

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

**AKILLI KART VERİSİYLE KONUT KULLANIMININ
YOLCULUK ÜRETİM ORANININ ÖLÇÜMÜ**

DOKTORA TEZİ

Pelin TATLI

**MART 2025
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

AKILLI KART VERİSİYLE KONUT KULLANIMININ
YOLCULUK ÜRETİM ORANININ ÖLÇÜMÜ

Pelin TATLI

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 / 02 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 21 / 03 / 2025

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Hüseyin ERKAN
ORCID : - - -

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

Tez danışmanlığımı üstlenerek bana rehberlik eden, hiçbir konuda ilgisini ve desteğini esirgmeden çalışma sürecim boyunca bilgisi ve deneyimiyle ufkumu genişleten, danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Hüseyin ERKAN'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Değerli görüşleri ile tezime büyük katkıları bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Ersin TÜRK ve Prof. Dr. M.Vefa AKPINAR'a teşekkür ederim.

Doktora eğitimimde, özel öğrenci olarak Dokuz Eylül Üniversitesi'nde ders aldığım süreçte çalışmalarımı takdir ederek, bundan sonraki akademik çalışmalarım için beni cesaretlendiren ve mesleğimi doğup büyüdüğüm şehir olan İzmir'de devam ettirebilmem için öncü olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Uğur ELİİYİ'ye teşekkür ederim.

Çalışma sürecimde bana olan inançlarıyla motivasyonumu hep yüksek tutan ESHOT Genel Müdürlüğü Ulaşım Planlama Şube Müdürlüğü çalışanı dostlarıma, süreçte veri temini hususunda destek olan ESHOT Genel Müdürlüğü yönetimine teşekkür ederim.

Akademik çalışma hayatımızda birbirimizi her daim desteklediğimiz, varlığıyla her zaman bana güç veren Yasemin ŞENTÜRK'e teşekkür ederim.

Kurumlar arası geçiş yaparak İzmir'e gelişimi daha anlamlı kılan, çıktığım bu yolun en önemli aşamasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen müstakbel eşim Çağdaş KIZILENİŞ'e varlığı için teşekkür ederim.

Son olarak, bugünlere gelmemde büyük fedakarlık gösteren, her zaman fikirlerimi destekleyen, yaşadığı ciddi sağlık problemlerine rağmen doktora tezimi bitirebilmem için beni cesaretlendiren değerli anneme teşekkür borçluyum.

Bu tez çalışmasının, bundan sonraki çalışmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Pelin TATLI

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Akıllı Kart Verisiyle Konut Kullanımının Yolculuk Üretim Oranının Ölçümü” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Hüseyin ERKAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 21/03/2025

Pelin TATLI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Araştırma Problemi ve Araştırmanın Amacı.....	3
1.2. Araştırma Hipotezi ve Araştırmanın Önemi	5
1.3. Yolculuk Üretim Hesaplamalarına İlişkin Geliştirilmiş Yöntemler.....	6
1.3.1. Ulaşım Planlama Çalışmalarında Kullanılan Geleneksel Yöntemler.....	7
1.3.2. Türkiye’de Hazırlanan Ulaşım Ana Planlarında Yolculuk Üretim Hesaplamaları	14
1.3.3. Arazi Kullanım Türü Özelinde Yolculuk Üretim Hesaplamalarında Kullanılan Yöntemler.....	15
1.4. Ulaşıma İlişkin Çalışmalarda ve Yolculuk Üretim Hesaplamalarında Kullanılan Farklı Veri Setleri.....	22
1.4.1. Hanehalkı Yolculuk Anketleri.....	23
1.4.2. Cep Telefonu Sinyalleri.....	25
1.4.3. Toplu Taşıma Akıllı Kart Verisi	26
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	28
2.1. Metodoloji	28
2.2. Araştırmanın Yürütüleceği Kent ve Kentteki Toplu Taşıma Hizmeti	30
2.2.1. Araştırmanın Yürütüleceği Kentin Seçimi	30
2.2.2. İzmir Metropolitan Kentindeki Toplu Taşıma Hizmetinin Tarihçesi ve Mevcut Durumu	32
2.3. İzmir Metropolitan Kentinde Toplu Taşımayla Yapılan Yolculuk Bilgileri	38
2.4. Çalışmada Kullanılan Veriler ve Toplu Taşıma Akıllı Kart Verisinin İçeriği.....	42
2.5. Konut Kullanımı İçin Örnek Alan Seçim Kriterleri.....	45

2.5.1. Türkiye Planlama Mevzuatında Konut Kullanımı	46
2.5.2. Uluslararası Yolculuk Üretim Modellemesi Çalışmalarında Örnek Alan Seçim Kriterleri.....	49
2.5.3. Çalışma İçin Belirlenen Örnek Alan Seçim Kriterleri	50
2.6. İzmir Metropolitan Kentinde Örnek Alanların Seçimi	52
2.6.1. Örnek Alan 1	54
2.6.2. Örnek Alan 2	55
2.6.3. Örnek Alan 3 ve Örnek Alan 4.....	55
2.6.4. Örnek Alan 5 ve Örnek Alan 6.....	56
2.6.5. Örnek Alan 7 ve Örnek Alan 8.....	57
2.6.6. Örnek Alan 9 ve Örnek Alan 10.....	58
2.6.7. Örnek Alan 11, Örnek Alan 12 ve Örnek Alan 13	59
2.6.8. Örnek Alan 14	59
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	61
3.1. Örnek Alanlardaki Yolcu Biniş Sayılarının Analizi.....	61
3.2. Örnek Alanlardaki Yolculuk Üretim Oranlarının Hesaplanması	63
3.3. Değerlendirme Parametreleri	66
3.3.1. Mekansal Parametreler	67
3.3.2. Toplu Taşıma Hizmeti Özelliklerine Göre Belirlenen Değerlendirme Parametreleri	69
3.4. Yolculuk Üretim Oranı ile Değerlendirme Parametreleri Arasındaki İlişki	71
3.4.1. Mekansal Parametreler ile Yolculuk Üretim Oranı Arasındaki İlişki	72
3.4.2. Toplu Taşıma Hizmeti Özellikleri ile Yolculuk Üretim Oranı Arasındaki İlişki	73
3.4.3. Yolculuk Üretim Oranının Düzeyine Göre Genel Değerlendirme.....	74
4. SONUÇLAR.....	78
5. ÖNERİLER	85
6. KAYNAKLAR.....	88
7. EKLER	95
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

AKILLI KART VERİSİYLE KONUT KULLANIMININ YOLCULUK ÜRETİM ORANININ ÖLÇÜMÜ

Pelin TATLI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Hüseyin ERKAN
2025, 93 Sayfa, 3 Sayfa Ek

Geleneksel dört aşamalı ulaşım planlama çalışmalarının, ilk aşaması olan yolculuk üretimi, kent içi hareketliliğin anlaşılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel yöntemlerde kentler trafik analiz bölgelerine ayrılarak, anketler aracılığıyla bölgeler arası yolculuk miktarları belirlenir. Araştırmada ise kent/yerleşim içindeki bir bölgenin yolculuk üretimine değil, arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretimine odaklanılmıştır. Uluslararası uygulamalarda arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim hesaplamalarının yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Araştırmada, Türkiye kentleri için arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim oranlarının hesaplamalarını içeren çalışmaların eksikliği temel problem; ulaşım ile ilişkili çalışmalarda uzun süreçli ve yüksek maliyetli yolculuk anketlerinden veri temin edilmesi de alt problem olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda, kentsel yerleşik alan içinde geniş yüz ölçümüne sahip olan ve düzenli yolculukların başlangıç veya bitiş noktasında bulunan konut kullanımının yolculuk üretim oranının ölçümü amaçlanmıştır. Yolculuk bilgileri için veri kaynağı olarak toplu taşıma akıllı kartı tercih edilmiştir. Kullanılan veri türü ve literatürden gelen kısıtlar çerçevesinde İzmir metropoliten kentinde örnek alanlar seçilmiştir. 2023 yılı Nisan ve Ekim aylarından birer hafta belirlenerek, seçilen örnek alanlardaki sabah zirve saat aralığında gerçekleşen yolculuklar tespit edilmiş ve devamında bir konut biriminin sabah zirve saatte ürettiği yolculuk üretimi ölçülmüştür. Elde edilen katsayılar, her bir örnek alana ait toplu taşıma yolculuk üretim oranını temsil etmekte olup; örnek alanların mekansal özellikleri ve toplu taşıma hizmetinin mevcut durumuna göre oluşturulan parametrelerle ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, akıllı kart verisinin kullanılabilirliği teyit edilmiş; ancak sosyo-ekonomik verilerin de veri setine entegre edilmesiyle daha kapsamlı sonuçlar elde edilebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yolculuk üretim oranı, Toplu taşıma akıllı kart verisi, Konut kullanımı

Phd Thesis

SUMMARY

MEASURING THE TRIP GENERATION RATE OF RESIDENTIAL USE WITH SMART CARD DATA

Pelin TATLI

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
City and Regional Planning Graduate Program
Supervisor: Assistant Prof. Gökhan Hüseyin ERKAN
2025, 93 Pages, 3 Pages Appendix

The trip generation step of traditional four-step transportation planning model is the first and the most important phase of transportation-related studies. In this step, the city/settlement is divided into traffic analysis zones and inter-regional trip generation is calculated with the information obtained from the travel surveys. This research focused not on the trip generation of a region, but on the trip generation of a land use type. In international practices, there are studies in which land use types are categorized and calculations of trip generation rates are made for each category. In the research, the main problem was the lack of studies that included calculations of trip generation rates for land use types in Turkey and the sub-problem was the use of long-term and high-cost travel surveys as a data source. It is aimed to measure the trip generation rate of residential use that have a large surface area within the urban built-up area and are located at the origin or destination point of regular trips. The public transport smart card was chosen as the data source. Sample areas were selected in the metropolitan city of Izmir. The morning peak hour trips of the selected sample areas during the specified weeks were calculated, and the public transport trip generation rates were measured. Evaluation parameters were determined according to the spatial characteristics of the areas and the current status of public transportation service. The correlation between the obtained rates and the parameters was analyzed. As a result, it was determined that the smart card could be used as a data source, but a more efficient evaluation would be made with information on the socio-economic structure.

Key Words: Trip generation rate, Public transport smart card data, Residential use

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Araştırma tasarımı	29
Şekil 2. İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma hizmetinin tarihçesi.....	33
Şekil 3. İzmir İli'ndeki ilçeler ve merkez-çevre kent sınırları.....	34
Şekil 4. İzmir metropoliten kentindeki toplu taşıma ağının mevcut durumu	36
Şekil 5. İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma ağı tasarımı.....	37
Şekil 6. Hafta içi günlerde yolcu binişlerinin türel dağılım oranları	40
Şekil 7. Normal ve aktarmalı biniş sayılarının toplu taşıma türlerine göre dağılımı.....	41
Şekil 8. Toplu taşıma araçları özelinde yolcu biniş türlerinin dağılımı.....	41
Şekil 9. İskele ve istasyon noktalarının tahmini etki alanları	51
Şekil 10. Merkez kent alanında seçilen örnek alanların konumu	53
Şekil 11. ÖA1'e ait bilgiler	54
Şekil 12. ÖA2'ye ait bilgiler.....	55
Şekil 13. ÖA3 ve ÖA4'e ait bilgiler	56
Şekil 14. ÖA5 ve ÖA6'ya ait bilgiler	57
Şekil 15. ÖA7 ve ÖA8'e ait bilgiler	57
Şekil 16. ÖA9 ve ÖA10'a ait bilgiler	58
Şekil 17. ÖA11, ÖA12 ve ÖA13'e ait bilgiler	59
Şekil 18. ÖA14'e ait bilgiler.....	60
Şekil 19. Örnek alanlardaki hat ve duraklar için kontrol adımları	62
Şekil 20. TTYÜO değerlerinin dağılımı.....	66

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İş yolculuğu üretimi için kategori analizi örneği	10
Tablo 2. Yolculuk üretim hesaplamalarında kullanılan geleneksel yöntemlerin karşılaştırması.....	13
Tablo 3. TRICS bilgi sisteminden yolculuk üretim oranı örnekleri	16
Tablo 4. NZPTD veri tabanından yolculuk üretim oranı örnekleri	18
Tablo 5. ITE yolculuk üretim kılavuzdan yolculuk üretim oranı örnekleri.....	19
Tablo 6. TRICS bilgi sistemi, Yeni Zelanda yolculuk oranı veri tabanı ve ITE yolculuk üretim kılavuzunun karşılaştırması	21
Tablo 7. İzmir metropoliten kentinde günlük yolculukların türel dağılımı	37
Tablo 8. 2019-2024 yılları arası ekim ayı hafta içi günlük ortalama yolcu biniş sayısı.....	38
Tablo 9. 03-09 Nisan 2023 tarih aralığında gerçekleşen yolcu biniş sayıları	39
Tablo 10. 02- 08 Ekim 2023 tarih aralığında gerçekleşen yolcu biniş sayıları	40
Tablo 11. Çalışmada kullanılan veriler ve veri kaynakları.....	43
Tablo 12. Toplu taşıma akıllı kart (TTAK) verisinde yer alan bilgiler	44
Tablo 13. İmar planı gösterimlerinde konut kullanımı.....	47
Tablo 14. Örnek alanlardaki yolcu binişleri	63
Tablo 15. Örnek alanlardaki yolculuk üretim oranları	65
Tablo 16. Örnek alanlardaki mekansal parametreler ve değerleri.....	68
Tablo 17. Örnek alanlardaki toplu taşıma hizmeti özellikleri	70
Tablo 18. ÖA'ların fiziki özellikleri ile TTYÜO arasındaki ilişkiler.....	72
Tablo 19. Konut türü ve TTYÜO arasındaki ilişkiler	72
Tablo 20. Toplu taşıma hizmet parametreleri ve TTYÜO arasındaki ilişkiler.....	73
Tablo 21. Özel araç sahiplilik oranı ve TTYÜO arasındaki ilişki.....	74
Tablo 22. TTYÜO değerleri yüksek olan alanların bilgileri	75
Tablo 23. TTYÜO değerleri düşük olan alanların bilgileri	76
Tablo 24. Yolculuk üretim oranı yüksek olan alanlar için TTYÜO ve belirlenen parametrelerin ilişkisi.....	76
Tablo 25. Yolculuk üretim oranı düşük olan alanlar için TTYÜO ve belirlenen parametrelerin ilişkisi.....	77

KISALTMALAR DİZİNİ

CDR	: Call Detail Record
EGM	: ESHOT Genel Müdürlüğü
EÜTS	: Elektronik Ücret Toplama Sistemi
ITE	: Institute of Transportation Engineers
NZTPD	: New Zealand Trip Rate and Parking Database
ÖA	: Örnek Alan
TBB	: Türkiye Belediyeler Birliği
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TRICS	: Trips Rate Information Computer System
TTAK	: Toplu Taşıma Akıllı Kartı
TTYÜO	: Toplu Taşıma Yolculuk Üretim Oranı
UAP	: Ulaşım Ana Planı
UBS	: Ulaşım Bilgi Sistemi
UPİ	: Ulaşım Planı İzmir
YÜO	: Yolculuk Üretim Oranı

1. GENEL BİLGİLER

Ulaşım planlamanın temel amacı, insan ihtiyaçlarını karşılayan farklı arazi kullanım türlerine güvenli, konforlu ve etkili erişim sağlayabilmek için hareketlilik ihtiyacını karşılamaktır. Hareketlilik modellerini anlamak, bireylerin yolculuk talebinin tahmin edilmesi ve bu doğrultuda yeterli ulaşım altyapısının planlanması açısından kritik öneme sahiptir (Lafta & Ismael, 2022).

1950’li yıllarda ABD, Avustralya, İngiltere ve Kanada ülkelerinin kentleri için hazırlanan ilk kentsel ulaşım planlarında arazi kullanım ve ulaşım ağı etkileşimi analiz edilmekteydi. 1960’lı yıllarda matematiksel modellerin kurulması ve 1980’li yıllarda gerek elektronik gerekse bilgisayar programlama sektöründe elde edilen gelişmeler sonucunda bilgisayar kullanımına bağlı modellemeler aracılığıyla ulaşım planları hazırlanmaya devam etmiştir (Ghodmare & Yadav, 2021; Hamamcıoğlu, 2019). Sözü edilen çalışmalar için, ilerleyen yıllarda dil birliği geliştirilerek 4 aşamada gerçekleştirilen geleneksel ulaşım planları hazırlanmaya başlanmıştır. Günümüzde ulaşım planlama çalışmalarında yaygın olarak “dört aşamalı geleneksel yolculuk talep modellemesi” kullanılmaktadır. Sözü edilen aşamalar; “yolculuk üretimi” (trip generation), “yolculuk dağıtımı” (trip distribution), “türel dağılım” (modal split) ve “trafik atamasıdır” (traffic assignment) (Bwambale vd., 2015; Kara vd., 2018). Ulaşım planlama çalışması gerçekleştirilecek kent/yerleşim trafik analiz zonlarına (traffic analysis zones) ayrılarak analiz çalışmalarına başlanır. İlk aşama olan yolculuk üretiminde, uygulanan anket çalışmaları ve sahada gerçekleştirilen sayımlar aracılığıyla, her bir trafik analiz zonunda ne kadar yolculuk üretildiği tahmin edilmektedir. İkinci adım olan yolculuk dağıtımı aşamasında, üretilen bu yolculukların hangi bölgeden nereye gerçekleşeceği hesaplanır. Bu aşamada genellikle yerçekimi modeli (gravity model) kullanılır ve bu modele göre mesafe arttıkça yolculuk sayısı azalır. Türel dağılım aşamasında, bireylerin trafik analiz zonları arasında ya da bir zon içinde yolculuk yaparken hangi ulaşım türünü tercih ettiği tahmin edilir. Tahminlemede, yolculuk maliyeti, yolculuk süresi ve yolculuktaki konfor gibi faktörler dikkate alınmaktadır. Son aşama olan trafik atamasında ise seçilen ulaşım türü için yolculukların hangi güzergah üzerinden yapılacağı hesaplanır. Ulaşım ağı üzerindeki trafik yükü dağıtılır ve tıkanıklık analizleri gerçekleştirilir (Ghodmare & Yadav, 2021).

