geniş alanlara yayılmasına neden olduğunu belirtmektedir.

4.5.3. Faaliyette Olan Tramvay Hatlarının Yolcu Sayıları ve Durak Çevresi Analizi

Antalya merkezinde 1999'da Müze-Zerdalilik hattında hizmet veren Nostaljik Tramvay'la, 2009'da Fatih-Meydan hattında çalışmaya başlayan Antray şehir içindeki tramvay hattıdır. Aksu'da yapılan Expo 2016 nedeniyle Fatih-Meydan hattı, Antalya Havalimanı'nı da içine alacak şekilde uzatılarak Fatih-EXPO ve Fatih-Havalimanı hatları oluşturulmuş, toplam 16 olan durak sayısı 31'e yükselmiştir(Şekil 4.39). 2019 yılında T3 Varsak-Müze hattının otogara kadar olan kısmı tamamlanmıştır. Geriye kalan güzergah ise 2020 yılında hizmete açılmıştır. Böylelikle Antalya kentinde hizmet veren toplam tramvay hattı uzunluğu 48 km olmuştur(Şekil 4.39.).



Şekil 4.39. Antalya'da Faaliyette Olan Tramvay Hatları

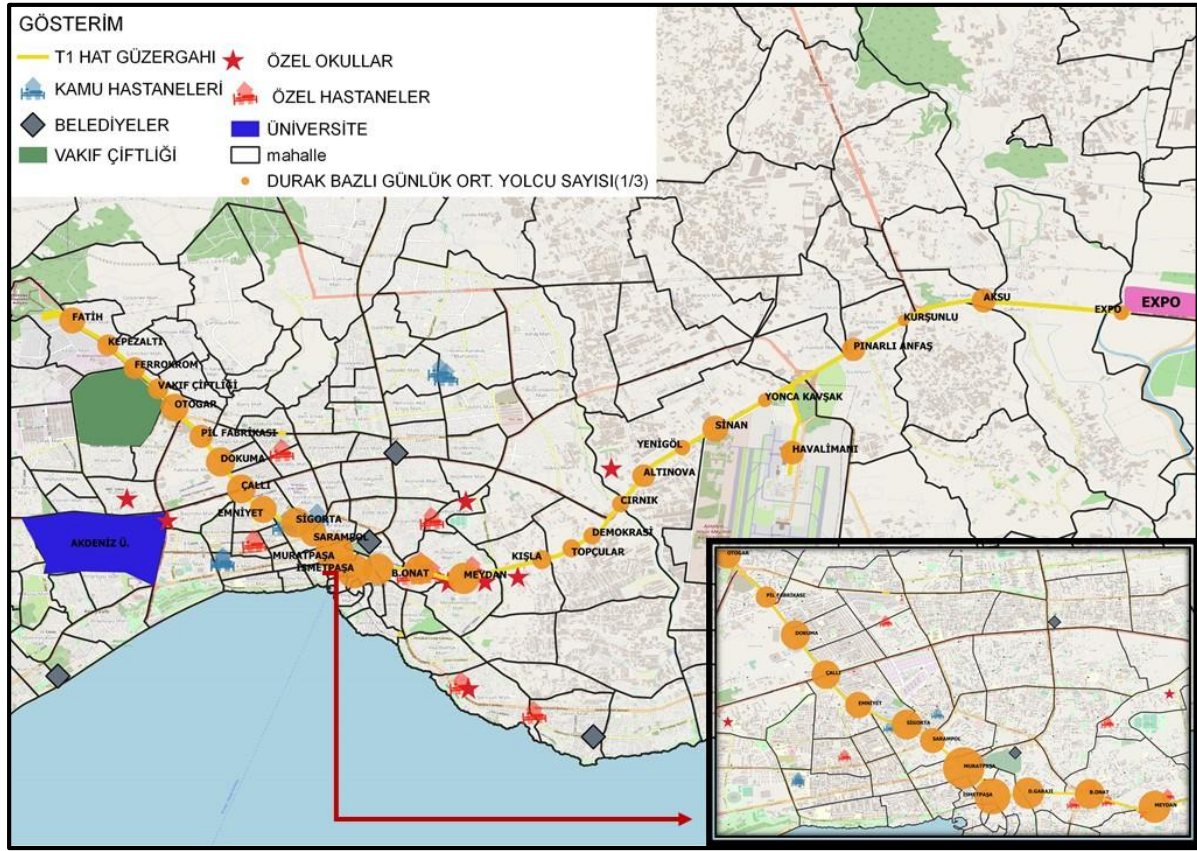
T1(Fatih-Meydan-Havalimanı-Expo) hat güzergahı kentin kuzey batısında bulunan Fatih mahallesinden başlayıp, otogar ve çevresinden geçip kent merkezinden havaalanı, Expo alanına kadar uzanan toplamda 30 km uzunluğundadır. 1999 yılında ilk etapta yapılması önerilen hattın sonradan yapılan yeni ulaşım etütleriyle güzergahı kent merkezine kadar olan güzergah dışında değişikliğe uğramıştır. İlk etapta fatihten başlayıp cumhuriyet meydanında hizmete açılan güzergahın 2. Etapı Expo 2016 projesi kapsamında havaalanına ve fuar alanına kadar uzatılmıştır.

Antalya Büyükşehir Belediyesi ve Antalya Ulaşım A.Ş. tarafından 2018-2021 yıllarına ait durak bazlı yolculuk Sayısı verileri temin edilmiştir. (Şekil 4.40 ve 4.41).

Tablo 4.16. Faaliyette Olan Tramvay Hatlarının Yıllara Göre Ortalama Yolcu Sayıları(Kaynak: Antalya Büyükşehir Belediyesi, Antalya Ulaşım A.Ş.)