Tez çalışmasında, ulaşım planlama çalışmalarında izlenen bu adımların ilk aşaması olan “yolculuk üretimine” odaklanılmıştır. Geleneksel ulaşım planlama çalışmalarında kullanılan yöntemle yolculuk örüntüsü anlaşılmaya çalışılmaktadır. Ancak, arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim modellemesi yapılamamaktadır. Arazi kullanım ve ulaşım ağı arasında göz ardı edilemez bir ilişki bulunmaktadır. Kent içinde her bir arazi kullanım türünün üreteceği yolculuk miktarı birbirinden farklıdır. Dört aşamalı yolculuk talep modellemesi bir kent ya da yerleşim için gerçekleştirildiğinden, ilgili kent/yerleşim trafik analiz zonlarına ayrılmaktadır. Bu çalışmada ise arazi kullanım ve ulaşım ağı arasındaki ilişki dikkate alınmakta ve bir arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranı ölçülmektedir.

Yolculuk üretim oranı yüksek bir arazi kullanım türünün kentin bir bölgesinde yoğunlaşması ile bölgedeki taşıt yollarının trafik hacmi artmaktadır. Artan trafik hacmi, trafik sıkışıklığı ve parklanma gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar gerek ilgili alanın kullanıcılarını, gerekse yakın çevredeki bireyleri olumsuz etkiler. Bununla birlikte, trafikte yaşanan gecikmeler yakıt tüketiminin ve araç bakım gereksinimlerinin artması gibi ekonomik; gürültü, çevre kirliliği, stres, trafik kazası gibi çevresel etkiler yaratmaktadır (Altaher vd., 2023). Sözü edilen muhtemel sorunları azaltabilmek için yolculuk üretim modellerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

Kentsel alanda önerilen herhangi bir gelişmenin etkisini ölçebilmek/değerlendirebilmek için, bu tür bir gelişme nedeniyle ortaya çıkması muhtemel yolculuklara odaklanması gerekmektedir. Bu kapsamda, yolculuk üretim modelinin geliştirilmesi, oluşacak trafiğin tahmin edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Mukherjee & Kadali, 2021). Konu özelinde uluslararası araştırmalarda ve uygulamalarda, Trafik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Transportation Engineers-ITE) tarafından oluşturulmuş Yolculuk Üretim Kılavuzunun (Trip Generation Manual) en sık kullanılan kaynak olduğu tespit edilmiştir. ITE, her bir arazi kullanım türü için yolculuk üretim oranlarını yayınlamakta ve düzenli olarak güncellemektedir (ITE, 2012). Her ülkenin, hatta her kentin yerel yolculuk üretim oranları bulunmadığından; dünya çapındaki ulaşım plancıları, ABD kentlerine göre oluşturulmuş oranlardan faydalanmaktadır. Ancak, yerel özelliklere göre farklılaşan arazi kullanım türleri ve bu türlerin kullanım koşulları, gelişmişlik düzeyi, özel araç sahipliği, toplu taşıma hizmetinin mevcut durumu ve toplu

taşımanın kullanım oranı gibi özellikler ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Altaher vd., 2023; Mukherjee & Kadali, 2021). Dolayısıyla, ülkeler arasında yolculuk üretim oranları zaman içinde farklı ölçülerde değişebilmektedir. Bu durum araştırmanın temel problemini oluşturmaktadır. Bu kapsamda, çalışmada bir kent özelinde, belirlenen bir arazi kullanım türüne ait yolculuk üretim oranının ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde yolculuk üretim hesaplamalarında kullanılan geleneksel yöntemler ve arazi kullanım türü özelinde gerçekleştirilen çalışmalar aktararak, karşılaştırmalı analiz edilmiştir. Aynı bölümde, yolculuk üretim modellemesine girdi sağlayan veri setlerine ilişkin bilgiler aktarılmıştır. İkinci bölümde, çalışmanın metodolojisi, çalışmanın yürütüleceği kentin seçimi, seçilen kente ait veri setinin nasıl üretildiği ve neleri kapsadığı, kentteki toplu taşıma ile yapılan yolculuk istatistikleri ve kent içinde çalışmaya esas seçilen örnek alanların bilgileri aktarılmıştır. Üçüncü bölümde, örnek alanlara ait toplu taşıma yolculuk üretim oranları hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar, belirlenen mekansal parametrelere ve toplu taşıma hizmetine ilişkin parametrelere göre yorumlanarak değerlendirilmiştir. Son bölümde, elde edilen bulguların literatüre katkısı açıklanmış olup; bulguların plancılar, uygulayıcılar ve araştırmacılar tarafından nasıl kullanılabileceğine yer verilmiştir.

1.1. Araştırma Problemi ve Araştırmanın Amacı

Türkiye planlama pratiğinde, kentsel alan içinde uygulanacak herhangi bir projenin ya da bir bölge için hazırlanan imar planının kendisinin ulaşım ağına etkisini ölçmek oldukça güçtür. Bir proje özelinde trafik etki değerlendirmesi gerektiğinde, proje yürütücüleri tarafından örnek teşkil eden uygulanmış proje örneklerinin trafiğe etkisi emsal alınmakta ya da ABD kentleri için ITE tarafından oluşturulmuş yolculuk üretim kılavuzunda yer alan yolculuk üretim oranlarından faydalanılmaktadır.

Türkiye’de imar planlarında yer alan arazi kullanım türlerinin, yolculuk üretim oranlarına ilişkin hesaplamaların yapılmamış olması araştırmanın temel problemidir. Literatürde ve uygulamalarda var olan bu eksiklik, trafik etki değerlendirmesi çalışmalarında Türkiye kentleri için uluslararası çalışmalardaki yolculuk üretim oranlarının

ithal edilmesine neden olmaktadır. Bu kapsamda, araştırmanın temel amacı, bir arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranının ölçümünün gerçekleştirilmesidir.

Araştırmada belirlenen alt problem ise veri kaynağına ilişkindir. Geleneksel dört aşamalı yolculuk talep modellemesinin ilk aşaması olan yolculuk üretimi aşamasında, veri hanehalkı yolculuk anketleri aracılığıyla toplanmaktadır. Bununla birlikte, arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranı hesaplama çalışmalarında da yaygın olarak anket verileri kullanılmaktadır (Aboelenen vd., 2021; Altaher vd., 2023; Anggraini vd., 2017). Ancak, hanehalkı yolculuk anketlerinin uzun süreçli ve yüksek maliyetli olması, ulaşım planlama alanının sorunsalıdır. (Kulpa & Szarata, 2016). Teknolojik gelişmeler ile birlikte yenilikçi, kısa süreçli ve daha az maliyetli veri toplama yöntemlerinin kullanıldığına dair bilgiler uluslararası literatürde yer almaktadır (Liu vd., 2009; Long ve Thill, 2015; Tajaddini vd., 2020). Bu doğrultuda, arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranı hesaplamalarında yenilikçi çözümler yerine, geleneksel anket verisinden faydalanılması araştırmada belirlenen alt problem olmuştur. Araştırmada, seçilen arazi kullanım türü için yolculuk üretim oranı ölçümü gerçekleştirilirken, hanehalkı yolculuk anketinden farklı olarak toplu taşıma akıllı kartının veri kaynağı olarak kullanılması hedeflenmiştir.

Özetle; her bir arazi kullanım türünün yolculuk üretim oranlarının birbirinden farklı olması odağında çalışma yürütülmüştür. Temel araştırma problemi ve alt problem şunlardır:

- Türkiye kentleri için, arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim oranlarına ilişkin hesaplamaların yapıldığı çalışmaların eksikliği
- Sözü edilen çalışmalarda, veri kaynağı olarak yaygın bir şekilde uzun süreçli ve yüksek maliyetli yolculuk anketlerinin kullanılması

Araştırmada, bir arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranının ölçümünün gerçekleştirilmesi amaçlanmış olup, amaca ilişkin belirlenen hedefler şunlar olmuştur:

- Kentsel yerleşik alan içinde mekansal açıdan geniş yüz ölçümüne sahip olan ve düzenli yolculukların başlangıç veya bitiş noktasında bulunan “konut kullanımının” yolculuk üretim oranını ölçmek
- Konut kullanımının yolculuk üretim oranını ölçerken, veri kaynağı olarak toplu taşıma akıllı kartını kullanmak

- Yolculuk üretim oranına ilişkin elde edilen bulguları mekansal parametreler ve toplu taşıma hizmetine ilişkin parametrelere göre değerlendirerek, Türkiye planlama pratiğine girdi sağlamak

1.2. Araştırma Hipotezi ve Araştırmanın Önemi

Araştırma problemi ve araştırmanın amacı kapsamında, akademik çalışmalar ve uygulamalar incelenmiştir. Literatür çerçevesinde elde edilen bilgiler ve probleme ilişkin belirlenen amaç ve hedefler doğrultusunda gözlemler ve istatistiksel analizler ile test edilecek olan araştırma hipotezleri belirlenmiştir:

Yolculuk üretim oranı ölçümünde veri kaynağı olarak seçilen toplu taşıma akıllı kartı, yolculuk anketlerinde olduğu gibi elverişli sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayacaktır.

- Konut kullanımı için kentin farklı bölgelerinde seçilen örnek alanlarda, toplu taşıma yolculuk üretim oranları arasında farklılaşmalar olsa dahi ortalama bir değer elde edilebilecektir.
- Konut kullanımının toplu taşıma yolculuk üretim oranını belirleyen en etkili parametre konut alanının kentsel mekan içindeki konumu ve alanda hizmet veren toplu taşıma hattı sayısı olacaktır.

Çalışmada, yukarıda sözü edilen araştırma hipotezlerinin doğrulamasına yönelik veri toplama, analiz ve değerlendirme aşamaları yürütülmüştür. Türkiye kentlerinde bir arazi kullanım türü özelinde, farklı ülkeler için hesaplanan yolculuk üretim oranlarını kullanmak yerine, ilgili kentin verileri kullanılarak yolculuk üretim oranı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, elde edilen sonuçların farklı parametrelere göre değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın uygulamaya katkı sağladığı nokta ise, elde edilen sonuçların mekansal parametreler ve toplu taşıma hizmeti özellikleri ile ilişkilendirilmiş olmasıdır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda, imar planlarında belirlenen konut bölgelerine ait ortalama toplu taşıma yolculuk talebi için öngörü sahibi olunabilecektir. Bununla birlikte, yerel yönetimler kent içi toplu taşıma hizmeti politikalarını belirlerken elde edilen bulgulardan faydalanabilecektir.

Çalışmada, yolculuk üretim oranı hesaplanmasına ilişkin gerçekleştirilen uluslararası çalışmalardakilerden farklı veri kaynağı kullanılmıştır. Bu kapsamda, çalışmanın uluslararası ölçekte özgünlüğü geleneksel veri seti olan yolculuk anketleri yerine, toplu taşıma akıllı kart verisiyle bir arazi kullanım türünün yolculuk üretim oranının ölçülmesidir.

1.3. Yolculuk Üretim Hesaplamalarına İlişkin Geliştirilmiş Yöntemler

Tez çalışmasına esas konu yolculuk üretimi ve yolculuk üretimi hesaplamalarına ilişkin modellerdir. Kentin herhangi bir bölgesindeki yolculuk üretiminden söz ederken, o bölgedeki ulaşım talebi dikkate alınmaktadır. Ulaşım talebi de kentsel ölçekteki çalışmalarda kentin, alt ölçekli çalışmalarda ise farklı alanlar için ilgili alanın demografik, ekonomik, sosyal ve fiziki yapısıyla ilişkilidir. Bu nedenle, bu etkenlerin yolculuk talebi üzerindeki etkisi analiz edilerek ulaşım çalışmalarına başlanmaktadır (Altaher vd., 2023; Zorlu, 2017, edt..Özdemir vd.).

Yolculuk üretimi, yolculuk dağıtımı, türel dağılım ve trafik ataması olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilen yolculuk talep modellemesinin başarısı yolculuk üretim aşamasına bağlıdır. Bu nedenle, yolculuk üretimi, yolculuk talep modellemesinin ilk ve en önemli aşamasıdır (Bwambale vd., 2015; Wang & Hofe, 2007). Bu başlık altında, yolculuk üretimi hesaplamalarında kullanılan yöntemler incelenmiştir.

1950’li yıllarda ABD kentlerinde yolculuk üretim hesaplamalarına dair “genişleme faktörleri yoluyla tahmin” yönteminin kullanıldığı; dört aşamalı geleneksel ulaşım planlama çalışmalarına geçildiğinde ise doğrusal regresyon analizi, çapraz sınıflama analizi, kategori analizi gibi yöntemlerle yolculuk üretim modellerinin kurulduğu bilinmektedir (Altaher vd., 2023; Hutchhinson, 1974; Kaplan, 1996; Kılınçaslan vd., 2012). Sözü edilen geleneksel yaklaşımla yolculuk temelli (trip-based) yolculuk talep modellemeleri oluşturulmaktayken, bireylerin yolculuk davranışlarını etkileyen faktörlerin konut dışı etkinliklere katılma kararlarından kaynakladığı fikri, araştırmacıların ve uygulamacıların yeni bir yaklaşım arayışına girmelerine sebep olmuştur. Geleneksel yaklaşımın yolculuk hesaplamalarına ilişkin kısıtlarının üstesinden gelebilmek için

1980’lerden itibaren aktivite temelli (activity-based) yolculuk talep modelleri oluşturulmaya başlanmıştır (Hedau ve Sanghai, 2014).

Yukarıda sözü edildiği gibi yolculuk talep modellemesinde gerçekleştirilen yolculuk üretim hesaplamaları, üst ölçekli ulaşım planlama çalışmalarında kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan dört aşamalı yürütülen geleneksel ulaşım planlama çalışmalarında yolculuk üretim hesaplamaları için iki temel yöntem (doğrusal regresyon analizi ve çapraz sınıflandırma yöntemi) kullanılmaktadır. 1980’lerden itibaren aktivite temelli yolculuk talep modellerinin oluşturulmaya başlanmasıyla, makro ölçekli çalışmalar için kullanılan geleneksel yöntemlerin yanı sıra alt ölçeklerde arazi kullanıma dayalı yolculuk üretim hesaplamaları için de yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır. Ülkemizde ise “Ulaşım Ana Planı” çalışmalarındaki yolculuk üretim hesaplamaları için geleneksel yöntemler kullanılmaktadır.

1.3.1. Ulaşım Planlama Çalışmalarında Kullanılan Geleneksel Yöntemler

Geleneksel ulaşım planlama çalışmalarında yolculuk üretim hesaplamaları için kullanılan üç yöntem “doğrusal regresyon analizi (lineer regression analysis)”, “çapraz sınıflandırma yöntemi (cross-classification method)” ve “ağırlıklı ortalama yöntemi (weighted average method)”dir. Bu tür çalışmalar üst ölçekli ulaşım çalışmaları olduğu için, çalışmanın gerçekleştirildiği kent/yerleşim trafik analiz zonlarına (traffic analysis zones) ayrılarak yolculuk üretim modelleri kurulmaya başlanır. Bu kapsamda, yolculuk üretim aşamasının amacı, her bir trafik analiz zonunda üretilen veya çekilen yolculukların beklenen toplam sayısını tahmin etmektir.

- **Doğrusal Regresyon Analizi**

Doğrusal regresyon analizindeki amaç, demografik ve sosyoekonomik yapıya ilişkin verilerden faydalanarak bir eşitlik kurabilmektir. Bu analizle yolculuk talep modellemesi gerçekleştirilirken, çalışma alanı trafik analiz zonlarına ayrılır ve her bir zon için veri toplanır. Yolculuk üretimine etki eden bağımsız değişkenler olarak; istihdam, eğitim düzeyi, yaş, ortalama hane geliri, ortalama özel araç sahipliği, hanehalkı büyüklüğü ve nüfus yoğunluğu gibi demografik ve sosyoekonomik yapıya ilişkin bilgiler kullanılır

(Altaher vd., 2023; Üçer vd., 2009). Sözü edilen bilgiler hanehalkı yolculuk anketleriyle toplanmaktadır.

Doğrusal regresyon analizinde kurulan eşitlikte, yolculuk üretimi bağımlı değişken olarak tanımlanır. Bölge tarafından üretilen yolculuk sayısı ile bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişki formüle edilir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamak için korelasyon analizi yapılır. Değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini açıklayan korelasyon katsayısı (R) küçük olan bağımsız değişkenler formüle eklenmez (Altaher vd., 2019; Hutchhinson, 1974; Kılınçaslan vd., 2012; Üçer vd., 2009). Yolculuk üretimini büyük ölçüde etkileyen iki veya daha fazla bağımsız değişken kullanılarak eşitlik kurulur. Sonuç olarak oluşturulacak olan çoklu doğrusal regresyon eşitliği şu şekildedir (Hutchhinson, 1974; Kılınçaslan vd., 2012):

$$Y = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

Basit ve anlaşılır olan, geniş bir veri kümesi üzerinde uygulanabilen doğrusal regresyon modeli ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiler kolayca analiz edilebilir. Bu yöntem, daha karmaşık yolculuk üretim modellemesi teknikleri olan yapay sinir ağları ve lojistik regresyona kıyasla daha basit ve hızlı bir çözüm üretmektedir (Altaher vd. 2021; Murat & Uludağ, 2008). Ancak yolculuk üretimi, bazen doğrusal olmayan etkiler gösterebilir.

- Çapraz Sınıflandırma Yöntemi ve Kategori Analizi

Ulaşım planlamada kullanılan geleneksel yöntemlerden olan çapraz sınıflandırma yöntemi 1960'ların sonunda çalışılmaya başlanmıştır. Bireylerin veya hanelerin belirli bir zaman diliminde ürettikleri yolculukların tahmin edilmesine yönelik bir yöntemdir (Hedau ve Sanghai, 2014). Yöntem, yolculuk davranışlarını etkileyen temel değişkenlerin sistematik bir şekilde sınıflandırılmasına dayanır. Özellikle bölgelerdeki haneleri demografik ve sosyo-ekonomik faktörlere göre kategorilere ayırarak doğrusal regresyon analizindeki eksiklik giderilmeye çalışılmaktadır (Wang ve Hofe, 2007).

Genellikle hanehalkı büyüklüğü, gelir düzeyi, araç sahipliği, yaş grupları, cinsiyet veya benzeri demografik özellikler anahtar değişkenler olarak seçilir. Bu değişkenlere dayalı olarak matrisler oluşturulur. Matrisin satırları bir değişkenin (örneğin hanehalkı

büyüklüğü), sütunları ise diğer değişkenin (örneğin araç sahipliği) kategorilerini temsil etmektedir. Matrisin her hücresinde, seçilen kategorilere ait bireylerin veya hanelerin ortalama yolculuk üretim oranı bulunur. Bu oranlar çoğunlukla hanehalkı yolculuk anketlerinden elde edilir. Anketler aracılığıyla hanelerde birey seviyesinde yolculuk davranışına ilişkin veri toplanmasının yanı sıra, trafik ölçümlerinden ve ilgili kentin nüfus verilerinden de faydalanılır (Abdel-Aal, 2004). Haneler ve bireyler seçilen değişkenlerin kategorilerine göre gruplandırılır. Örneğin; hanehalkı büyüklüğü 1 kişi, 2 kişi, 3 kişi vb. olan haneler, araç sahipliği oranı 0 araç, 1 araç, +2 araç olan haneler gibi kategoriler oluşturulur. Her bir kategori kombinasyonu için yolculuk üretim oranları hesaplanır. Örneğin, 2 kişilik bir hane ve 1 araç sahibi olan bir grubun ortalama yolculuk üretimi ilgili hücreye işlenir. Kategorilere düşen nüfus büyüklüğü ile yolculuk üretim oranları çarpılarak, tahmin edilen toplam yolculuk sayısı hesaplanır.

Benzer karakteristiklere sahip hanehalklarının yolculuk desenlerinin (travel pattern) de benzer olması beklenen bir durumdur. Bölge bazında yolculuk üretim tahminlerini doğru bir şekilde hesaplayabilmek için farklı hanehalkı kategorileri bir araya toplanır (Gadepalli vd., 2014; Wang ve Hofe, 2007). Yöntemde, anketler aracılığıyla farklı içeriklerde bilgi edinilmektedir, ancak hanehalklarının yolculuk üretimlerinde belirleyici olan etmenler; (1) hanehalkı büyüklüğü, (2) özel araç sahipliği, (3) hanehalkı ortalama geliridir (Kaplan, 1996).

Yöntemi örnekle açıklamak gerekirse; ulaşım planı hazırlanan alanda 1 özel araç sahibi olan hanehalkı sayısının 600-700 olması bekleniyorsa ve 3 kişilik bir hanenin 1 özel araç sahibi varsayımı üzerine günde 6,4 özel araç yolculuğu üretiliyorsa:

$$600 \times 6,4 = 3840 \text{ yolculuk/gün}$$

Özel araç sahibi olmayan hanehalkı kategorisinde 300 hane bulunması ve hanehalklarının günde ortalama 2,75 yolculuk üretimi varsayımıyla:

$$300 \times 2,75 = 825 \text{ yolculuk/gün}$$

Sözü edilen alanda üretilen toplam yolculuk = $3840 + 825 = 4665$ yolculuk/gün olacaktır.

Çapraz sınıflandırma yöntemi ilk olarak Puget Sound Bölgesel Ulaşım çalışmasında geliştirilmiştir. Yöntem ilerleyen yıllarda “Kategori Analizi” olarak geliştirilmiştir (Kaplan, 1996). Kategori analizi de parametrik olmayan bir temel varsayım üzerine kurulmuştur. Bu yöntemde de çapraz sınıflandırma yönteminde olduğu gibi ulaşım planı hazırlanacak alan için farklı hanehalkı kategorileri oluşturulur ve analiz konut düzeyinde gerçekleştirilir. Oluşturulan hanehalklarının yolculuk üretimlerinin gelecek için aynı kalacağı varsayımı temel alınır. Böylece, her hanehalkı kategorisi için gelecekteki hanehalkı sayısına göre yolculuk üretim oranları kullanılarak hesaplamalar yapılabilmektedir (Kaplan, 1996; Kılınçaslan vd., 2012).

Tablo 1. İş yolculuğu üretimi için kategori analizi örneği
(Hutchinson, 1974:48 kaynağından Türkçe’ye çevrilmiştir)

Araçlar		Bireyler/Hanehalkları						Toplam
		1	2	3	4	5	6+	
0	A*	255	1231	1149	1111	827	1081	5654
	B**	828	1341	652	549	389	443	4202
	C***	0,308	0,92	1,76	2,03	2,13	2,44	1,35
1	A*	301	4844	5781	7466	4956	4879	28227
	B**	344	2793	2472	3092	2046	1889	12636
	C***	0,875	1,73	2,34	2,41	2,42	2,58	2,23
2+	A*	8	644	2220	3231	2424	3002	11521
	B**	5	294	717	1022	726	870	3634
	C***	1,6	2,16	3,10	3,16	3,34	3,45	3,17
Toplam	A*	564	6719	9150	11808	8207	8962	45410
	B**	1177	4428	3841	4663	3161	3202	20472
	C***	0,48	1,52	2,38	2,53	2,60	2,80	2,215

* Kategorideki hanehalklarının yolculuk üretimleri, ** Kategorideki hanehalklarının sayısı, ***Kategorideki hanehalkı başı düşen yolculuk üretimi sayısı

Kategori analizi yönteminde, her bir bağımsız değer, iki veya daha fazla kategoriye ayrılarak, yolculuklar bu gruplara göre ait olduğu kolonlara yerleştirilir. Bu nedenle geniş örnekleme oranına ihtiyaç duyulmaktadır (Kılınçaslan vd., 2012). Tablo 1’de 1970’li yıllarda Toronto metropoliten kenti için farklı hanehalkı kategorilerinin iş yolculuğu üretimi kategori analizi yer almaktadır. Örnekte, geniş örneklemden elde edilen veriler

“bireyler/hane halkları” sütununda hanede yaşayan kişi sayılarına göre kategorize edilmiştir. Tabloda araçlar sütununda, hanehalklarının sahip olduğu özel araç sayısına göre sınıflandırma yapılmıştır. Böylece, farklı hane halklarının yolculuk üretim sayıları “A” satırlarında elde edilen değerler olmuştur. “C” satırındaysa ilgili kategorideki hanehalkı başına düşen ortalama yolculuk üretim sayısına ulaşılmıştır.

Çapraz sınıflandırma yöntemi ve kategori analizi, verinin sınırlı olduğu durumlarda basit ve uygulanabilir bir yöntemdir. Yolculuk üretiminde doğrusal olmayan ilişkileri anlamak için esneklik sunar, çünkü farklı kategorilerdeki değişkenler arasındaki etkileşimler doğrudan gözlemlenir. Ayrıca, her iki yöntem de parametrik olmayan bir model olduğundan, karmaşık matematiksel varsayımlara ihtiyaç duymaz. Sözü edilen avantajlarının yanı sıra uygulanabilirliğine ilişkin dezavantajları da bulunmaktadır. Her iki yöntemde de veriye bağımlılık yüksek olduğundan, güvenilir tahminler yapabilmek için yeterli miktarda ve kalitede anket verisine ihtiyaç duyulur. Daha büyük ve karmaşık sistemlerde, çok fazla kategori kombinasyonu gerekebilir. Bu durum, analiz sürecini zaman alıcı ve karmaşık hale getirmektedir (Abdel-Aal, 2004; Gadepalli vd., 2014). Her iki yöntem de dinamik değişiklikleri veya gelecekteki durumları modellemede sınırlıdır; bu nedenle genellikle statik durum analizleri için daha uygundur.

- Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Belirli bir bölgedeki veya alandaki bireylerin ya da hanehalklarının ürettikleri toplam yolculuk sayısını tahmin etmek için kullanılan bir diğer geleneksel yöntem ağırlıklı ortalama yöntemidir. Bu yöntem, modelleme sürecinde yolculuk üretim düzeyini etkileyen farklı sosyo-ekonomik veya demografik faktörlerin birleştirilerek toplam yolculuk üretiminin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır.

Ağırlıklı ortalama yönteminde esas alınan durum, farklı değişkenlerin yolculuk üretimi üzerindeki etkisini dikkate alarak, bu değişkenlerin bir ağırlıklandırma katsayısı ile birleştirilmesidir. Değişkenlerin katsayıları çoğunlukla regresyon analizi, faktör analizi gibi istatistiksel yöntemler ile belirlenir. Belirlenen katsayılar, her bir değişkenin bağımlı değişken olan yolculuk üretimi üzerindeki önemini yansıtmaktadır (Kaplan, 1996). Ağırlıklar, verinin temsil gücüne veya güvenilirliğine göre belirlenir. Hesaplama, aşağıdaki gibi yapılır:

$$\text{Ağırlıklı Ortalama} = \Sigma (X_i \cdot W_i) / \Sigma W_i \quad (2)$$

Formülde, X_i gözlenen veriyi (örneğin kişi başına düşen yolculuk sayısı), W_i ise ağırlığı (örneğin bölgedeki nüfus verisinin güvenilirlik katsayısı) temsil etmektedir.

Yöntem, karmaşık olmayan matematiksel bir yapıya sahiptir ve genellikle temel verilere dayalı hızlı hesaplamalar için uygundur. Yolculuk üretimini etkileyen çok sayıda değişkeni bir modelde birleştirme imkanı sunar. Verilere göre ağırlıkların uyarlanabilmesi, yöntemin farklı senaryolara veya bölgelere kolayca uygulanabilmesini sağlar. Ancak, yeterli miktar ve kalitede verinin toplanmaması, yöntemin uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Ayrıca, ağırlıkların eksik ya da hatalı belirlenmesi de yanıltıcı sonuçlara yol açacağından, ağırlıkların doğru belirlenmesi yöntemin doğruluğu için kritik öneme sahiptir (ITE, 2021). Bu yöntem, değişkenler arasındaki ilişkilerin lineer olduğunu varsaymaktadır. Bazı durumlarda yolculuk üretimini etkileyen faktörler arasında doğrusal olmayan ilişkiler de bulunabilmektedir.

- Yolculuk Üretim Hesaplamalarında Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirmesi

Yolculuk üretim hesaplamalarında kullanılan ve yukarıda açıklanan üç yöntem de yolculuk talep modellemesinin ilk aşaması olan yolculuk üretim modellerinin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Her bir yöntem kendi içinde incelendiğinde; kullanım amaçları, karmaşıklık düzeyleri, veri gereksinimleri, tahmin gücü, kullanım esnekliği gibi durumlar için farklılıkların olduğu anlaşılmıştır (Tablo 2).

Dört aşamalı geleneksel ulaşım planlama çalışmalarının yolculuk üretim modellerinde doğrusal regresyon analizi ve çapraz sınıflandırma yöntemi sık kullanılan iki yöntem olmuştur. Doğrusal regresyon analizinde ve çapraz sınıflandırma yönteminde aynı veri seti kullanılmakta ve ulaşım planı hazırlanan kent/yerleşim trafik analiz bölgelerine ayrılmaktadır. Farklılaşan nokta ise, çapraz sınıflandırma yönteminde sosyoekonomik özellikleri temel alan sınıflandırma yapılarak bölgelerin ürettiği yolculuğun hesaplanmasıdır.

Tablo 2. Yolculuk üretim hesaplamalarında kullanılan geleneksel yöntemlerin karşılaştırması
(Yazar tarafından derlenmiştir)

Özellik	Doğrusal Regresyon Analizi	Çapraz Sınıflandırma Yöntemi ve Kategori Analizi	Ağırlıklı Ortalama Yöntemi
Amaç	Bağımlı bir değişken ile bir veya birden fazla bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi anlamayı amaçlar.	Yolculuk üretimini etkileyen faktörleri kategorilere ayırarak, her bir kategori için yolculuk üretim oranını hesaplamayı amaçlar.	Belirli bir değişkenin geçmişteki verilere dayanarak hesaplanması ve bu oranın gelecekteki tahminlerde kullanılmasını amaçlar.
Karmaşıklık	Yüksek	Düşük	Orta
Veri Gereksinimi	Yüksek	Orta	Orta/ Düşük
Tahmin Gücü	Yüksek	Orta	Orta
Esneklik	Yüksek	Düşük	Orta
Avantajları	- Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi sayısal olarak açıklar. - Bağımsız değişkenlerin etkisini ayrı ayrı ölçebilir. - İstatistiksel güvenilirlik ölçümleri ile desteklenir.	- Veri kategorilere ayrıldığı için yorumlaması kolaydır. - Doğrusal olmayan ilişkileri anlamak için esneklik sunar. - Parametrik olmayan bir model olduğundan, karmaşık matematiksel varsayımlara ihtiyaç duymaz.	- Veri analizinde karmaşıklığı azaltır. - Örnek büyüklüğü veya veri güvenilirliği gibi faktörleri dikkate alır.
Dezavantajları	Veride doğrusal ilişki varsayımına dayanır. Bu varsayım sağlanmazsa model yanıltıcı olabilir.	Basit durumlar için uygun olup, daha detaylı analizler için yetersiz kalabilmektedir.	- Karmaşık ilişkileri modelleyemez. - Bağımsız değişkenlerin etkisini ayrı ayrı ölçemez. - Gelecekteki değişkenler arasında doğrusal bir ilişki varsaymaz.

Hızlı ve basit tahmin gerektiren durumlarda, değişkenler arası karmaşık bir ilişki beklenmediğinde ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılabilir. Ancak, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin daha karmaşık olduğu durumlarda, gelecekteki sonuçlar için daha güvenilir tahminlere ihtiyaç duyulduğunda doğrusal regresyon analizinin kullanılması daha uygun olmaktadır.

Özetle; her bir yöntem kendi bağlamında kullanışlı olup, her birinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Doğrusal regresyon analizi, karmaşık ve sürekli değişkenli analizler için daha güçlü bir araçtır. Çapraz sınıflandırma yöntemi basit durumlar için

uygun olup, daha detaylı analizlerde yetersiz kalabilmektedir. Ağırlıklı ortalama yöntemi, uzman görüşüne dayalı hızlı bir tahmin yöntemi sağlamaktadır. Mevcut veri seti, analizin amacı ve modellemenin kapsamı dikkate alınarak kullanılacak yöntem seçilmelidir.

1.3.2. Türkiye’de Hazırlanan Ulaşım Ana Planlarında Yolculuk Üretim Hesaplamaları

Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) tarafından 2014 yılında yayınlanmış “Ulaşım Planlama Çalışmaları ve Ulaşım Ana Planı Hazırlama Kılavuzu”, Türkiye kentleri için hazırlanacak olan ulaşım planlarında esas alınan kaynaktır. Kılavuzda yer alan bilgilerde, Ulaşım Ana Planı (UAP) hazırlanırken ilk aşamanın mevcut bilgilerin toplanması ve değerlendirmesini içerdiği, takip eden ikinci aşamadaysa trafik sayımları, konut anketleri, diğer anketler ve ağ bilgileri gibi verileri içeren yeni bilgilerin toplandığı belirtilmektedir. Bu iş tanımı çerçevesinde, kentteki farklı arazi kullanımların arasındaki ilişkileri sayısal olarak belirleyecek nitelikte bilgiler toplanmaktadır. UAP hazırlığının ilk aşamasında toplanan veriler; (1) nüfus, (2) iş gücü, (3) gelir dağılımı, (4) özel araç sahipliği, (5) arazi kullanım, (6) kentteki gelişme eğilimleri, (7) sosyoekonomik ve mekansal veriler ile (8) planlanan ve devam eden proje ve yatırımlara ilişkin bilgilerdir. UAP çalışmasının ilerleyen adımlarında mevcut yapının modellenmesi için gereken veriler ise ulaşım yönelik sayım, anket ve araştırmalardan elde edilir.

Dört aşamalı geleneksel ulaşım planlama çalışmalarında izlenen adımlar, Türkiye’de hazırlanan UAP’ler için de benzer şekilde yürütülmektedir. UAP’si hazırlanacak olan kent, trafik analiz zonlarına ayrılır. Yolculuk talep modelinin kurulmasındaki ilk aşama olan yolculuk üretim hesaplamalarında; (1) nüfus, (2) istihdam, (3) öğrenci sayıları, (4) hastanelerdeki yatak sayıları, (5) nüfusun gelir düzeyi gibi değişkenlere bağlı olarak zonların ürettiği yolculuklar hesaplanmaktadır. Hesaplamalar yapılırken her bölge için amaçlarına göre sınıflandırılmış olan; “ev-iş yolculukları”, “ev-okul yolculukları”, “ev-diğer yolculuklar” ve “ev uçlu olmayan diğer yolculuklar” olmak üzere dört farklı kategorideki yolculuklar her bölge için hesaplanır. Türkiye kentleri için hazırlanmış olan UAP’lerde çoğunlukla regresyon analizi yöntemi ile yolculuk üretimi modellenmektedir.