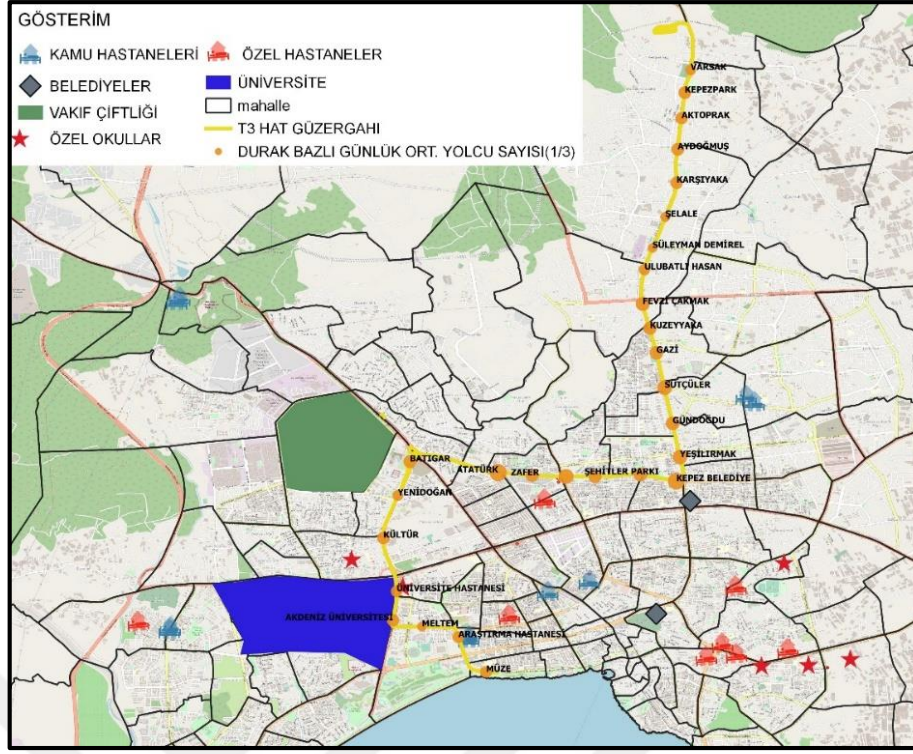
ANTRAY	2019			2018	
	1. ETAP	2. ETAP	3. ETAP	1. ETAP	2. ETAP
Yıllık Toplam Yolcu	15.945.242	3.614.441	482.528	16.364.235	3.348.258
Ort. Günlük Yolcu Sayısı	43.566	9.876	1.318	44.834	9.173
Günlük Ortalama Yolcu	54.760			54.007	

COVID-19 Pandemi süreci nedeniyle 2020 ve 2021 verileri hariç tutularak 2019 ve 2018 yolcu sayısı incelenmiştir(Tablo 4.16).

**Şekil 4.40.** T1 Hattı Durak Bazlı Yolcu Sayıları

Kente özel hastaneler ve özel okullar özellikle Muratpaşa ve Konyalata ilçelerinde yoğunlaşmaktadır. Buna paralel olarak kente orta üstü ve üst gelir grubuna ait hanelerde bu bölgelerde ikamet etmektedir. Diğer merkez ilçeler olan Kepez ve Aksu ise; orta gelir ve düşük gelir grubuna ait haneler ikamet etmektedir. Dolayısıyla hat güzergahının orta ve düşük gelire sahip mahallere hizmet veren yoğunlukta olduğu söylenebilir.

T1 Hattına ait durak bazlı yolcu verilerine göre kent merkezine yaklaştıkça duraklardaki yolcu sayısı artmaktadır. Kent merkezinde doğuya doğru hizmet veren duraklarda ise; yolculuk sayısı düşmektedir. Hattın yolcu sayılarının ilk etapta yapılan güzergahta daha fazla olduğu söylenebilir.



Şekil 4.41. T3 Hattı Durak Bazlı Yolcu Sayıları

T3 Hattı 1999 yılında yapılan ulaşım etüt çalışmalarında önerilen Fatih-Varsak hattının devam edilmeyen güzergahının bir kısmını içermektedir. Varsak'ın yaklaşık 3 km kuzeyinden başlayan güzergah otagara kadar uzanıp sonrasında üniversite bağlantısıyla nostaljik tramvayın müze istasyonunda bitmektedir. Güzergahın geçtiği mahalleler yoğunluklu olarak orta ve düşük gelir grubu, öğrenci nüfuslarını kapsamaktadır.

T3 Hattına ait durak bazlı yolculuk sayıları genel olarak düşüktür. Yolculuk sayılarının diğer duraklara göre daha fazla olduğu duraklar Sakarya Bulvarı ve Dumlupınar Bulvarı üzerinde bulunmaktadır. Yolcu sayılarının fazla olduğu bu bulvarlar üzerinde önemli kamusal ve ticari kullanımlar bulunmaktadır.

T3 hattında gerçekleşen yolculuk sayısı düşük düzeydedir. Bunda sefer sıklıklarının düşük olması etkenlerden biridir. Güzergahın önemli ulaşım terminalleri, konut bölgeleri, kent merkezi ve iş alanlarından geçmesi yolcu sayısının görece olarak yüksek olmasını sağlamakla beraber öngörülen yolcu sayısının çok gerisindedir. Antalya kentinde ulaşım ana planı mekansal planlama ile eşgüdümlü ve uyumlu hazırlanmıştır. Plan çalışması sonrasında arazi kullanım planlamasında koridor boyunca kısmi değişiklikler dışında yapısal değişiklik gerçekleşmemiştir. Buna karşın yolcu sayısı düşük gerçekleşmiştir. Bunun iki nedeni olabilir; birincisi nüfusun soyo ekonomik nitelikleri nedeniyle tramvay kullanımının tercih edilmemesi, ikincisi ise travay işletme (araç sayısının az olması, frekansın düşük olması) sorunları.

Antalya kenti tramvay hatlarının öngörülen yolcu sayıları verisine ulaşamadığı için, durak bazlı hata oranı hesaplanamamıştır. Büyükşehir Belediyesinden temin edilen gerçekleşen durak bazlı

yolcu sayılarından yolcu sayısı en düşük olan duraklar incelenmiştir. T3 Hattı yeni açılan bir hat olduğu için durak bazlı incelemeye dahil edilmemiştir. 2019 yılı yolcu sayıları üzerinden T1 hattının ilk etabından en düşük yolcu sayılı 3 durak, 2. Etabından 3 durak incelenmiştir

T1 Hattı 1. Etap; Kepezaltı, Ferrokrom ve Vakıf Çiftliği Durakları

Duraklarda sırasıyla günlük ortalama 826, 881 ve 700 yolcu sayısı gerçekleşmiştir. Durakların doğusunda konut alanları, batı kesiminde kısmen konut alanı, konut dışı çalışma alanları ve vakıf çiftliği bulunmaktadır.