1.3.3. Arazi Kullanım Türü Özelinde Yolculuk Üretim Hesaplamalarında Kullanılan Yöntemler

Ulaşım planlama alanındaki araştırmacı ve uygulamacılar geleneksel yolculuk temelli yaklaşımlardaki eksikliklerin giderilmesi amacıyla, sadece yolculuk temelli model oluşturulmaması gerektiğini savunmuşlardır (Hedau ve Sanghai, 2014; Miller, 2023). Bu kapsamda son yıllarda aktivite temelli yolculuk üretim modelleri geliştirilmeye başlanmıştır.

Yolculuklar bir başlangıç noktasıyla varış noktası arasındaki hareket olarak bilinmektedir ve yolcunun başlangıç ya da varış noktasının konut olması durumunda bu tür yolculuklar ev temelli yolculuklar olarak adlandırılmaktadır. Başlangıç ya da varış noktasının konut olmadığı yolculuklar ev temelli olmayan yolculuklar olarak adlandırılmaktadır. Aktivite temelli yolculuklardaysa yolculuk deseni konuttan uzaklığı, son aktiviteden uzaklığı, kullanılan ulaşım türünü ve son 24 saat içindeki diğer değişkenlerin bireysel düzeyde tasviriyle açıklanmaktadır (Hedau ve Sanghai, 2014). Aktiviteye dayalı yöntemler, yolcunun davranışını aktivitelerin türevi olarak tahmin eder. Belirli bir varış noktası ve yolculuk süresinde hangi faaliyetin gerçekleştirildiğini tahmin ederek, geziler ve bunların zamanlamaları ve konumları, etkinlik tabanlı yolculuk oluşturma modelleri geliştirmek için kullanılır (Tajaddini vd., 2020). Kavramsal açıdan bu yaklaşımın üstünlüğü, yolcuların belli faaliyetlere katılma ihtiyacına ve isteğine odaklanarak yolculuk üretim hesaplamalarını gerçekleştirebilmektir (Hedau ve Sanghai, 2014). Bu durum da arazi kullanım türlerinin yolcuları çekmesi durumuyla paraleldir ve bu noktada arazi kullanıma dayalı yolculuk üretim modelleri de önem kazanmaktadır.

Son kırk yıldır arazi kullanım türleri kategorize edilerek, her bir alt kategori için yolculuk üretim modelleri geliştirilmektedir. Bu konuda dünya genelinde bilinen en iyi örnek, Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü (ITE) tarafından yayınlanan yolculuk üretim oranı kılavuzudur (Shi ve Zhu, 2019). Kılavuzda çok sayıda arazi kullanımı ve bina türü için yolculuk üretim oranları bulunmaktadır. Arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim hesaplamalarının yapıldığı çalışmalar çoğunlukla ulusal ölçekli çalışmalar olup, kamu kurumları tarafından oluşturulmaktadır. Bu kapsamda gerçekleştirilmiş ulusal ölçekli çalışmalardan tespit edilenler TRICS Bilgi Sistemi, Yeni Zelanda Yolculuk Oranı ve Otopark Veri Tabanı ve Trafik Mühendisleri Enstitüsü Yolculuk Üretim Oranları olmuştur.

- TRICS Bilgi Sistemi

Birleşik Krallık (United Kingdom) ve İrlanda'da kullanılan TRICS (Trips Rate Information Computer System) Bilgi Sistemiyle ulusal ölçekte yolculuk üretimi analizi yapılması hedeflenmiştir. TRICS, ulaşım planlama çalışmalarına yardımcı olmak için tasarlanmış, yaygın olarak kullanılan bir veritabanı ve yazılım aracıdır. Veri tabanı ilk kez 1989 yılında Güneydoğu İngiltere Kent Konseylerindeki altı ilçe konseyi tarafından oluşturulmuştur (Asad, 2015; URL-1).

Sistem, farklı arazi kullanım türlerinin alt kategorileri için yolculuk üretim verisini düzenlemektedir. Sistemde kullanılan bilgiler anketler aracılığıyla toplanmaktadır. Bir arazi kullanım türünün ürettiği veya çektiği yolculuk sayısını tespit edebilmek için ülke genelinde yıllık olarak anketler gerçekleştirilmektedir (URL-2). Arazi kullanım türlerinin alt kategorileri seçilerek, ilkbahar ve sonbahar aylarında çok modlu anket çalışmaları yapılmakta ve yayalarla yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmektedir. TRICS ile özel araç yolculuklarına ek olarak, yaya olarak gerçekleştirilen yolculuklar ile bisiklet ve toplu taşıma yolculukları hakkında da bilgi sağlanır. Bu sayede, elde edilen sonuçların sürdürülebilir ulaşım planlamasını da desteklemesi hedeflenmektedir (Milne vd., 2009).

Tablo 3. TRICS bilgi sisteminden yolculuk üretim oranı örnekleri (URL-1)

Arazi Kullanım Türü	Ölçü Birimi	Zirve Saat Yolculuk Üretim Oranı	Günlük Toplam Yolculuk Üretim Oranı
Müstakil Konut	Konut Birimi	0,45	6,00
Apartman Tipi Konut	Konut Birimi	0,30	4,50
Ofis	100 m ²	1,20	11,50
Süpermarket	100 m ²	5,10	75,00
Endüstriyel Tesis	100 m ²	0,40	4,80
Otel	Oda	0,70	8,50

Toplanan veri ile belirlenen her bir arazi kullanım türü için standartlaştırılmış yolculuk üretim oranı elde edilir (Tablo 3). Elde edilen yolculuk üretim oranları ile kentsel alandaki uygulamaların trafiğe etkisi tahmin edilebilmektedir. TRICS, özellikle yeni gelişme alanlarındaki planlama faaliyetlerinin ulaşım ağına etkisinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Zenina ve Borisov, 2013). Hesaplama yapılırken alandaki arazi kullanıma, alanın konumuna (kent merkezinde olma ya da olmama durumu), analiz

edilen zaman dilimine (zirve saatler, iş günleri, haftasonları) ve çok modlu erişilebilirlik durumlarına bağlı kalınmaktadır (Asad, 2015).

Yolculuk üretimine ilişkin gerçekleştirilen analizlere standart bir yaklaşım sağlamak, projeler arasında trafik etkisi değerlendirmesi yaparken tutarlılığı sağlamak, veri odaklı karar almayı desteklemek ve sürdürülebilir ulaşım türlerinin değerlendirilmesini kolaylaştırmak TRICS'in avantajları arasında yer almaktadır (Asad, 2015). Ancak, belli bir arazi kullanım türünün yolculuk üretim hesaplamasını yapabilmek için ilgili arazi kullanım türüne ait çalışma sayısının yetersiz olması durumunda elverişli sonuçlar elde edilememektedir. Veri boşluğundan kaynaklı bu durum, sistemin en önemli dezavantajı olarak görülmektedir (Zenina ve Borisov, 2013).

- Yeni Zelanda Yolculuk Oranı ve Otopark Veri Tabanı (NZTPD)

Yeni Zelanda Yolculuk Oranı ve Otopark Veri Tabanı (NZTPD), 2002 yılında Yeni Zelanda Profesyonel Mühendisler Kurumu Ulaşım Grubunun odak grubu olarak kurulmuş ve 2004 yılında Anonim Topluluk haline gelmiştir (URL-3). Arazi kullanımındaki etkinliklerin ulaşım ağı üzerine etkilerini tahmin etmek için kullanılmaktadır.

NZTPD, Yeni Zelanda'daki çeşitli bölgelerden toplanan yolculuk oranları ve otopark talebi verilerini içeren kapsamlı bir veri tabanıdır. Farklı arazi kullanım türleri için yolculuk üretim oranlarını ve otopark talebini analiz etmek, ulaşım planlama ve modelleme süreçlerini desteklemek, veri odaklı karar alma süreçlerini kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 2002 yılından itibaren anket verileriyle çalışmalar yürütülmekte ve belli aralıklarla veri tabanı güncellenmektedir (Milne vd., 2009). Anket çalışmalarının yanı sıra trafik hacim ölçümleri ve saha gözlemleri ile yerel yönetimlerden alınan otopark kullanımı, otoparkların doluluk oranları gibi bilgiler de veri tabanına girdi sağlamaktadır (Douglass & Abley, 2011). TRICS'te olduğu gibi NZTPD'de de farklı arazi kullanım türleri için hesaplanan yolculuk üretim oranları bulunmaktadır (Tablo 4).

Çeşitli arazi kullanım türleri için oluşturulan veri tabanındaki yolculuk üretim oranlarının TRICS Bilgi Sistemiyle karşılaştırması NZTPD kurumu tarafından gerçekleştirilmiştir. Çoğu arazi kullanımının ve özellikle perakende ticaret arazi kullanımının, her iki sistem için de yolculuk üretim sayıları kapsamında benzer sonuçlara

sahip olduğu görülmüştür (Zenina ve Borisov, 2013). Özetle, belli arazi kullanım türleri özelinde yolculuk üretim hesaplamalarında, hem TRICS Bilgi Sistemi hem de NZTPD veri tabanı aynı sonuçları verdiği için ikisi de kullanılabilir.

Tablo 4. NZPTD veri tabanından yolculuk üretim oranı örnekleri (URL-4)

Arazi Kullanım Türü	Ölçü Birimi	Günlük Toplam Yolculuk Üretim Oranı
Müstakil Konut	Konut Birimi	8,0
Apartman Tipi Konut	Konut Birimi	6,0
Genel Ofis	100 m ²	10,0
Hükümet Ofisi	100 m ²	12,0
Küçük Süpermarket	100 m ²	50,0
Büyük Süpermarket	100 m ²	100,0
Endüstriyel Tesis	100 m ²	5,00
Ekonomik Otel	100 m ²	30,0
Lüks Otel	100 m ²	60,0

Bölgesel olarak özelleştirilmiş veri seti sağlamak ve bu veri setiyle kapsamlı analiz yapılmasına olanak sağlamak NZTPD'nin avantajları arasında yer almaktadır. Ancak, veri tabanının Yeni Zelanda'ya özgü olması nedeniyle, uluslararası genelleme yapılamamaktadır. Bununla birlikte, veri toplama yöntemi ve verinin toplandığı tarihler nedeniyle zaman içinde veri seti güncelliğini yitirebilmektedir.

- Trafik Mühendisleri Enstitüsü Yolculuk Üretim Oranları

Kent içinde uygulanacak projelerin, özellikle yakın çevresindeki ulaşım ağına etkisini tahmin edebilmek için, uygulanacak projenin arazi kullanım türüne ait yolculuk üretim oranından faydalanarak hesaplamalar yapılmaktadır (Bwambale vd., 2019; Wang ve Vom Hofe, 2007). Konuya ilişkin uluslararası literatürde yaygın olarak kullanılan yolculuk üretim oranları, Trafik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Transportation Engineers-ITE) tarafından yayınlanan Yolculuk Üretim Kılavuzu (Trip Generation Manual)'dur (Hammadi & Miller, 2021; Zenina ve Borisov, 2013). ITE, ABD'deki çeşitli arazi kullanım faaliyetleri için Yolculuk Üretim Kılavuzu yayınlar ve kılavuzu düzenli olarak günceller. Kılavuzda yer alan arazi kullanım türleri için yolculuk üretim oranları oluşturulurken, benzer

kullanımın yer aldığı çok sayıda yerleşim incelenerek veri setinden veri grafiği oluşturulur. Veri temini banliyö alanlarında ve karma kullanımdan uzak tek kullanımın (single-use locations) yer aldığı alanlardan sağlanmaktadır (Jang, 2005). Veri seti çoğunlukla ulaşım anketleriyle oluşturulmaktadır. Bu noktada etkili olan parametreler; yolculuk üretimi hesaplanacak arazi kullanımın coğrafi konumu, bireylerin yaşları, yolculuk türü vb.dir. Veri noktaları için en uygun regresyon denklemi tahmin edilerek yolculuk üretim hesaplaması gerçekleştirilir (Weinberger vd., 2014).

Her ülkenin, hatta her kentin yerel yolculuk üretim oranları bulunmadığından; dünya çapındaki ulaşım plancıları, ABD kentlerine göre oluşturulmuş yolculuk üretim oranlarından faydalanmaktadır (Altaher vd., 2023; Mukherjee & Kadali, 2021). Birçok ülkede ITE tarafından oluşturulan yolculuk üretim oranlarının kullanılıyor olmasına karşın veri setinin bazı kısıtları da bulunmaktadır. Veri setinde yer alan yolculuk üretim oranları zirve saatte özel araçla gerçekleştirilen yolculukları kapsamaktadır (Tablo 5). Kılavuzdaki oranlar, toplu taşımayla ya da yaya olarak yapılan yolculuk bilgilerini barındırmamaktadır.

Tablo 5. ITE yolculuk üretim kılavuzdan yolculuk üretim oranı örnekleri (URL-5)

Arazi Kullanım Türü	Ölçü Birimi	Zirve Saat Yolculuk Üretim Oranı
Müstakil Konut	Konut Birimi	0,94
Apartman Tipi Konut	Konut Birimi	0,51
Genel Ofis	100 m ²	1,6
Devlet Ofis Yapıları /Adliyeler	100 m ²	1,3
Medikal Ofisler	100 m ²	3,84
15-16 Saat Açık Marketler	100 m ²	37,17
24 Saat Açık Marketler	100 m ²	56,35
Endüstriyel Tesis	100 m ²	0,65
Otel	Oda	0,60

Clifton vd.'nin (2012) çalışmasında 160'dan fazla arazi kullanım türü için 4800 veri noktasından faydalandığı ve kısıtlı veri ile hesaplamaların yapıldığı belirtilmektedir. Oysa örneklemin büyümesiyle elde edilecek oranlarda farklılaşmaların olabileceği düşünülmektedir.

Weinberger vd.'nin (2014) kentsel alanda yolculuk üretimi için veri toplama üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ITE yolculuk üretim oranı hesaplamalarının çoğunlukla kent çeperindeki alanlar için uygun olduğuna ve kentsel alan için eksiklikler barındırdığına vurgu yapılmıştır. Veri toplanan alanların özellikle otomobil odaklı çevreler olan banliyöler olması nedeniyle, banliyö dışındaki alanlarda bu yolculuk üretim oranlarının kullanılması durumunda yüksek yolculuk sayılarına (overestimate traffic/trip generation) ulaşılmaktadır. Bu durum, gerçekten oldukça uzak tahminlere neden olabilmektedir.

- Yolculuk Üretim Hesaplamalarına İlişkin Ulusal Ölçekli Çalışmaların Değerlendirmesi

TRICS, Yeni Zelanda Yolculuk Oranı ve Otopark Veri Tabanı (NZTPD) ve ITE Yolculuk Üretim Kılavuzunun her biri farklı arazi kullanım türlerinin yolculuk üretimlerini tahmin etmek için kullanılan araçlardır (Hammadi & Miller, 2021; Milne vd., 2009). Sözü edilen veri tabanları ulaşım altyapısının tasarlanması ve trafik etkisinin değerlendirmesine fayda sağlamaktadır.

TRICS, İngiltere ve Avrupa ülkelerinin yolculuk modelleri ile arazi kullanım özelliklerini yansıtacak şekilde tasarlandığından, yaygın olarak Avrupa kentlerinde kullanılmaktadır. NZTPD, Yeni Zelanda'ya özgü verilere odaklanmış olup, bu ülkenin yolculuk davranışlarını ve arazi kullanım türlerini yansıtmaktadır. ITE Yolculuk Üretim Kılavuzu ise ABD kentlerinden toplanan verilerle oluşturulmuş olup, dünya çapında ulaşım plancıları tarafından faydalanılan bir kaynaktır (Shi ve Zhu, 2019) (Tablo 6).

TRICS, özel araç, yaya, bisiklet, toplu taşıma yolculukları gibi çok modlu anketleri içeren kapsamlı bir veri tabanıdır (Asad, 2015). ITE Yolculuk Üretim Kılavuzu, özel araç yolculuklarına odaklanan büyük bir veri tabanıdır (Zenina ve Borisov, 2013). Ancak, özel araç dışındaki ulaşım modlarıyla yapılan yolculukları içermediği için sınırlı veri olarak değerlendirilmektedir. NZTPD ise TRICS ve ITE çalışmalarıyla karşılaştırıldığında daha küçük bir veri tabanıdır. Bu duruma karşın, kentsel, kırsal ve banliyö alanları için yolculuk üretim oranı verisini içermesi nedeniyle yerel olarak daha hassas veri tabanı olarak değerlendirilmektedir (Douglass & Abley, 2011).

Tablo 6. TRICS bilgi sistemi, Yeni Zelanda yolculuk oranı veri tabanı ve ITE yolculuk üretim kılavuzunun karşılaştırması
(Asad, 2015; Douglass & Abley, 2011; Hammadi & Miller, 2021; Milne vd., 2009; URL-1; Weinberger vd., 2014; Zenina ve Borisov, 2013 kaynaklarından derlenmiştir)

	TRICS	NZTPD	ITE Yolculuk Üretim Kılavuzu
Kullanıldığı Coğrafya	- İngiltere - Avrupa Geneli	Yeni Zelanda	ABD Kentleri Başta Olmak Üzere Dünya Geneli
Verinin Kapsamı	Yüksek*	Düşük	Orta
Arazi Kullanıma İlişkin Kategori Sayısı	Orta	Düşük	Yüksek
Kullanım Alanı	- Kentsel Alan - Kırsal Alan - Banliyö	- Kentsel Alan - Kırsal Alan - Banliyö	- Kısmen Kentsel Alan - Kırsal Alan - Banliyö - Karma Kullanımdan Uzak Tek Kullanımın Olduğu Bölgeler

* Farklı ulaşım modlarına dair bilgileri kapsamı nedeniyle veri kapsamı yüksek olarak değerlendirilmiştir.

TRICS, farklı arazi kullanım türlerine ve bu kullanımların alt türlerine ait bilgi sağlarken, NZTPD, konut, ticaret, eğitim ve sanayi gibi kullanımlara dair bilgi sunmaktadır ve kategori sayısı TRICS'e kıyasla sınırlıdır (Milne vd., 2009). Sözü edilen üç ulusal veri tabanı içinde en geniş arazi kullanım yelpazesine ITE Yolculuk Üretim Kılavuzu sahiptir. Ancak, kılavuz karma kullanım alanlarında ve kompakt gelişme alanlarında etkili bir hesaplamayı içermemektedir.

Her bir ulusal veri tabanı, kullanılabilirlik açısından incelendiğinde TRICS'in esnek ve gelişmiş filtreleme seçeneklerinin olduğu, NZTPD'nin TRICS'e göre daha az esnek olduğu, ancak yerel kullanım için pratik çözümler üretmesi sebebiyle coğrafi odağı kapsamında etkili olduğu anlaşılmıştır (Milne vd., 2009). ITE Yolculuk Üretim Kılavuzu'nun ise kullanımının kolay olduğu, ancak ABD kentleri dışında kullanılması için ek verilere ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir.

Üç ulusal veri tabanındaki yolculuk üretim oranlarındaki benzerlik ve farklılıkları görebilmek için, Tablo 3, 4 ve 5'te bazı arazi kullanım türlerinin yolculuk üretim oranları sunulmuştur. Arazi kullanım türleri için ölçü birimleri, her üç veri tabanında da benzer

şekilde ele alınmıştır. Konut kullanımı için ölçü birimi “bir konut birimi” iken, ticaret ve sanayi gibi kullanımlarda belli bir alan büyüklüğü üzerinden ölçümler yapılmıştır. Arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim oranları ise birbirinden farklıdır. Bu durumun, ülkelerin sosyo-ekonomik yapısı, ulaşım alışkanlıkları, toplu taşıma politikaları, özel araç sahiplilik oranları gibi etmenlerdeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özetle; farklı ulaşım modlarıyla gerçekleştirilen yolculuk oranları için Avrupa kentlerinde TRICS’in, yerel dinamiklerle uyumlu olması nedeniyle Yeni Zelanda kentlerinde NZTPD’nin, ABD kentlerindeki projelerin trafiğe etkisinin değerlendirilmesinde veya özel araç yolculukları tahmininde ITE Yolculuk Üretim Kılavuzunun kullanılması uygundur. Bununla birlikte, sözü edilen üç farklı çalışma türünden faydalanılarak gerçekleştirilen Zenina ve Borisov’un (2013) çalışmasında, ITE tarafından geliştirilen yolculuk üretim hesaplama yönteminin en güvenilir sonucu verdiği ifade edilmektedir.

1.4. Ulaşım İlişkin Çalışmalarda ve Yolculuk Üretim Hesaplamalarında Kullanılan Farklı Veri Setleri

Yolculuk üretim oranı tahminine ilişkin çalışmalarda kullanılan veri toplama yöntemi doğrultusunda farklı içerikte bilgiye erişilebilmektedir. Veri toplama yöntemi, yolculuk üretim oranı tahmini yapılacak arazi kullanım türüne göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; hastane, sanayi, ticaret gibi kullanımlar için yaya ve trafik sayımları yapılabilirken, konut kullanımı için hanehalklarıyla anket çalışmaları yürütülmektedir. (Naser vd., 2015; Patel vd., 2016; Pratiwi vd., 2019; Wilfred vd., 2015). Ulaşım planlama çalışmalarına girdi sağlayan veri, yaygın olarak anket çalışmalarıyla elde edilmektedir (Aboelenen vd., 2021; Kulpa ve Szarata, 2016; Patel vd., 2017).

Yolculuk üretim modellemesinin, aktivite temelli yolculuk üretim modellemesine evrimi ile yüksek çözünürlüklü veri tabanlarına ihtiyaç duyulmuştur (Tajaddini vd., 2020). Bu kapsamda, günümüzde özellikle teknoloji alanındaki gelişmelerin etkisiyle, ulaşım çalışmalarındaki veri toplama yöntemi ve veri setinin içeriği konusunda farklılaşmalar başlamıştır.

GPS cihazları, akıllı telefonlar, toplu taşıma akıllı kart verileri ve sosyal ağ siteleri gibi araçların tümü, ilgili verileri zaman içinde sürekli olarak kaydederek ve saklayarak

bireylerin hareketlerini ve aktivitelerini izleme potansiyeline sahiptir. Geleneksel hanehalkı yolculuk anketlerinden elde edilen veriler oldukça ayrıntılıdır. Ancak, anket esnasındaki eksik bildirimler veya yanlış beyanlar hatalı sonuçlara ulaşılmasına neden olabilmektedir.

1.4.1. Hanehalkı Yolculuk Anketleri

Hanehalkı yolculuk anketleri, bireylerin yolculuk alışkanlıklarını, ulaşım tercihlerini ve hareketliliğini anlamak için yapılan; ulaşım ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılan önemli veri toplama araçlarından biridir.

Uygulanan anketler ile bireylerin yolculuk süreleri, mesafeleri, yolculuk amaçları öğrenilmekte, farklı ulaşım türlerinin tercih edilme oranları belirlenebilmektedir. Bununla birlikte, anketler aracılığıyla farklı gelir gruplarının ulaşım tercihlerindeki farklılıklar ortaya konabilmekte ve toplumdaki dezavantajlı grupların erişim sorunları tespit edilebilmektedir. Farklı içerikte birçok bilgiye erişimi sağlayan bu anketlerin uygulama şekli yüz yüze veya telefon ile yapılmaktadır (Talpur vd., 2012; Wolf, 2000). Teknoloji alanındaki gelişmeler ile online ya da mobil uygulamalar üzerinden de anketler yapılmaya başlanmıştır.

Ulaşım planlama çalışmalarında veri toplama yöntemi olarak benimsenen anket çalışmalarının sağladığı en önemli avantaj alandaki sosyo-ekonomik yapıya ilişkin bilgilerin toplanmasıdır (Talpur vd., 2012). Hanehalkı yolculuk anketleriyle yolculara ve yolculuklara ilişkin kapsamlı veri elde ediliyor olmasına karşın yöntemin dezavantajları da bulunmaktadır. Hanehalkı yolculuk anketlerini yürütmek yüksek maliyetli ve zorlayıcı bir süreçtir. Kentsel nüfusun ve dolayısıyla kentlerde yaşayan hanehalkı sayısının daha az olduğu ulaşım planlama çalışmalarına başlanılan ilk dönemlerde anket çalışmalarını yürütmek günümüzdeki kadar zorlayıcı değildi. Ancak, kentsel alandaki nüfus artışı ile günümüzde geline nokta ulaşım planı çalışmalarında yapılan anketlerin on binleri bulunduğu bilinmektedir. Stopher (2009), %1-3 örneklem büyüklüğüyle yüz yüze yapılan anket çalışmalarında son yirmi yılda örneklem büyüklüğünde azalma olduğunu ve anket yapılan hanehalkı sayısının 2500-10000 aralığında tutulduğunu belirtmektedir. Yüksek maliyet, uzun sürece yayılan anket çalışmaları ve anket yürütücüsünün güvenliğine yönelik

tehditler anket tekniğinde yeni yöntem arayışlarına ve örneklem büyüklüğünün azaltılmasına sebep olmuştur.

Farklı ülkelerde yüz yüze anket tekniğinin yerine farklı yöntemler test edilmiştir. Wilson (2004), posta anketi (postal survey) tekniğinde özellikle günlük ortalama yolculuk sayısı yüksek olan hanelerin anket çalışmasına katılım sağlamak istemediğini ve genel yanıt oranının düşmesini olumsuz bir özellik olarak aktarmaktadır. Farklı bir diğer teknik olan telefonla anket (computer-assisted telephone survey) tekniğinde ise iletişimde kayıp bilgiler olabilmektedir. Bu durum yolculuk sayılarında yüz yüze görüşme tekniğiyle yapılan anketlerden farklı sonuçlara ulaşılmasına sebep olmaktadır (Wolf, 2000). Stopher (2009), yolculuğun başlangıç-bitiş noktası ve amacı yerine bundan sonra yapılacak bir sonraki aktiviteyi sorarak yolculuk günlüğü çıkarılmasına odaklanan yolculuk günlüğü anket (trip diary) çalışmalarının varlığından da söz etmektedir. Ancak yolculuk günlüğü anketlerindeki temsil ve doğruluk kaygısı, posta anketinde yüksek katılım oranına ulaşma zorluğu, telefon anketindeki bilgi kayıpları gibi sorunlar yüz yüze anket tekniğini daha elverişli kılmaktadır. Yüz yüze anket tekniğinde ise binlerce (nüfusa göre on binlerce) hanehalkı ile yolculuk anketi yapmanın oldukça uzun bir süreye yayılması ve yüksek maliyeti araştırmacıları veri toplama yönteminde yenilikçi düşüncelere yönlendirmiştir. Maliyeti düşürebilmek için örneklem büyüklüğünün azaltılıp azaltılamayacağını sorgulandığı Kulpa ve Szarata'nın çalışmasında (2016) örneklemin belli bir düzeye kadar düşürülebileceği, örneklem büyüklüğü azaldıkça anlamlı veri elde etmenin zorlaştığı tespit edilmiştir.

Hanehalkı yolculuk anketlerinin yüksek maliyetli ve uzun süreli olmasının yanı sıra bir değer dezavantajı da verinin içeriği ve temsil düzeyine yöneliktir. Anket uygulaması talebe bağlıdır. Örneklem için seçilen hanehalklarının sorulara yanıt vermekten kaçınması veya yanlış bilgi verme olasılığı, veriye dayalı analizlerde hataların oluşmasına ve yanıltıcı sonuçların elde edilmesine sebep olabilmektedir. Örneklem olarak seçilen hanehalklarının anket uygulamasına izin vermemesi gibi durumlar, anket uygulanan hanehalklarının kenti temsil düzeyini de etkilemektedir.

1.4.2. Cep Telefonu Sinyalleri

Günümüzde cep telefonları bireyler tarafından kullanılan en önemli iletişim aracıdır. CDR (call detail record) olarak adlandırılan çağrı ayrıntı kaydı ile cep telefonu kullanıcısı olan bireylerin hareketleri izlenebilmektedir. CDR, mekansal ve zamansal bilgiyi içeren ve bir telefon santrali tarafından üretilen veri kayıdır. CDR verisi ile bireylerin hareketliliği daha iyi anlaşılabilmekte ve daha doğru başlangıç-varış matrisleri elde edilebilmektedir (Tajaddini vd., 2020). Bu sayede, geleneksel yolculuk anketlerine göre daha düşük bütçeyle ve daha kısa sürede cep telefonu sinyallerinden mekansal ve zamansal olarak bilgi temin edilebilmekte ve yolculuk üretim modellemesine girdi sağlanabilmektedir (Bwambale vd., 2017; Bhandari, 2018).

Tajaddini vd. (2020), cep telefonu sinyallerini kullanarak yolculuk üretim modellemesinde başlangıç-varış matrisi oluşturmak için ilk çalışmayı Caceres vd.'nin (2007) yaptığını belirtmiştir. İlerleyen yıllarda farklı araştırmacılar tarafından bu çalışmalar geliştirilmiştir.

Yolculuk üretim modellemesinde geleneksel hanehalkı anketlerinin ekonomik açıdan zorlayıcı ve hatalara yatkın olduğu görüşünde olan Bwambale vd. (2017), mekansal ve zamansal olarak kaydedilen cep telefonu sinyal verilerini yolculuk üretim modellemesine girdi sağlayacak veriler olarak görmüş ve veri içeriği sayesinde araştırmalarında demografik yaklaşım geliştirmişlerdir. Cep telefonu kullanım özelliklerine göre yolcuları gruplara ayırmış ve GSM hareketlilik verileri üzerinden yolculuk üretimini modellemişlerdir. Ancak, özel veri toplama çabaları sonucunda oluşturdukları hibrit modelin demografik tahmin bileşenini iyileştirmenin farklı yollarının araştırılarak elde edilecek sonuçların güvenilirliğinin artırılmasını önermektedirler.

CDR örnekleme yönteminin, hanehalkı anket örneklemesi kadar önemli olduğunu gösteren Schneider vd.'nin (2013) çalışmasında cep telefonu sinyal verisi ve anket verisi Paris ve Chicago'daki günlük hareketliliği araştırmak için altı aylık süre boyunca kullanılmıştır. Sonuç olarak, her iki veriye göre de oluşturulan yolculuk üretim modelinin %90 oranda uyumlu olduğu saptanmıştır.

Shi ve Zhu (2019) da konut uçlu yolculuklar için yolculuk üretim oranlarını analiz ettikleri çalışmalarında, cep telefonu sinyal verilerini işlemiştir. İstihdam eden nüfus

yoğunluğunu da içeren trafik analiz zonlarına dayalı olarak, sabah zirve saatlerinde genel yerleşim yeri ve alt kategorilerine göre (kentsel alan, merkez dışı alan ve kırsal alan) ev-iş yolculuklarının üretim oranlarını ve cazibe oranlarını elde etmek için çoklu aşamalı regresyon (multiple stepwise regression) uygulamışlardır. Cep telefonu sinyal verisi GSM operatöründen temin edildiği için çalışmalarda kullanıcı mahremiyeti önem kazanmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar cep telefonu sahiplerinin sosyo-ekonomik özelliklerine ilişkin bilgileri elde edememekte ve elde edilen yolculuk üretim oranları sosyo-ekonomik grupların yolculuk özelliklerini yansıtmamaktadır. Ev-iş yolculukları için yolculuk üretim oranları hesaplandığından araştırma sabah zirve saatlerde gerçekleştirilmiştir. Ancak, bazı arazi kullanım türlerinin yolculuk çekimi için zirve saatleri farklılaşabilmekte hatta yolculuk hacmi gün içinde uzun saatlere dağılabilmektedir. Bu durum araştırmacılar tarafından da çalışmanın bir kısıtı olarak tariflenmiştir. Tüm bu kısıtlara rağmen, hemen hemen herkes cep telefonu kullanmaktadır ve cep telefonu sinyalleme verilerinin nüfus hareketine dair oldukça ayrıntılı bilgi sunduğu ifade edilmektedir.

Sözü edilen avantajları ve belli arazi kullanım türleri için güvenilirliği yüksek sonuçlar sunması nedeniyle cep telefonu sinyalleme verilerinin gelecekteki yolculuk üretim oranı ve ulaşım araştırmaları için önemli bir temel veri kaynağı olması araştırmacılar tarafından beklenen bir durumdur.

1.4.3. Toplu Taşıma Akıllı Kart Verisi

Ulaşım ile ilgili çalışmalarda veri teminindeki bir diğer yenilikçi yöntem toplu taşıma akıllı kart verisidir. Akıllı kart toplu taşıma hizmetini sunan operatörlerin yolculuk ücreti toplama işlemlerini kolaylaştıran bir araçtır. Sistematik işleyen toplu taşıma biletlemesinin yanı sıra akıllı kartlar toplu taşıma endüstrisine ve toplu taşıma ile yapılan yolculukların analizine de katkı sağlamaktadır (Blythe, 2004; Liu vd., 2009; Long ve Thill, 2015). Akıllı kartlar, özellikle haftanın belirli günlerinde aynı başlangıç-bitiş noktası arasında gerçekleştirilen düzenli yolculukların hangi zaman aralığında, hangi güzergahta, hangi ulaşım türleri kullanılarak gerçekleştirildiğini, kullanıcıları bireysel düzeyde takip ederek tahmin etme imkanı sunmaktadır (Deri, 2018).

Yolculuk davranışlarının mekan ve planlama yönünden araştırılmasında analitik yöntemlerin geliştirilmesi üzerine çalışan Uzun (2018), veri seti olarak toplu taşımada kullanılan akıllı kart verisinden faydalanmıştır. Akıllı kartlar sadece yerel yönetimler tarafından sunulan toplu taşıma hizmeti ücretlerinin toplanmasını sağlamamaktadır (Deri, 2018). Yolculuklara ilişkin ayrıntılı bilgilere de akıllı kartlar aracılığıyla erişilebilmektedir. Uzun'un (2018) çalışmasında, kent genelinde toplu taşıma araçlarını kullanan 65 yaş ve üstü bireylerin davranışları akıllı kart verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları ise mekan ve ulaşım planlama açısından değerlendirilmiştir. Başka bir çalışmada ise, akıllı kart verisi kullanılarak kent içindeki yolculuklarda hangi koridorların yoğun olarak kullanıldığı, toplu taşıma türlerinden hangilerinin sıkça tercih edildiği gibi üst ölçekli bilgilere ulaşılabilmektedir (Deri, 2012).