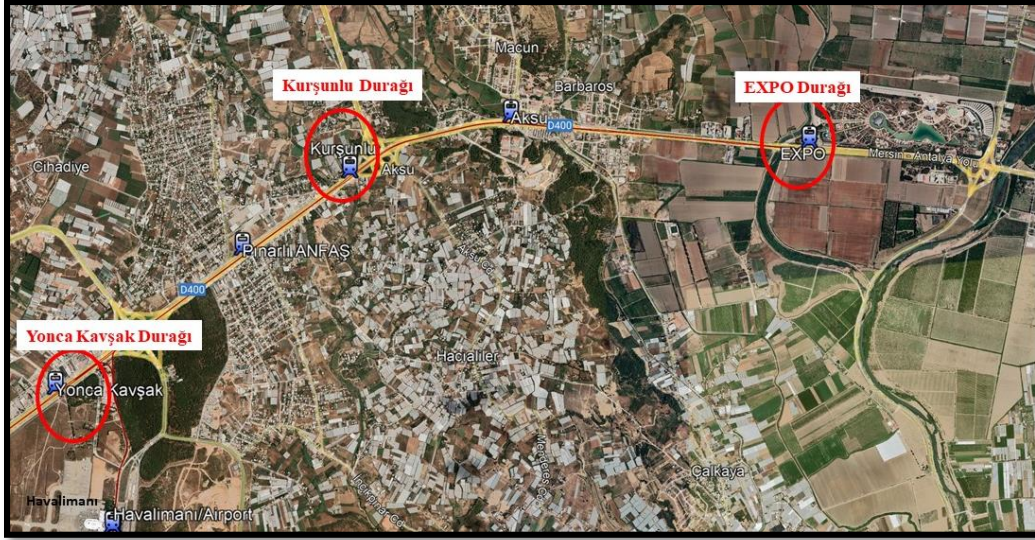


Şekil 4.42. Duraklar ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar

Kepezaltı ve Ferrokrom durakları yaya erişilebilirlikleri açısından da incelenmiştir. Özellikle batı kesiminde bulunan çalışma alanları yolcu potansiyeli kullanımlar olmasına rağmen, bu bölgeden duraklara yaya erişiminin kolaylaştıracak trafik düzenlemelerin yeterli oranda sağlanmadığı tespit edilmiştir. Bu durakların çevresinde kullanımlar ve durak erişilebilirliklerinin yeterli olmadığı için yolcu sayılarının düşük olduğu söylenebilir.

T1 Hattı 2. Etap; Yonca Kavşağı, Kurşunlu ve EXPO Durakları

2019 verilerine göre duraklarda sırasıyla günlük ortalama 149, 69 ve 202 yolculuk gerçekleşmiştir. Duraklar kentin doğu kesiminde yer alan sera bölgeleri ve düşük yoğunluktaki kırsal nitelikli konut alanlarında kalmaktadır. Çevresinde yolcu potansiyeli olacak bir nüfusun düşük olmasından dolayı duraktaki yolcu sayısının da düşük çıktığı söylenebilir.



Şekil 4.43. Duraklar ve Çevresinde Bulunan Fonksiyonlar

EXPO Fuar alanında ise düzenlenen etkinlikler dışında bölgede yolcu potansiyeli olan herhangi bir kullanım bulunmamaktadır. Duruğın yakın çevresinde yerleşim alanı da bulunmamaktadır. Bu durumlar yolcu sayısındaki düşüklüğün sebebi olarak tespit edilmiştir.

4.6. Tartışma ve Değerlendirme

Akça (2008), Demircan (2010), Topaloğlu (2017) ve Ayan (2018), diğer toplu taşıma sistemlerin raylı sistemle bütünleştirilerek işletilmesinin ve hattın yolcu potansiyeli yüksek bölgelere uzatılmasının yolcu sayısını arttıracaklarını savunmaktadır. Mackett ve Sutcliffe (2003) arazi kullanımındaki değişikliklerin, kentsel gelişmenin raylı sistem odaklı planlanmasının, diğer toplu taşıma sistemlerin entegre edilmesinin yolcu sayısını arttıracaklarını savunulmuştur.

Adana Hafif Raylı Sistem İçin Öneriler: Çalışma kapsamında; hedeflerindeki sapmaları en fazla olan Adana kenti raylı sistem hattı için yolcu sayısı artırma stratejileri değerlendirilmiştir. Durak çevrelerindeki bölgelerde arazi kullanımı ve yoğunluk değişiklikleri (düşük insan hareketi olan kullanımlar yerine yüksek olan kullanımlar) önerilerek kullanıcı potansiyeli artırılabilir. Duraklara erişilebilirliği engelleyen bariyerlerin azaltılması, erişilebilirliğin iyileştirilmesi (yaya geçidi, yaya yolu) yapılabilir. Hattın yolcu potansiyeli yüksek kullanımlara (hastane, üniversite, toplu konut, çalışan ve ziyaretçi sayısı yüksek kamu tesisleri) erişim sağlayacak biçimde uzatılabilir. Mevcut durumda bulunan kentsel dönüşüm alanlarının bazıları istasyon çevrelerinde bulunmaktadır. Geniş alan kapsayan dönüşüm projeleri yerine istasyon çevrelerinde arazi kullanımı ve yoğunluk değişiklikleri yapılarak kullanıcı potansiyelinin artırılması (düşük insan hareketi olan kullanımlar yerine yüksek olan kullanımlar) sağlanabilir. Duraklara yaya erişim zorluğu olan kesimlerde erişim kolaylığı için mekânsal düzenlemeler yapılabilir. Yeni yapılacak ulaşım terminallerinin hafif raylı sistem durakları çevresinde planlanabilir (otogar, hızlı tren garı, ilçe otogarı, belediye otobüs aktarma merkezi) hafif raylı sistem ile rekabet eden diğer toplu taşıma hatlarının iptal edilmesi ve hatta aktarma yapmaya uygun dikey yeni hatlar planlanabilir. Gar ile Vilayet istasyonu arasında yaya erişimini kolaylaştıracak yer altı veya yer üstü yaya yolu düzenlemesi yapılabilir. Gar ve vilayet istasyonu arasında yaya odaklı kentsel tasarım yapılarak kullanıcı talebi artırılabilir. İstasyona geçiş için önerilen yer altı (tüp yaya geçiş) sistemidir. Kullanıcı Talebinin artırılması amacıyla: Ticari kullanımlarla yaya geçiş sisteminin güçlendirilerek için yer altı (tüp yaya geçiş) sistemidir yapılabilir. Yüreğir ilçe otogarı ile akıncılar istasyonu arasında mevcut yaya erişimi sorunu vardır. Bu durumu kolaylaştırmak için Otogar çıkışından istasyona uygun yaya geçitleri ve üst geçit yapılabilir. Duraklara erişilebilirliği engelleyen bariyerlerin azaltılması, erişilebilirliğin iyileştirilmesi amacıyla kent merkezi çevresinde bulunan Kocavezir ve Hürriyet İstasyonlarına yaya yolu kentsel tasarım projesinin yapılması önerilmektedir.

Kayseri Tramvay Hattı İçin Öneriler: Tramvay hattı koridorunda özellikle Stadyum durağı ve Tuna durağı arasında arazi kullanım değişikliklerinin, yolcu sayısındaki artırıcı etkisi tespit edilmiştir. Hattın yolcu sayısının düşük olduğu duraklar ve çevresinde de mekânsal düzenlemeler yapılması önerilmektedir. İmar Planı kararlarında henüz yerleşim oluşmayan bölgelerde durak çevrelerinde plan revizyonları (konut ticaret, kamu tesisi, eğitim, sağlık, rekreasyon vd.) ile yolcu potansiyeli artırılabilir. Kentin doğusundaki toplu konut bölgesine hizmet veren otobüs/dolmuş hatları tramvay hattına entegre edebilmek, Toplu Taşıma Odaklı gelişim stratejileri geliştirilebilir. T2 hattı yolcu potansiyeli yüksek

kullanımlar olan, kentin kuzeyindeki havaalanı, üniversite gibi kullanımlara erişim sağlayacak biçimde uzatılabilir. Bunun için yapılabilmek için etütleri yapılması önerilmektedir.

Gaziantep Tramvay Hattı İçin Öneriler: Ana yollardan geçen güzergâhtaki duraklarda erişilebilirliği artıracak düzenlemeler yapılabilir. Planlarda koridor çevresinde genellikle yüksek yoğunluklu kullanımlar önerildiği için arazi kullanım ve mekânsal planlarda değişiklik önerilmemiştir. Koridordaki durak çevrelerine otopark, bisiklet park istasyonları önerisi artırılabilir.

Antalya Tramvay İçin Öneriler: T1 hattının doğu koridorunda yolcu potansiyel olan kentsel kullanım (hastane, üniversite vd.) önerisi getirilebilir. T3 hattının Kuzey koridoru boyunca yoğunluğu artıracak arazi kullanım değişiklikleri yapılabilir. Fatih durağı ve otogar durağı arasında kalan güzergâhta ve ana yollar üzerindeki diğer duraklarda, durak erişilebilirliği artıracak düzenlemeler yapılabilir.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı raylı sistemlerin planlamasında hedeflenen yolcu sayısına ulaşılamamasında fiziksel planlama kararlarının etkisini araştırılmıştır. İlk aşamada literatürdeki çalışmalarda yolcu sayısındaki sapmaya neden olan faktörler araştırılmıştır. İkinci aşamada Türkiye’de kapasite kullanım oranı ve hedeflenen yolcu sayısı gerçekleşme oranı en düşük sistemler tespit edilmiştir. Bunlar içinde yolcu gerçekleşme oranı en düşük olan Adana hafif raylı sistemi, orta düzeyde olan Kayseri, Gaziantep ve Antalya tramvay sistemleri incelenmiştir. İncelenen örneklerde Ulaşım Ana Planı ve Fizibilite Raporlarında öngörülen kentsel gelişim, nüfus, yolculuk, maliyet, gelir tahminleri gerçekleşme verileri detaylı olarak karşılaştırılması ve sorun kaynaklarının tespit edilmiştir. Değerlendirmeler sonunda raylı sistemlerin kapasite kullanım oranı ve talep gerçekleşme oranını artırmaya yönelik öneriler sunulmuştur.

Ulaşım planlaması ve arazi kullanım ilişkisinde en önemli faktörün erişilebilirlik olduğu görülmektedir. Kentte var olan arazi kullanım ve yolcu gereksinimlerine göre yeni ulaşım yatırımları planlanır. Yeni ulaşım bağlantılarıyla kent içi ve hareketlilik artar ve böylece arazi kullanım ve kentsel form değişkenlik göstermeye başlayarak birbirini besleyen bir döngüde devam eder. Literatürde genellikle bu döngüden bahsedilir. Raylı sistem projeleri kent içi erişilebilirlik ve talebi artırma potansiyeline sahip büyük maliyetli yatırımlardır. Ulaşım ana planlarında ve ulaşım etüt çalışmalarında yer alan raylı sistem projeleri için uzun vadede bu potansiyeller doğrultusunda hedefler belirlenir. Raylı sistemlerde belirlenen bu hedefler genellikle yüksek yolcu beklentisini içermektedir. Hedeflerin sapmasındaki etkili faktörler geniş bir yelpazede yer almaktadır: politika değişiklikleri, modelleme hataları, yüksek yolcu beklentisi ve yüksek tahmin edilen diğer girdiler, toplu taşıma entegrasyonunu planlanmaması, arazi kullanım kararlarındaki değişiklikler olarak sıralanabilir. Bu çalışma incelenen dört kentte özellikle mekânsal planlamanın etkilerini araştırmıştır.