Toplu taşımada kullanılan akıllı kartların ilgili kentteki farklı toplu taşıma türleri için entegre olarak kullanılması durumunda, araştırma alanındaki yolculuklara ilişkin gerçek veriler elde edilmektedir. Yolcuların biniş yaptıkları durak noktaları, biniş yapılan zaman gibi zamansal ve mekansal bilgiler bu kartlarda depolanmaktadır. Bu kapsamda, akıllı karttan elde edilen veri aracılığıyla yolculuk üretim tahmini, toplu taşıma yolculuk talebinin yoğun olduğu koridorların tespiti gibi farklı içerikte çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, akıllı kart verisi yolcuların sosyo-ekonomik yapısına ilişkin bilgi barındırmamaktadır. Bununla birlikte elde edilen yolculuk bilgisi toplu taşıma yolculuğu bilgisidir ve özel araç yolculukları, yaya ve bisiklet ile yolcululuk gibi türel dağılıma ilişkin bilgi içermemektedir (Long ve Thill, 2015).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde çalışmanın metodolojisi, çalışmanın yürütüldüğü kent, kentteki toplu taşıma hizmetinin tarihçesi ve mevcut durumu aktarılmıştır. Çalışmada seçilen veri kaynağının toplu taşıma akıllı kartı (TTAK) olması sebebiyle veri setinin içeriği ve ilgili kentte toplu taşımayla yapılan yolculuk bilgileri hakkında genel bilgiler aktararak yorumlanmıştır. Yolculuk üretim oranı hesaplaması yapılacak olan konut kullanımı için, literatürde tespit edilen örnek alan seçim kriterleri ve Türkiye planlama mevzuatından gelen bilgiler doğrultusunda seçilen örnek alanlar sunulmuştur.

2.1. Metodoloji

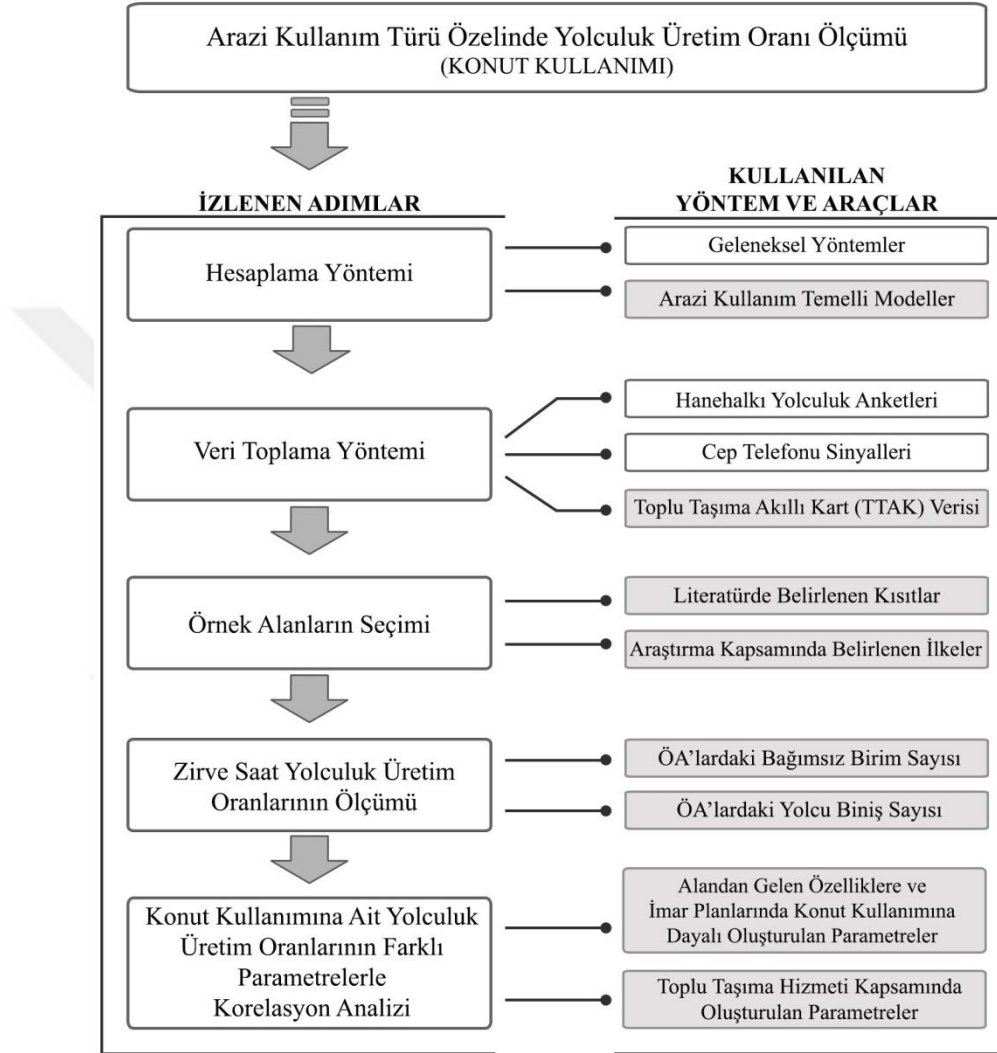
Kent planlamada, arazi kullanım türü bir alanın hangi amaçla kullanılacağını ifade etmektedir. Planlanan arazi kullanım türleri ile bir bölgedeki konut, sanayi, eğitim, sağlık, ticaret vb. faaliyetlerin belirli kurallar çerçevesinde düzenlenmesi gerçekleşir. Çalışmada bir arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim hesaplaması gerçekleştirilmiştir. Teknik ve modelleme bazlı olan tüme varımcı yöntem ile çalışma yürütülmüştür.

Bireylerin yoğun bir şekilde yolculuk yaptığı ve ulaşım sisteminde trafik ve yolcu yoğunluğunun en yüksek seviyeye ulaştığı zaman dilimleri “zirve saat” olarak adlandırılmaktadır. Çalışmada, iş ve eğitim temelli düzenli yolculukların, sabah zirve saatlerde başlangıç noktası olan “konut kullanımı” araştırma için seçilen arazi kullanım türü olmuştur.

Yolculuk üretim modellemelerinde kullanılan hesaplama yöntemleri; “Genel Bilgiler” başlığı altında aktarılan geleneksel yöntemler ve arazi kullanım temelli modellerde kullanılan yöntemlerdir. Çalışmada bir arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranı ölçümü yapılmaktadır. Konu özelinde dünya genelinde en yaygın kullanıma sahip olan ITE Yolculuk Üretim Kılavuzunda kullanılan hesaplama yöntemi çalışmada benimsenen yöntem olmuştur.

Çalışmada kullanılacak olan veri türüne, literatürden gelen bilgiler ışığında karar verilmiştir. Yolculuk üretim hesaplamaları için hanehalkı yolcu anketleri, cep telefonu

sinyalleri, toplu taşıma akıllı kart verisi (TTAK) gibi farklı veri kaynakları bulunmaktadır (Şekil 1). Yolculuklara ilişkin mekansal ve zamansal bilgileri barındıran, örnek alanlarda toplu taşımayla yapılan yolculuk sayısına dair bilgi sunan TTAK temel veri kaynağı olarak seçilmiştir.



Şekil 1. Araştırma tasarımı

Zirve saat yolcu binişlerinin analiz edilebilmesi için İzmir metropoliten kentinde örnek alan seçimleri gerçekleştirilmiştir. Seçim gerçekleştirilirken, bilimsel araştırmalarda örnek alan seçimleri için odaklanılan kısıtlayıcı faktörler ve Türkiye planlama pratiği dikkate alınmıştır. Çalışmada veri kaynağı olarak seçilen TTAK verisinden elverişli bilgi sağlayabilmek için araştırma kapsamında örnek alan seçim ilkeleri oluşturulmuştur. Sözü edilen kısıtlayıcı faktörler ve benimsenen ilkeler çerçevesinde örnek alanlar belirlenmiştir.

Konut kullanımına sahip her bir örnek alana ait toplu taşıma yolculuk üretim oranı ölçülmüştür. Yolculuk üretim oranını etkileyen faktörler literatürde geniş bir yelpazede yer almaktadır. Son aşamada, örnek alanlardaki yolculuk üretim oranlarını etkileyen faktörleri tahminleyebilmek için parametreler oluşturulmuştur. Sözü edilen parametreler, örnek alanların özelliklerine, imar planlarında konut kullanımına yönelik yer alan kararlara ve toplu taşıma hizmetinin mevcut durumuna göre oluşturulmuştur.

Çalışmada bağımsız değişkenler ve ölçülen yolculuk üretim oranı arasındaki ilişki istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin hesaplaması için genellikle “korelasyon analizi” veya “regresyon analizi” kullanılmaktadır. Regresyon analizi, iki bağımsız değişken arasındaki daha karmaşık ilişkileri incelemek için kullanılmakta ve geniş veri setiyle çalışılmaktadır. Çalışmadaki veri setinin ve değerlendirme parametreleri için belirlenen sayının korelasyon analizi için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda, değişkenler ve yolculuk üretim oranı arasındaki ilişki, korelasyon analizlerinde yaygın olarak kullanılan “Pearson Korelasyon Katsayısı” kullanılarak analiz edilmiştir. Katsayının değeri -1 ile 1 arasında değişmektedir. Katsayının “0” olması iki değişken arasında ilişki olmadığını, 0,10-0,30 aralığı zayıf, 0,30-0,50 aralığı orta, 0,50-0,70 aralığı güçlü ve 0,70-1,00 aralığı güçlü bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Ayrıca, “Pearson Korelasyon Katsayısı”nın pozitif (+) olması iki değişkenin aynı yönde hareket ettiğini, negatif (-) olması ise iki değişkenin zıt yönde hareket ettiğini göstermektedir.

2.2. Araştırmanın Yürütüleceği Kent ve Kentteki Toplu Taşıma Hizmeti

Bu başlık altında çalışmanın amaç ve kapsamına göre, araştırmanın yürütüleceği kentin seçiminde etkili olan kriterler belirtilmiştir. Belirlenen kriterler doğrultusunda, çalışma için seçilen kente ait toplu taşıma hizmetinin tarihçesi ve mevcut durumu aktarılmıştır.

2.2.1. Araştırmanın Yürütüleceği Kentin Seçimi

Geleneksel ulaşım planlama yaklaşımlarında kullanılan veri, hanehalkı yolculuk anketleri ve saha çalışmalarından elde edilmektedir. Fakat, konuya ilişkin çalışmalar

yürüten araştırmacılar tarafından, yolculuk anketlerinin ekonomik açıdan zorlayıcı olması, hatalara yatkın olması ve çalışma süresini uzatması gibi dezavantajlarına dikkat çekilmektedir. Anketlere alternatif olması amacıyla literatür taraması yapıldığında veri türü olarak cep telefonu sinyalleri ve toplu taşıma akıllı kart (TTAK) verilerinden faydalandığı, sözü edilen veri türleriyle de etkili sonuçlar elde edildiği bilgisine ulaşılmıştır. Cep telefonu sinyallerinin veri seti olarak kullanıldığı yolculuk üretim modellemesi çalışmalarında, çoğunlukla verinin elde ediliş tekniğinden kaynaklı olarak yolcuların sosyo-ekonomik yapısının bağımsız değişken olarak tanımlanamadığı görülmüştür. Bununla birlikte, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında veri temininde yaşanabilecek sorunlar nedeniyle cep telefonu sinyalleri veri kaynağı olarak tercih edilmemiştir. Toplu taşıma hizmetinde, TTAK ile ücret toplama sistemine sahip kentlerde, yerel yönetimler tarafından yolculuk verileri sistematik bir şekilde kayıt altına alınmaktadır. Bu kapsamda, TTAK veri kaynağının yolculuk üretim modellemesinde elverişli sonuçlar sunacağı düşünülmektedir.

Araştırmada veri kaynağı olarak TTAK bilgileri kullanılacağından araştırmanın yürütüleceği kentin belirlenmesinde iki temel seçim kriteri belirlenmiştir:

- a. Kentte hizmet veren toplu taşıma sistemleri arasında entegre olarak çalışan TTAK kullanımının var olması ve TTAK'ların yolcular tarafından yaygın olarak kullanılması
- b. Kentte gerçekleştirilen yolculukların türel dağılım bilgisini barındıran UAP'nin var olması

Kentlerde otobüs, metro, tramvay vb. farklı toplu taşıma türleriyle hizmet sunulabilmektedir. Sunulan toplu taşıma hizmetinin ücretlendirilmesinde, farklı türler arasında entegrasyonun sağlandığı tek bir TTAK'nın var olması, yolculuk bilgileri ile daha elverişli analizler yapılmasına olanak sağlamaktadır.

TTAK verisi kullanımıyla, toplu taşıma ile yapılan yolculuk üretim oranına ulaşılabilmektedir. Konut alanlarının zirve saat yolculuk üretim oranları, sadece toplu taşıma ile yapılan yolculukları değil özel araç, minibüs, yaya, bisiklet gibi tüm ulaşım modlarının kullanıldığı toplam yolculukları da barındırmaktadır. Bu nedenle, araştırma için seçilen kentin ulaşım ilişkin mevcut durum bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ulaşım Ana Planı (UAP) hazırlık aşamasında, kurumlardan ve sahadan toplanan veriler sonucunda

elde edilen bilgilerde, kentteki toplam yolculukların farklı ulaşım modlarına dağılımı bilgisi de yer almaktadır. Bu kapsamda, UAP'nin varlığı araştırmanın yürütüleceği kentin seçiminde etkili olan ikinci faktör olmuştur.

Sözü edilen iki faktör doğrultusunda; 1999 yılından itibaren toplu taşımada aktif olarak akıllı kart kullanılan, 2017 yılında UAP'si onaylanan, ilerleyen yıllarda gerçekleştirilen saha çalışmaları ve analizlerle mevcut durum bilgileri güncellenen “İzmir Metropolitan kenti” çalışmanın yürütüleceği kent olarak seçilmiştir.

2.2.2. İzmir Metropolitan Kentindeki Toplu Taşıma Hizmetinin Tarihçesi ve Mevcut Durumu

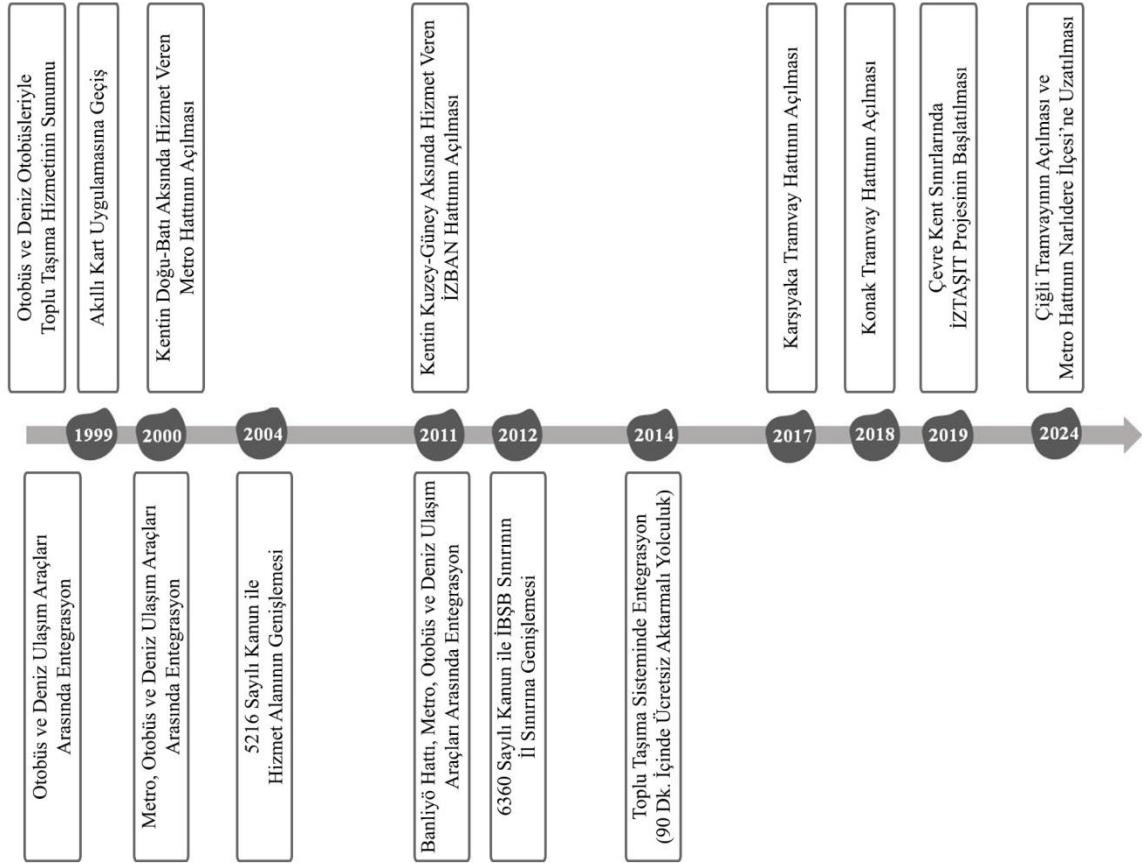
2004 yılı öncesinde İzmir Büyükşehir Belediye sınırlarına dahil olan toplam 10 adet ilçe bulunmaktaydı. Bu dönemde, kentte sadece otobüs hatları ve deniz otobüsleri ile toplu taşıma hizmeti sunulmuştur. Toplu taşıma hizmetinde akıllı kart kullanımına ise ilk kez 1999 yılında başlanmıştır (EGM, 2021).

Kentin yerleşik alanının genişlemesi, nüfus artışı gibi faktörlerin etkisiyle toplu taşıma hizmetine yeni bir sistem daha dahil edilmiştir (Şekil 2). Kentin doğu-batı aksında hizmet vermek üzere 2000 yılında metro hattı açılmıştır (URL-6). Bu kapsamda, otobüs, metro ve deniz otobüsleri arasında entegrasyon çalışmaları başlatılmıştır.