Çalışma kapsamında hangi faktörlerin tahminlerde yanılmaya neden olduğunu saptamak için önce-sonra (ex-post) analizi yapılmıştır. Raylı sistem projesinin dayanağını oluşturan Ulaşım Ana Planları ve Fizibilite Çalışmaları kapsamında öngörülen değerler ile gerçekleşen durum karşılaştırılmış ve sapmalar tespit edilmiştir. Adana hafif raylı sistem ve Kayseri tramvayı için durak detayında öngörülen ve gerçekleşen yolcu verileri elde edilmiştir. İlgili sistemler için öngörülen ile gerçekleşen yolcu sayısı arasındaki hata oranı, kök ortalama karesel hata ve normalleştirilmiş kök karesel hata hesaplanmıştır.

İncelenen dört kentte mekânsal plan kararlarının raylı sistem yolcu sayısını iki düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Birincisi makro düzeyde kentin gelişme alanı ve biçiminin ve arazi kullanımının değişmesi, ikincisi ise mikro düzeyde raylı sistem koridoru ve durakları çevresindeki alanı kapsayan mekânsal plan kararları ile arazi kullanımı, nüfus yoğunluğu, çalışma alanları ve eğitim, sağlık ve diğer kamu hizmetlerinin konum, büyüklük ve niteliklerinin değişmesi şeklinde yansımaktadır. Makro düzeydeki değişimler kentte sınırlı bir alanda öngörülen mekânsal gelişimin plan kararları ile daha geniş bir çevreye yayılmasıdır. Raylı sistem projelerinde esas alınan ilgili dönemdeki plan kararları

sonrasında onaylanan yeni planlar ile ek gelişme alanları öngörülmesi nedeniyle raylı sistem koridoru çevresinde yaşayacak nüfus ve çalışma ve hizmet alanı potansiyel kullanıcı sayısının alternatif yeni alanlara yönelmesi ve yolcu sayısının öngörülen düzeyden daha düşük gerçekleşme sorunu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, ulaşım etüt çalışmaları ve imar plan çalışmaları sürecinin birbirini destekleyerek ilerlemediği tespit edilmiştir. Özellikle raylı sistem güzergah seçiminde arazi kullanımı ve planlama kararlarının önemi ortaya çıkmaktadır. Mikro düzeydeki plan kararları ise raylı sistem duraklarına yaya erişim mesafesindeki potansiyel yolcu sayısında sapmalara neden olmaktadır. Bu sapmalar kente ve hattın üzerindeki duraklara göre belirgin değişiklikler göstermekle beraber çoğunlukla duraklar için tahmin edilen yolcu sayısının çok gerisinde kalmaktadır.

İncelenen dört kentte raylı sistem koridoru ve duraklar çevresinde imar planlarında öngörülen nüfus, çalışan sayısı, öğrenci sayısı düzeylerine ulaşılmadığı tespit edilmiştir. Bunun üç temel nedeni bulunmaktadır. Birincisi planda öngörülen arazi kullanımı tam anlamıyla gerçekleşmemiş, plan değişiklikleri ya da plandan farklı kullanımlar nedeniyle nüfus, işgücü ve öğrenci sayıları ulaşım ana planı ve raylı sistem fizibilite etütlerindeki öngörülerden saptmıştır. İkincisi planda konut alanları için öngörülen yoğunluktan daha düşük nüfus yaşamaktadır. Bu sorunun nüfus başına öngörülen birim konut alanı ve hane halkı büyüklüğündeki saptmadan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Üçüncüsü koridorların kentsel gelişme alanlarına denk gelen kesimlerinde fiziki gerçekleşme henüz öngörülen düzeylere ulaşmamıştır. Bu sapmaların düzeyleri açısından incelenen dört kent arasında farklılıklar olduğu gibi her bir kentte raylı sistem durakları çevresindeki plan kararları ile gerçekleşen arazi kullanımı, demografik değişkenler, yol ağı ve mekânsal yapı arasında da belirgin farklılıklar tespit edilmiştir.

Adana ve Kayseri kentlerinde yapılan araştırmada raylı sistemlerinin öngörülerine ulaşamamasında en önemli nedenin kentlerin mekânsal yapısındaki değişimlerin etkili olduğu, dolayısıyla Fiziksel plan öngörülerini, kararları ve zaman içindeki değişikliklerin neden olduğu tespit edilmiştir. Ulaşım planlarında nüfus, işgücü, toplu taşıma kullanım oranı, yolcu sayısı tahminleri ile gerçekleşme arasında büyük sapmalar olduğu tespit edilmiştir. Kayseri kentinde yanılma dereceleri daha düşüktür. Öne çıkan diğer önemli bir neden ise raylı sistemler ile diğer toplu taşıma sistemlerinin güzergâhlarının ulaşım planlarına uygun olmayan biçimde işletilmesidir (özellikle korunan minibüs hatları ve artan özel servis araçları). Özellikle, ulaşım ana planı ve onaylı imar planı kararlarının öngörüldüğü şekilde gerçekleşmeyen en belirgin kent Adana'dır. Adana kentinde bunlara paralel olarak ulaşım model girdilerindeki rakamlarında yüksek öngörüldüğü tespit edilmiştir. Proje süreci boyunca da kentin mekânsal değişimine göre herhangi bir revizyon/ulaşım etüdü yapılmamıştır. Dolayısıyla 1992 yılında belirlenen güzergah, Adana kentinin mekânsal değişimlerine rağmen aynı kalmıştır.

Kayseri kenti için 2000 yılında hazırlanan ulaşım ana planı çalışmalarında öngörülecek yolcu taleplerini etkileyen nüfus projeksiyonları onaylı imar planlarına göre hesaplanmamıştır. Raylı sistemi konu alan ulaşım etüt çalışmaları 2009 yılında revize edilmiştir. Tramvay hattı uzatılmış ve yolcu

öngörülerini 2000 yılına göre düşürülmüştür. Dolayısıyla faalde olan hattın proje süreci kentsel mekandaki değişime ve gelişim potansiyelleri daha dikkate alınarak Adana'dan farklı ilerlemiştir.

Antalya ve Gaziantep kentlerinde tramvay hatlarının hayata geçirilme süreçleri ise idari, teknik vb. sebeplerden dolayı ulaşım etüt revizyonları ya da değişikliklerine uğramıştır. Gaziantep kentindeki tramvay güzergâhı kentin önemli yolcu potansiyeli olan bölgelerinden geçmektedir. Kuzey-Güney eksenli çalışan güzergâhta nüfus yoğunluğu yüksek mahalleler vardır. Antalya kentinde ise faalde olan hatlardan Fatih-Meydan güzergâhındaki istasyonlarda yolcu sayısı daha fazladır.

İncelenen kentlerde tespit edilen sorun kaynakları için literatürden faydalanılmıştır. Bu çalışma kapsamında literatürden faydalanılan faktörlere ek olarak yeni sorun kaynakları da tespit edilmiştir. Raylı sistem hatlarının istasyonları arası mesafenin yolcu sayısını etkilediği tespit edilmiştir. Belirlenen güzergâhlarda ve istasyon çevrelerinde yolcu talebini artırmaya yönelik planlamalara/stratejilere rastlanılmamıştır. Dolayısıyla güzergâh ve istasyon çevresinin planlamasında olan hatalar da raylı sistemlerin hedeflerine ulaşmasındaki önemli bir faktör olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada fiziksel planlama kararlarının, ulaşım planları ve fizibilite raporlarında öngörülen hedeflere ulaşma düzeyini dört şekilde etkilediği tespit edilmiştir:

1-Adana, Gaziantep ve Kayseri kentlerinde kentin makro formunu değiştirecek kararlar (kentin gelişme yönü, nüfusun ve çalışma alanlarının mekânsal dağılımı) alınmıştır. Bu yöndeki kararlar raylı sistem koridorunda öngörülen nüfus, çalışan sayısı, öğrenci sayısı, koridor çevresinde yaşayan nüfusun sosyo-ekonomik profili ve ulaşım davranışlarını etkilediği tespit edilmiştir. Adana kentinde yolcu sayısını azaltıcı, Kayseri kentinde ise arttırıcı etki yaptığı tespit edilmiştir. Gaziantep kentinde ise hem tramvay güzergâhındaki değişiklik hem de kent makroformundaki değişiklik nedeniyle yolcu sayısı öngörüsü ve gerçekleşme arasında detaylı analiz yapılamamıştır.

2-Kayseri kentinde tramvay koridoru boyunca arazi kullanımındaki değişiklikler (konut ticaret, kamu tesisi, eğitim, sağlık, rekreasyon vd.) iş, okul ve diğer amaçlı yolculuk sayısını arttırıcı etkiye neden olmuştur. Antalya, Adana ve Gaziantep kentlerinde belirgin bir etki tespit edilememiştir.

3-İncelenen dört kentte raylı sistem koridoru boyunca artan erişilebilirlik nedeniyle koridor çevresindeki nüfus, çalışan sayısı, öğrenci sayısı ve yolculuk talebinde kısmi artışlar gözlenmiştir. Bu artışlar izleyen yıllarda yolcu sayısında artışa neden olsa da yüksek düzeyde değildir.

4-Her dört kentte raylı sistem duraklarına erişimi etkileyen cadde ve sokak dokusunun geometrisi ve yol genişliklerinde değişiklik tespit edilmemiştir. Mevcut yapı çevreinde bu yönde değişikliklerin çok kısıtlı olması nedeniyle erişimi arttırıcı düzenlemeler yapılamadığı anlaşılmaktadır. Ancak özellikle Adana hafif raylı sistem duraklarına erişim zorluğu tespit edilmiştir ve bu yönde düzenlemelere ihtiyaç bulunmaktadır. Kayseri ve Gaziantep kentlerinde ise tramvayların güzergâhları yeni gelişme alanları yönünde uzatılmıştır ve planlarda erişimi kolaylaştırıcı yol geometrisi düzenlendiği tespit edilmiştir. Antalya tramvay duraklarına erişimde kent içi birinci derece yollar ve kavşaklar dışında erişimi kısıtlayan önemli engeller bulunmamaktadır.

Elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrultusunda; yolcu sayısına ulaşma oranı ve kapasite kullanım oranı düşük raylı sistemler için yolcu sayısı artırma stratejileri geliştirilebilir. Hizmet veren ya da hizmet vermesi hedeflenen raylı sistem projelerinin fiziksel planlama ve kentsel arazi kullanımıyla daha entegre/detaylı planlanması önerilmektedir. En önemli kaynaklarından biri olan arazi kullanım planlaması aynı zamanda yolculuk sayısının artırılması için de etkili bir araç olarak kullanılabilir. Kentlerde sosyal ekonomik ve fiziksel yapı ile insan faaliyetleri ve bunlara bağlı olarak mekânsal talepler değişebilir ki bu nedenle fiziksel planlarda sıklıkla kapsamlı revizyonlar ve yerel değişiklikler yapılabilmektedir. Bu değişikliklerin kamusal yarar gözetilerek yapılması beklenir. Raylı sistemi bulunan kentlerde plan revizyonları ile sağlanabilecek en önemli kamusal yararlarından biri de yüksek maliyetlerle yapılan ve işletilen raylı sistemlerin kullanımı arttıracak (yolcu sayısının artırılmasına yönelik) mekânsal düzenlemelerdir. Toplu taşıma odaklı tasarım yaklaşımı bu yönde hangi planlama ve tasarım çözümlerinin etkili olabileceğini sunmaktadır.