2004 yılında yürürlüğe giren 5216 sayılı “Büyükşehir Belediyesi Kanunu” ile kamusal hizmet sorumluluk alanına dahil olan ilçe sayısı 10'dan 21'e çıkmıştır. Hizmet alanının genişlemesi, hizmet verilen yolcu sayısının artması ile 2011 yılında kentin kuzey-güney aksında İZBAN adı ile banliyö hattı açılmıştır (URL-7). İlerleyen yıllarda, doğrusal olarak ilerleyen hattın her iki ucuna da yeni istasyonlar eklenerek raylı sistem ağı uzatılmıştır.

2012 yılında “On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”un yürürlüğe girmesi ile İzmir İl sınırı, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin yeni idari sınırı olmuştur. Yıllar içinde genişleyen Büyükşehir Belediyesi idari sınırı, artan nüfus ve sisteme yeni eklenen toplu taşıma türleri ile toplu taşıma ağ tasarımı ve ulaşım politikalarında yeni düzenlemelere gereksinim duyulmuştur. Yerleşik alan sınırının ve

toplu taşıma ağının genişlemesiyle, kentlilerin ikamet ettikleri alanlar ile çalışma alanları ya da eğitim gördükleri alanlar arasındaki mesafe de artmaya başlamıştır. Günlük düzenli yolculuk mesafelerinin artması özellikle ücretlendirme politikasında revizyon ihtiyacını gündeme getirmiştir.

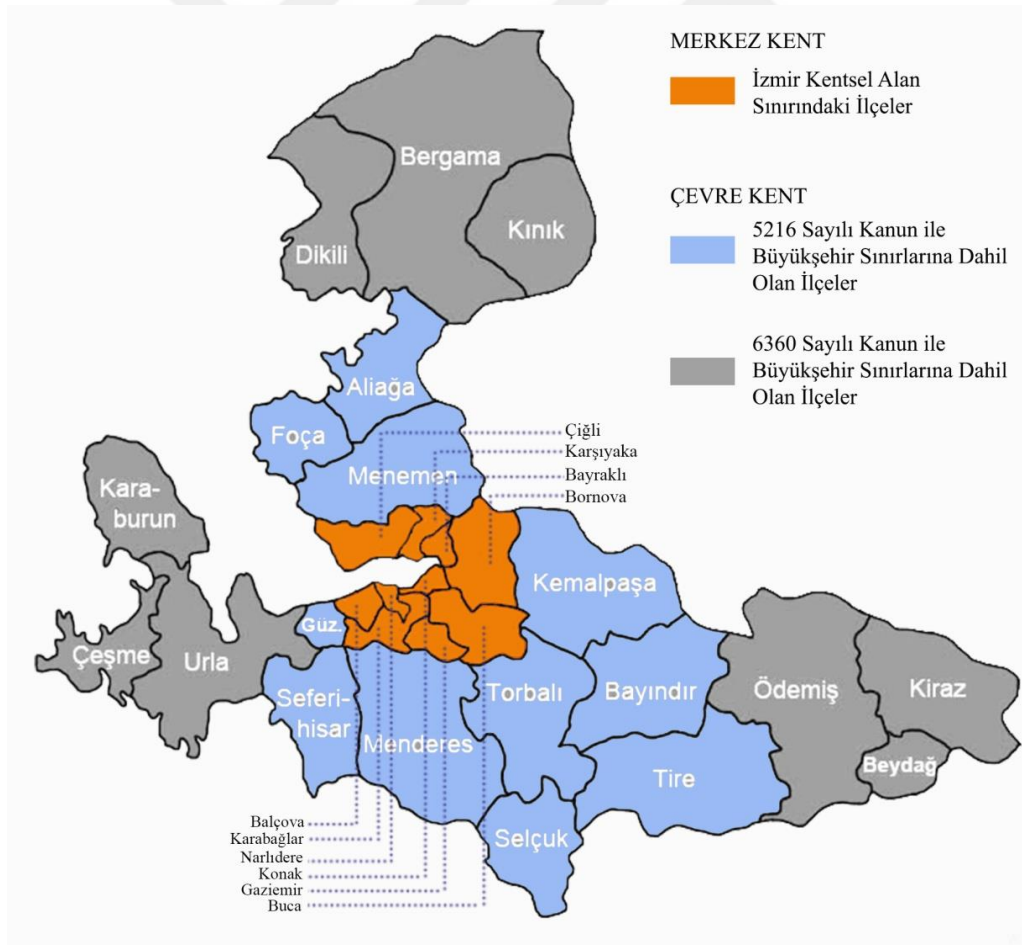


Şekil 2. İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma hizmetinin tarihçesi

2014 yılında İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından “Toplu Taşıma Sisteminde Entegrasyon” adı verilen yaklaşım ile farklı toplu taşıma türleri arasında ücret toplamaya, aktarmalı binişlerde mekansal bağlantıların sağlanmasına ve sefer çizelgelemeye ilişkin entegrasyon çalışmaları başlatılmıştır (EGM, 2024). Bu doğrultuda, ilk biniş sonrası gerçekleştirilen diğer yolculuklar aktarmalı yolculuk olarak adlandırılmış ve 90 dakika içinde yapılan aktarmalı yolculuklar ücretsiz hale getirilmiştir. İlerleyen yıllarda aktarmalı yolculuklar için ücretlendirme politikasında değişiklikler gerçekleştirilmiştir. İlk biniş sonrasında, 120 dakika içinde gerçekleştirilen diğer aktarmalı binişler için düşük ücret politikası uygulanmıştır. Ancak, 10.07.2024 tarih ve 2024/451 sayılı UKOME Genel

Kurulu kararı ile 90 dakika içinde ücretsiz aktarmalı yolculuk yeniden uygulamaya alınmıştır.

Raylı sistemler, sabit bir güzergaha sahip olduğundan taşıt trafiğinden bağımsız bir şekilde daha kısa sürede, uzun mesafeli yolculuklara imkan sağlamaktadır. Ayrıca, raylı sistem ve deniz yolu taşımacılık sistemine ait araçların yolcu kapasitesi otobüslere göre oldukça fazladır. Bu nedenle, aktarmalı yolculuk revizyonu özellikle otobüs hatlarına ait güzergahlarda köklü değişiklikleri gerektirmiştir. Otobüs hatlarının sefer programları banliyö hattı, metro, deniz otobüsü ve feribotların sefer programları ile uyumlandırılmıştır. Aktarmalı yolculuklar için entegrasyon yalnızca zamansal olarak gerçekleştirilememekte, mekansal açıdan da altyapı gerektirmektedir. Yolcuların aktarmalı olarak yolculuklarına devam edebilmesi için, toplu taşıma türünü ve/veya aynı tür içinde toplu taşıma hattını değiştirdikleri noktalarda aktarma merkezleri de inşa edilmiştir.



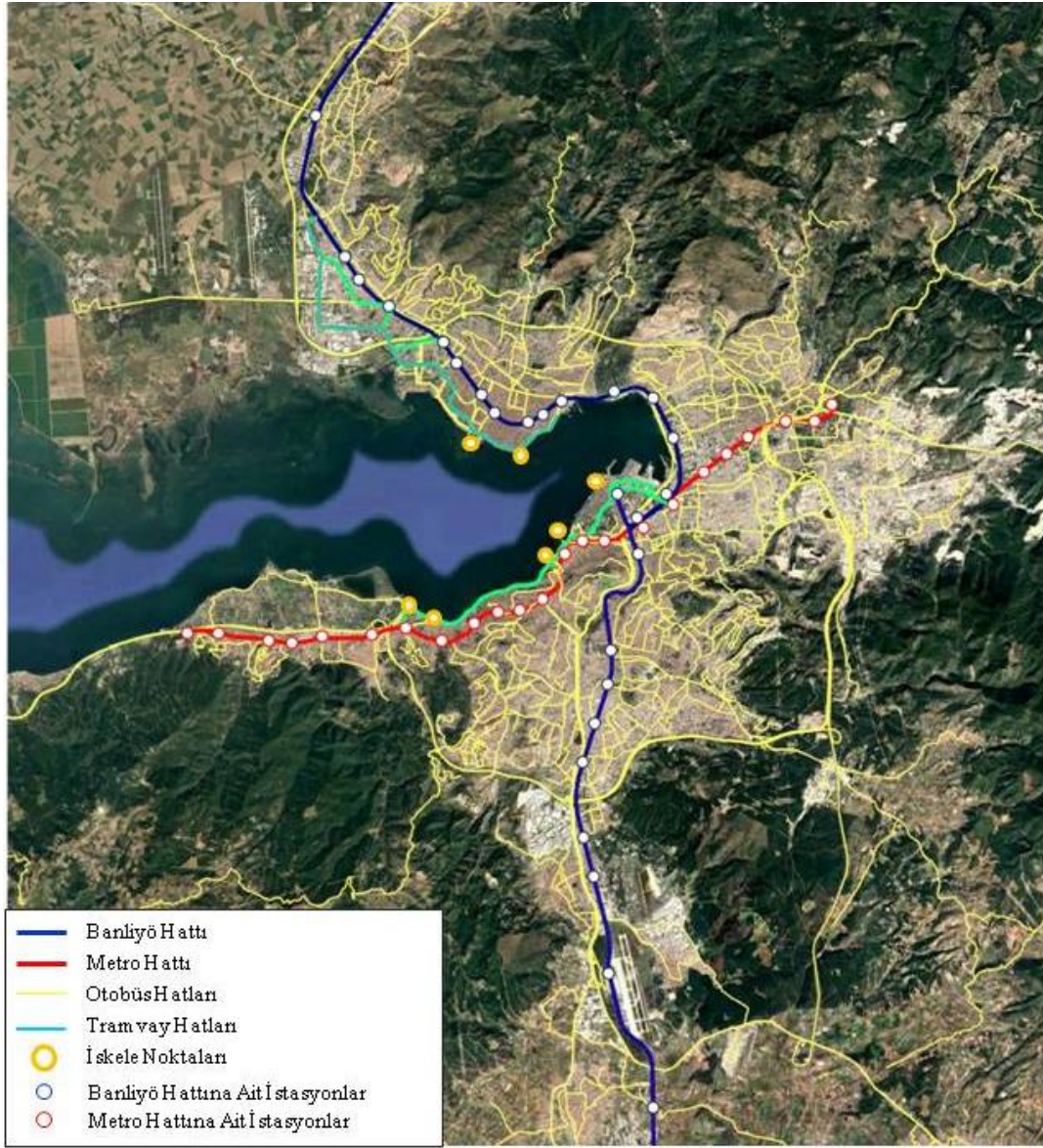
Şekil 3. İzmir İli'ndeki ilçeler ve merkez-çevre kent sınırları

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin genişleyen idari sınırları neticesinde Balçova, Bayraklı, Bornova, Buca, Çiğli, Gaziemir, Karabağlar, Karşıyaka, Konak ve Narlıdere İlçelerinin bulunduğu bölge “Merkez Kent” olarak adlandırılmıştır (EGM,2023). Bu ilçeler dışında, kent merkezine uzak mesafede yer alan çeperdeki ilçelerin bulunduğu bölgeler de “Çevre Kent” olarak tariflenmektedir (Şekil 3). Yukarıda sözü edilen entegre ulaşım sistemine ait ücretlendirme politikası “Merkez Kent” olarak tanımlı alanda uygulanmaktadır.

2012 yılı itibariyle Büyükşehir Belediye sınırlarına dahil olan ve “Çevre Kent” olarak tanımlanan alanlarda yaygın olarak otobüs hatları ile hizmet sunulmaya başlanmıştır. Hat optimizasyonu çalışmaları kapsamında, İzmir Büyükşehir Belediyesi ve ESHOT Genel Müdürlüğü “İZTAŞIT Projesi”ni uygulamaya almıştır (EGM,2023). Çevre Kent sınırlarında hizmet veren minibüs kooperatifleri tek bir çatı altında toplanarak, belediye denetiminde hizmet vermeye başlamıştır. Merkez Kentte sunulan ile eşdeğer nitelikte hizmet verebilmek adına otobüs hattı olan İZTAŞIT hatları planlanmaya başlamıştır. 2019 yılında ilk kez Seferihisar İlçesi’nde da başlayan uygulamaya sırasıyla Kiraz, Bergama, Menemen, Foça, Ödemiş, Bayındır ve Beydağ çevre ilçeleri de dahil olmuştur.

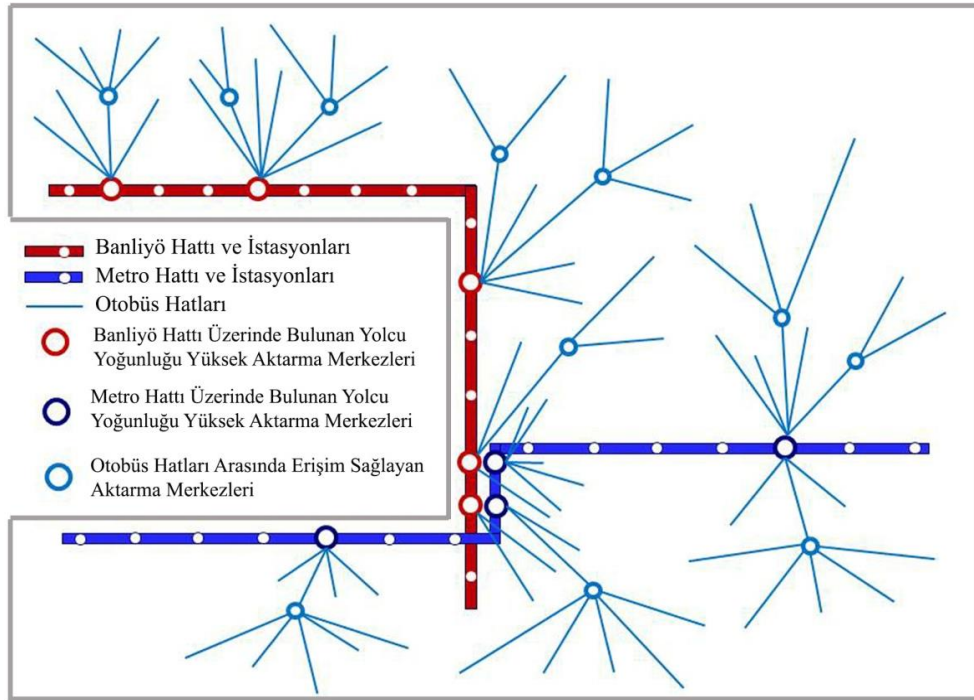
Günümüzde yukarıda sözü edilen toplu taşıma türlerinin yanı sıra tramvay hatlarıyla da hizmet verilmektedir. 2017 yılında kentin kuzey kesiminde “Karşıyaka Tramvay Hattı”, 2018 yılında kent merkezinin kıyı kesiminde hizmet veren “Konak Tramvay Hattı” ve 2024 yılında kentin kuzeybatı kesiminde üniversite alanı ile organize sanayi bölgesine hizmet veren “Çiğli Tramvay Hattı” açılmıştır (URL-8). Şekil 4’te görülen doğu-batı aksında hizmet veren metro hattı, kentin güney kesimindeki Narlıdere İlçesi’ne kadar uzatılmış olup, kentin güneydoğu kesiminde yer alan Buca İlçesi’nin mevcut metro hattına bağlantısını sağlamak üzere inşaat faaliyetleri de sürdürülmektedir.

Kentin günümüzde yürürlükte olan Ulaşım Ana Planı, 2017 yılında onaylanan “Ulaşım Planı İzmir (UPİ)”dir. UPİ 2017 raporunda da kentteki nüfus artışının, yolculuk üretim ve çekim değerlerinde değişiklik oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, özel araç sayısında yaşanan artışın da yolculuk sırasında kullanılan ulaşım türü tercihini etkilediği tespit edilmiştir. Planın toplu taşıma sistemine ilişkin yapılan çalışmalar bölümünde, kent için raylı sistem odaklı gelişim öngörülmüştür.



Şekil 4. İzmir metropoliten kentindeki toplu taşıma ağının mevcut durumu

Kentteki mevcut toplu taşıma ağı da raylı sistem kullanımını teşvik edici şekilde tasarlanmıştır. Merkez kent olarak tanımlı alanda doğu-batı aksında hizmet veren metro hattı ve kuzey-güney aksında hizmet veren banliyö hattının üzerinde yolcu binişlerinin yüksek sayıda olduğu aktarma merkezleri yer almaktadır. Otobüs hatları, bu aktarma merkezlerine ve deniz otobüsleriyle hizmet verilen iskele noktalarına erişim sağlayacak şekilde planlanmıştır (Şekil 5). Kentsel yerleşimin geniş bir alana yayılmış olması sebebiyle, raylı sistem hatlarına uzak mesafedeki yerleşim alanlarından, otobüs hatlarına aktarma imkanı sağlayan ikincil otobüs hatları da bulunmaktadır.



Şekil 5. İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma ağı tasarımı

UPI 2017 kapsamında gerçekleştirilen anket çalışmaları sonucuna göre, Saha Araştırmaları Bilgilendirme Raporunda günlük yolculukların ortalama %30'unun toplu taşıma araçlarıyla yapıldığı bilgisi yer almaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. İzmir metropoliten kentinde günlük yolculukların türel dağılımı (UPI, 2017)

Ulaşım Türü	Günlük Yolculuklarda Ulaşım Modlarının Kullanım Oranı
Toplu Taşıma	% 28,2
Servis	% 11,4
Özel Araç	% 23,4
Yaya ve Bisiklet	% 36,9

2.3. İzmir Metropoliten Kentinde Toplu Taşımayla Yapılan Yolculuk Bilgileri

İzmir metropoliten kentinde toplu taşımayla yapılan yolculuk sayıları ve yolculukların türel dağılımı incelenmiştir. Bir yolcu, gün içinde birden fazla yolculuk yapabilmekte ve ücret ödemesi için her bir yolculukta akıllı kart validatöre okutulmaktadır. Böylece, bir yolcu gün içerisinde birden fazla biniş gerçekleştirerek, birden fazla yolculuk yapmaktadır. Bu kapsamda, bu bölümde aktarılabacak olan bilgiler yolcu sayısını değil, biniş sayısını (yolculuk sayısını) ifade etmektedir.