Ulaşım ana planı ve fizibilite etütleri hazırlanırken yandan yerel koşullar, yolcu davranışlarının da detaylı incelenmesi önerilmektedir. Ulaşım ana planları hazırlanırken modellemenin en önemli altıklarından olan fiziksel planlama kararları ve nüfus tahmini önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmaların entegre ve detaylı yapılması oldukça önemlidir. Ulaşım ana planlarının fiziksel planlama kararları ile uyuşması ve bütünlük içinde hazırlanması sistemin başarısı için kritik önem taşımaktadır. Dolayısıyla raylı sistem projelerinin hazırlandıkları dönemde var olan planlama kararları ile ne düzeyde uyumlu hazırlandığının irdelenmesi; yolcu sayısı düşük olan raylı sistemlerin yolcu sayısı hedefine ulaşması için alınacak kararlar ve yapılacak düzenlemelere katkısı olacaktır. Fiziksel planlarda hedeflenen nüfus projeksiyonları genellikle yüksek değerler içerir. Kentlerin gelecekteki mekânsal yayılımlarına göre belirlenen bu projeksiyonların, ulaşım ana planlarına nazaran daha uzun vadede gerçekleşme ihtimali vardır. Ulaşım ana plan kararlarının önemli bir çıktısı olan raylı sistem projelerinin model girdilerin gerçekçi rakamlarla hesaplanabilir. Yanılma sorununun en önemli kaynaklarından biri olan arazi kullanım planlaması ve toplu taşıma odaklı tasarım önerileri yolculuk sayısının artırılması için de etkili bir araç olarak kullanılabilir.

Geleceğe yönelik raylı sistemler için ulaşım ana planı ve fizibilite etütleri hazırlanırken yandan yerel koşullar, yolcu davranışlarının da detaylı incelenmesi uygulanması durumunda yanılma olasılıkları ve düzeyleri azaltılabilir. Çalışma kapsamında sunulan literatür örnekleri, tespitlerin ve stratejilerin; planlanan raylı sistem projelerinin hazırlanma ve uygulanma süreçlerinde dikkate alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Dergide yayımlanmış makale

Babalık-Sutcliffe E. (2002) Urban Rail Systems: Analysis Of The Factors Behind Success, *Transport Reviews*, 22:4, 415-447, Doi: 10.1080/01441640210124875

Babalık-Sutcliffe E. (2016) Urban Rail Operators İn Turkey: Organisational Reform İn Transit Service Provision And The İmpact On Planning, Operation And System Performance, *Journal Of Transport Geography*, 54, 464-475

Bakır, N.Y. (2011). Raylı Sistem Projelerinin Kentsel Mekâna Etkisi: Kayseri Kenti Üzerinden Değerlendirmeler. *Mimarlar* 3(7), 33-37.

Cervero, R. (2007). Transit-Oriented Development's Ridership Bonus: A Product Of Self-Selection And Public Policies, *Environment And Planning*, 39, 2068-2085

Demirdağ, G. E.(2020), Raylı Sistemlerin Mekansal Etkileri: İzmir Metrosu Örneği, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Flyvbjerg, B. (2007). Policy And Planning For Large-İnfrastructure Projects: Problems, Causes, Cures. *Environment And Planning B: Planning And Design*, 34(4), 578-597.

Flyvbjerg, B. (2008). Curbing Optimism Bias And Strategic Misrepresentation İn Planning: Reference Class Forecasting İn Practice. *European Planning Studies*, 16(1), 3-21.

Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. K., Buhl, S. L. (2003). How Common And How Large Are Cost Overruns İn Transport İnfrastructure Projects?. *Transport Reviews*, 23(1), 71-88.

Flyvbjerg, B., Holm, M. S., Buhl, S. (2002). Underestimating Costs İn Public Works Projects: Error Or Lie?. *Journal Of The American Planning Association*, 68(3), 279-295.

Guerra, E., Cervero, R., Tischler, D. (2012). Half-Mile Circle: Does İt Best Represent Transit Station Catchments?. *Transportation Research Record*, 2276(1), 101-109.

Kim, H., Nam, J. (2013). The Size Of The Station İnffluence Area İn Seoul, Korea: Based On The Survey Of Users Of Seven Stations. *International Journal Of Urban Sciences*, 17(3), 331-349.

Kocatürk, F., Bölen, F. (2005). Kayseri'de Konut Alanı Yer Seçimi Ve Hanehalkı Hareketliliği. *İtüdergisi/A*, 4(2), 17-24.

Liu, C., Erdogan, S., Ma, T., Ducca, F. W. (2014). How To İncrease Rail Ridership İn Maryland? Direct Ridership Models (Drm) For Policy Guidance. *Journal Of Urban Planning And Development*, 142(4), 1-10.

Mackett, R. L., Edwards, M. (1998). The İmpact Of New Urban Public Transport Systems: Will The Expectations Be Met?. *Transportation Research Part A: Policy And Practice*, 32(4), 231-245.

Mackett, R., Sutcliffe, E. B. (2003). New Urban Rail Systems: A Policy-Based Technique To Make Them More Successful. *Journal Of Transport Geography*, 11(2), 151-164.

Mackie, P., & Preston, J. (1998). Twenty-One Sources Of Error And Bias İn Transport Project Appraisal. *Transport Policy*, 5(1), 1-7.

Manavoğlu, E. (2009). Antalya Kenti'nin Geçmişten Günümüze Mekansal Gelişimi Ve Planlama Çalışmalarının Değerlendirilmesi. Planlama, 2009/2, 19-30

Masoumi M., Öcalır-Akünel E.V.(2018) Türkiye'deki Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemlerinin Performanslarının Veri Zarflama Analizi İle Karşılaştırılması, Politeknik Dergisi, 21(4): 971-975

Önder H., Akdemir F. (2019) Türkiye'deki Kentiçi Raylı Toplu Taşıma Sistemlerinin Ulaşım Ana Planları Bağlamında Değerlendirilmesi, Demiryolu Mühendisliği, 10, 31-45

Özbay K. (2018). Ulaşım Ve Kentsel Mekân İlişkisi, Kent Akademisi, (33), 3: 367-373

Ramjerdi, F., Fearnley, N. (2014). Risk And İrreversibility Of Transport Interventions. Transportation Research Part A: Policy And Practice, 60, 31-39.

Saraji G., Berawi M. ,(2020) Optimizing Land Use Allocation Of Transit-Oriented Development (Tod) To Generate Maximum Ridership, Sustainability, 12, 3798; Doi:10.3390/Su12093798

Yenice, M. S., Yenice, T. K. (2018). Gaziantep Kenti Planlama Deneyimleri Üzerine Bir Süreç Değerlendirmesi. Gaziantep University Journal Of Social Sciences, 17(2), 552-562.

Zorlu, F., Söğüt, İ. (2019). Türkiye'de 1980 Sonrası Dönemde Kentsel Planlama Pratiğinin Dönüşümü: Adana Örneği. İdealkent, 10(28), 1158-1183.

Wachs, M. (1987). Forecasts İn Urban Transportation Planning: Uses, Methods, And Dilemmas. Climatic Change, 11(1-2), 61-80.

Kitap

Boarnet, M. G., Crane, R. (2001). Travel By Design: The İnfluence Of Urban Form On Travel. New York: Oxford University Press.

Rapor

Adana Büyükşehir Belediyesi (1992), Hafif Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Kavramsal Tasarım Raporu PBMI Müşavir Mühendislik A.Ş. ve Parsons Brinckerhoff İnt. Inc. Konsorsiyumu.

Adana Büyükşehir Belediyesi (2006-2019) Faaliyet Raporları

Antalya Büyükşehir Belediyesi 2019 Faaliyet Raporu

Antalya Büyükşehir Belediyesi, (2016) Ulaşım Ana Planı Final Raporu, Boğaziçi Mühendislik

Antalya Büyükşehir Belediyesi, (1999) Ulaşım Planlaması Güncelleştirme Raporu 1999-2020, Boğaziçi Üniversitesi Yapı Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi.

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, (2017) Ulaşım Ana Planı Final Raporu, Boğaziçi Mühendislik

Henry, L. (1989). Ridership forecasting considerations in comparisons of light rail and motor bus modes. Transportation Research Board, Special Report, 221.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu

İzmir Büyükşehir Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu

Kayseri Büyükşehir Belediyesi (2001) Ulaşım Etüdü Final Raporu.

Kayseri Büyükşehir Belediyesi (2009) Kayseri Ulaşım Ana Planı.

Kayseri Büyükşehir Belediyesi (2018), Faaliyet Raporu

Konya Büyükşehir Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu

Pickrell, D. H. (1989). Urban Rail Transit Projects: Forecast Versus Actual Ridership And Costs. Final Report (No. UMTA-MA-08-9021-89-1). United States. Urban Mass Transportation Administration.

Pickrell, D. H. 1990. Urban Rail Transit Projects: Forecast Versus Actual Ridership And Cost, Washington, DC: U.S. Department Of Transportation

Samsun Büyükşehir Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu

Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü (1997-2004) Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım Etüdü ve Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Fikir Projesi Raporları, TÜSTAŞ Sınai Tesisler A.Ş./Schlegel-Dr.Ing. Spiekermann GmbH & Co Consulting Engineers Ortak Girişimi.

Walmsley, D. A., Perrett, K. E. (1992). The Effects Of Rapid Transit On Public Transport And Urban Development (No. 6).

Tez

Akça H. (2018). İstanbul'daki bazı raylı sistem hatlarının öngörülen ile gerçekleşen yolcu sayıları, inşaat ve işletme maliyetlerinin değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Alaylı, B. (2006). Land use optimization for improved transportation system performance, case study : Ankara, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Cinel F. (2010). Kayseri'deki Raylı Sistem Planlaması ve Uygulama Süreçlerinin İrdelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Çevik S. (2017), Raylı sistem hatlarının nüfus artışına ve hatta yapılan değişikliklere bağlı olarak yolcu sayılarının değişiminin incelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Demircan K. (2010), Kentiçi raylı sistem hatlarının yolcu öngörülerindeki güvenilirliğin irdelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Nicolaisen, M. S. (2012). Forecasts: Fact or Fiction? Uncertainty and Inaccuracy in Transport Project Evaluation, Department of Development and Planning, Aalborg University, Aalborg.

Özalp M.(2007) Türkiye'de Kentsel Ulaşım Planlaması Çalışmalarında Benimsenen Yaklaşımlar; Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özgür Ö. (2009), An analysis of rail transit investments in Turkey: Are the expectations met? Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Topaloğlu H.M. (2017), 2004-2023 İstanbul Büyükşehir Belediyesi ulaştırma yatırımlarının İstanbul'a etkileri (Raylı sistemler-Hacıosman örneği), Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.

Web sitesi

Adana Büyükşehir Belediyesi Otobüs hizmetleri sistemi, Otobüs güzergahları, 18 Eylül 2019 tarihinde www.adana.bel.tr adresinden erişildi.

Adana kenti imar plan bilgilerine <https://keos.seyhan.bel.tr/> adresinden ilk 21 Eylül 2022 tarihinde erişildi.

Arsa ve konut fiyatları, 18 Ağustos 2019 ve 10 Ekim 2021 tarihlerinde www.endeksa.com adresinden erişildi.

Arsa ve konut fiyatları, 18 Ağustos 2019 10 Ekim 2021 tarihlerinde www.sahibinden.com adresinden erişildi.

Kayseri Büyükşehir Belediyesi Raylı sistem hizmetleri sistemi, Raylı sistem güzergah ve bilgileri, 12 Aralık 2020 tarihinde www.kayseri.bel.tr/rayli-sistem-sube-mudurlugu adresinden erişildi.

Kayseri kenti imar plan bilgilerine <https://cbs.kayseri.bel.tr/> adresinden ilk 15 Eylül 2022 tarihinde erişildi.

Litman, T. (2005), Evaluating Transportation Land Use Impacts, Victoria Transport Policy Institute, 27 Haziran 2022 tarihinde <http://www.vtpi.org/landuse.pdf> adresinden erişildi.

Litman, T., Steele, R.(2022). Evaluating Transportation Land Use Impacts, 27 Haziran 2022 tarihinde <https://www.vtpi.org/landtravel.pdf> adresinden erişildi.

TUİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, Yerleşim Yeri Nüfusları 2010-2018 nüfusları, 20 Eylül 2019 tarihinde www.tuik.gov.tr adresinden erişildi.

TUİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, Yerleşim Yeri Nüfusları 2018-2021 nüfuslarına 13 Mart 2022 tarihinde www.tuik.gov.tr adresinden erişildi.