Tablo 8. 2019-2024 yılları arası ekim ayı hafta içi günlük ortalama yolcu biniş sayısı (URL-9'dan elde edilen veriler ile tablo oluşturulmuştur.)

	2019	2021	2022	2023	2024	Artış/Azalış Oranı
Otobüs	1.029.257	973.926	1.269.802	1.273.054	1.257.202	% 18
Metro	323.217	282.142	354.064	334.794	334.802	% 3
Banliyö Hattı	252.775	230.426	226.263	266.323	268.269	% 6
Tramvay	110.993	90.990	105.294.8	99.842	123.171	% 10
Deniz Yolu	57.545	47.404	49.599	45.207	48.151	- % 20
Toplam	1.773.786	1.624.888	2.005.022	2.019.220	2.031.595	% 13

* 2020 yılında gerçekleşen pandemi sürecinde toplu taşıma kullanım oranı oldukça düşük düzeyde olduğundan, bu yıla ait yolculuk bilgileri analiz edilmemiştir.

Eğitim ve iş temelli yolculukların yıl içinde yüksek düzeyde olduğu Ekim ayı için yolcu binişleri incelendiğinde 2019 ve 2024 yılları arasında toplu taşımadaki toplam biniş sayısının ortalama %13 arttığı görülmüştür (Tablo 8). Yolcu biniş sayısında son beş yıl içinde en çok artışın (+%18) olduğu toplu taşıma türü otobüs, azalmanın (-%20) yaşandığı tür ise deniz yolu taşımacılık araçlarıdır.

Çalışmada kullanılan veri seti 2023 yılına aittir. Günlük trafik hacmini yüksek düzeyde etkileyen yolculuklar iş ve eğitim temelli olan yolculuklardır. Bu kapsamda, araştırma için iş ve eğitim temelli yolculukların yüksek düzeyde olduğu Nisan ve Ekim aylarından, içerisinde grev ve resmi ya da dini tatil günlerinden birinin bulunmadığı birer

hafta seçilmiştir. Seçilen bu haftalar özelinde, İzmir metropoliten kentindeki yolculuk bilgileri analiz edilmiştir.

03-09 Nisan 2023 tarih aralığında hafta içi günlerde günlük ortalama 1.708.525; 02-08 Ekim 2023 tarih aralığında hafta içi günlerde günlük ortalama 2.031.656 yolculuk yapılmıştır (Tablo 9 ve Tablo 10).

Tablo 9. 03 - 09 Nisan 2023 tarih aralığında gerçekleşen yolcu biniş sayıları

		Yolcu Biniş Sayısı (03-09 Nisan 2023)						
		Otobüs	Tramvay	Metro	İZBAN	Deniz Ulaşımı	Toplam	
Hafta İçi Günler	Pazartesi	1.144.740	97.182	277.973	242.468	43.431	1.805.794	Hafta İçi Ortalama 1.708.525
	Salı	973.263	76.416	244.569	205.626	29.353	1.529.227	
	Çarşamba	1.086.131	95.009	258.585	229.883	39.026	1.708.634	
	Perşembe	1.029.191	82.889	262.656	213.322	32.470	1.620.528	
	Cuma	1.168.104	108.383	300.966	252.118	48.873	1.878.444	
Hafta İçi Toplam		5.401.429	459.879	1.344.749	1.143.417	193.153	8.542.627	
Hafta Sonu Günler	Cumartesi	871.727	98.429	228.745	218.929	52.958	1.470.788	
	Pazar	660.163	66.246	157.087	174.466	39.485	1.097.447	
Hafta Sonu Toplam		1.531.890	164.675	385.832	393.395	92.443	2.568.235	
Haftalık Toplam		6.933.319	624.554	1.730.581	1.536.812	285.596	11.110.862	

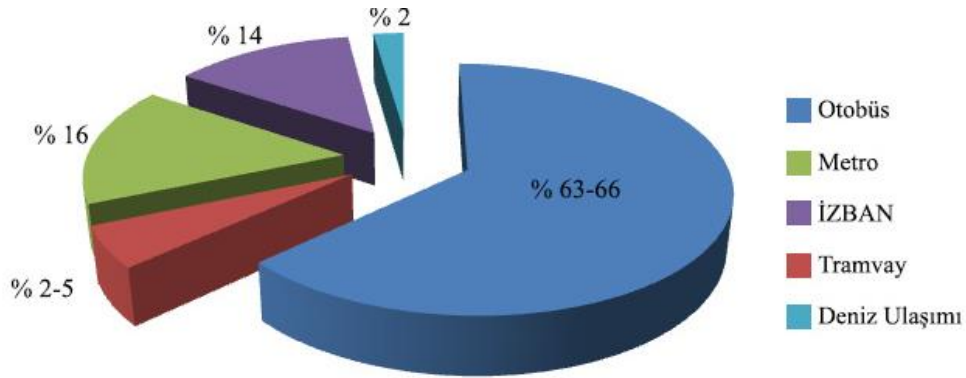
Her iki hafta için de incelenen yolcu biniş sayılarına göre; İzmir metropoliten kentindeki günlük yolculuklarda ortalama %64 oranında lastik tekerlekli toplu taşıma araçları (otobüsler), % 34 oranında raylı sistem araçları (tramvay, metro ve banliyö hattı) ve % 2 oranında deniz ulaşım araçları (deniz otobüsleri ve feribotlar) kullanılmıştır (Şekil 6). Türel dağılım oranlarından da anlaşıldığı üzere, günlük yolculuklarda otobüsler en yüksek paya, deniz ulaşım araçları ve tramvay ise en düşük paya sahiptir.

Biniş türüne göre yapılan sorgulamada, aktarmalı olarak gerçekleştirilen yolculuklar ve ilk biniş verileri analiz edilebilmektedir. İlk binişler, veri seti içinde “normal biniş” olarak adlandırılmıştır. Bu kapsamda, belirtilen hafta aralıklarında hafta içi günlerde normal binişlerde % 66 oranında otobüs hatları, % 18 oranında banliyö hattı olan İZBAN, % 13 oranında metro tercih edilmiştir. Aktarmalı binişlerde ise % 50 oranında otobüs

hatları, % 28 oranında metro, % 18 oranında banliyö hattı olan İZBAN kullanılmıştır (Şekil 7). Normal biniş ve aktarmalı binişlerde tramvay ve deniz yolu ile ulaşım araçlarının kullanım oranı oldukça düşüktür.

Tablo 10. 02- 08 Ekim 2023 tarih aralığında gerçekleşen yolcu biniş sayıları

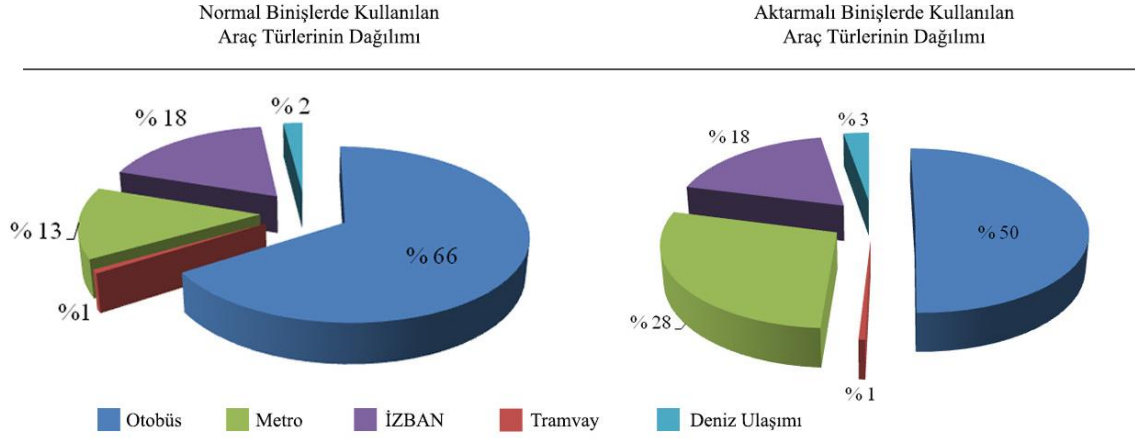
		Yolcu Biniş Sayısı (02-08 Ekim 2023)						
		Otobüs	Tramvay	Metro	İZBAN	Deniz Ulaşımı	Toplam	
Hafta İçi Günler	Pazartesi	1.261.833	34.511	331.031	285.120	42.242	1.954.737	Hafta İçi Ortalama 2.031.656
	Salı	1.367.515	26.637	329.764	254.602	47.812	2.026.330	
	Çarşamba	1.382.852	34.972	315.430	287.898	51.391	2.072.543	
	Perşembe	1.359.525	24.942	324.945	270.008	48.955	2.028.375	
	Cuma	1.358.411	27.653	363.304	277.031	49.894	2.076.293	
Hafta İçi Toplam		6.730.136	148.715	1.664.474	1.374.659	240.294	10.158.278	
Hafta Sonu Günler	Cumartesi	1.009.782	34.572	234.870	229.964	54.145	1.563.333	
	Pazar	775.757	23.313	177.289	178.017	43.450	1.197.826	
Hafta Sonu Toplam		1.785.539	57.885	412.159	407.981	97.595	2.761.159	
Haftalık Toplam		8.019.895	206.600	2.076.633	1.782.640	337.889	12.423.657	



Şekil 6. Hafta içi günlerde yolcu binişlerinin türel dağılım oranları

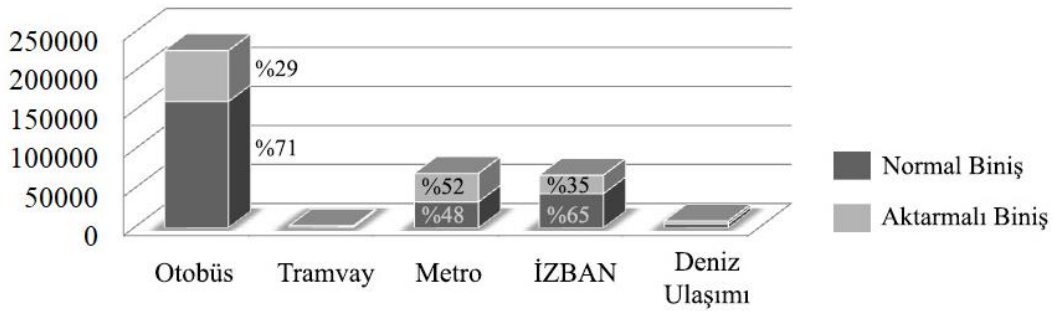
Şekil 7'deki değerlere göre gerek normal binişlerde, gerekse aktarmalı binişlerde en çok kullanılan aracın otobüsler olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, otobüs ile gerçekleştirilen aktarmalı biniş sayısı, normal biniş sayısına göre daha düşüktür. Bu durum, aktarmalı

yolculuk yapan bireylerin özellikle raylı sistemlere erişim sağlarken ilk binişlerinde otobüsleri kullandıkları şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 7. Normal ve aktarmalı biniş sayılarının toplu taşıma türlerine göre dağılımı

Yukarıda aktarılan bilgiler, günlük yolcu binişlerinin toplu taşıma türlerine göre dağılımını göstermektedir. Bunun yanı sıra, toplu taşıma araçları özelinde de yolcu biniş türleri analiz edilmiştir. Günlük yolculuklarda kullanım oranı en yüksek olan otobüslerle yapılan yolculukların % 71'i normal binişlere, %29'u aktarmalı binişlere aittir. Metro ile yapılan yolculukların % 48'i normal binişlere, % 52'si aktarmalı binişlere aittir (Şekil 8).



Şekil 8. Toplu taşıma araçları özelinde yolcu biniş türlerinin dağılımı

Şekil 8'de görüldüğü üzere; metro hattının normal ve aktarmalı biniş oranları birbirine yakındır. Metro hattı, İzmir metropoliten kentinin doğu-batı aksında, kentsel yerleşik alan içinde hizmet vermektedir. Bu durum, yolculukların başlangıç noktasına

yakın konumda metro istasyonlarının bulunması sebebiyle, herhangi bir farklı toplu taşıma türüne ihtiyaç duymadan metroya erişim sağlanabildiği şeklinde yorumlanabilir.¹

Yolcu biniş verileri içinde akıllı kart id numarası doğrultusunda yolcu türüne ilişkin bilgi de elde edilebilmektedir. Özellikle öğrenci binişleri, 65 yaş üstü binişler, ücretsiz geçiş hakkı tanınmış meslek gruplarının binişleri analiz edilebilmektedir. Çalışmada düzenli yolculuklar olan iş ve eğitim temelli yolculuklara odaklanılmıştır. Bu kapsamda, eldeki veri seti ile öğrenci binişleri analiz edilebilmektedir. Ancak, İzmir Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 17.05.2024 tarih ve 495 sayılı kararı doğrultusunda 30 yaşını doldurana kadar bir öğrenci, öğrenci kartı hakkından yararlanabilmektedir. İlgili karar öncesinde belirlenen yaş sınırı 30'un da üstünde olduğundan, öğrenci kartı ile biniş yapan yolcular aktif olarak işgücüne katılan bireyler olabilmektedir. Dolayısıyla, eldeki veri setiyle eğitim amaçlı yolculuklar analiz edilmek istendiğinde anlamlı sonuçlara ulaşılamamaktadır. Bu doğrultuda, çalışmanın ilerleyen aşamalarında da veri seti içinde yolcu türüne ilişkin bilgiler kullanılmamıştır.

2.4. Çalışmada Kullanılan Veriler ve Toplu Taşıma Akıllı Kart Verisinin İçeriği

Çalışmada İzmir metropoliten kenti için konut kullanımına ait yolculuk üretim oranı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın her bir adımında farklı bir veriye ihtiyaç duyulmuş olsa da, yolculuk üretim oranı hesaplaması için kullanılan temel veri toplu taşımaya ait yolcu biniş sayılarıdır.

İlk aşamada, hesaplamaların yapılacağı örnek alanlar için belirlenen kriterler doğrultusunda seçimler gerçekleştirilmiştir. Seçilen örnek alanlardaki toplam konut birim sayısına ulaşabilmek için Bina Bilgi Sistemi Veri Tabanından faydalanılmıştır. Bu sayede, alanlardaki binalarda konut kullanımına sahip toplam bağımsız birim sayısına ulaşılmıştır. Her bir örnek alan için, bireylerin toplu taşıma araçlarına biniş yaptıkları durak noktalarının konum, isim ve id numarası bilgisine ulaşılmıştır. TTA ile Elektronik Ücret Toplama Sistemi (EÜTS) veri tabanına aktarılan bilgiler incelenmiştir. Çalışma için seçilen

¹ Yolculukların türel dağılım bilgisi içinde bisiklet, minibüs vb. kullanım bilgisi bulunmadığından, yolcuların metro istasyonuna yaya olarak erişim sağladığı varsayımı üzerine yorumlanmıştır.

tarih ve saat aralığında, örnek alanlardaki duraklardan ilk binişlerini gerçekleştiren yolcu sayıları EÜTS veri tabanından elde edilmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Çalışmada kullanılan veriler ve veri kaynakları

Veri	Veri Türü	Veri Kaynağı	Veri Birimi
Örnek Alan Sınırı	Durak Alanlarına Yürüme Mesafesi İçinde Bulunan Örnek Alan Sınırları	İzmir Kent Bilgi Sistemi GoogleEarth Hava Fotoğrafları	Hektar
Konut Birimi Sayısı	Örnek Alan İçinde Konut Kullanımına Sahip Bağımsız Birim Sayısı	Bina Bilgi Sistemi Veri Tabanı	Konut Birim Sayısı
Durak Bilgisi	Yolculuğun Başlangıç Noktası-Mekansal Veri	Ulaşım Bilgi Sistemi Veri Tabanı	Durak Adı Durak Id.si
Yolculuk Verisi	Yolcu Biniş Verisi	EÜTS Veri Tabanı	Yolcu/Zirve Saat

İzmir kentinde, yerel yönetim tarafından kamusal hizmet kapsamında sunulan toplu taşıma hizmetinde üç farklı sistem bulunmaktadır. Raylı toplu taşıma sistemi olan banliyö, metro ve tramvay hatları, lastik tekerlekli toplu taşıma aracı olan otobüsler ve deniz yolu taşımacılığını sağlayan deniz otobüsleri ile feribotlar sayesinde geniş bir ağda hizmet sunulmaktadır. Sözü edilen toplu taşıma araçlarıyla kentte gerçekleştirilen yolculuklarda ücret toplama akıllı kartlar aracılığıyla sağlanmaktadır. Yolcuların biniş sırasında TTAK'ları validatörlere okutmasıyla ücret tahsil edilmektedir. Validatörler, raylı sistemler için istasyon noktalarında, deniz yolu taşımacılığı için iskele noktalarında bulunurken, otobüs ile taşımacılıkta doğrudan otobüsün içinde yer almaktadır. EÜTS olarak adlandırılan bu sistem sadece bir ücret toplama aracı değildir. EÜTS aracılığıyla gün içinde gerçekleştirilen yolculuklara dair bilgiler toplanmakta ve depolanmaktadır. Elde edilen verinin içeriği incelendiğinde beş (5) farklı kategoride bilginin yer aldığı tespit edilmiştir.

Yolcular, aldıkları toplu taşıma hizmetinin ücreti için TTAK'yı validatöre okuttuklarında Tablo 12'de yer alan bilgiler depolanmaya başlamaktadır. Her kartın bir "id numarası" bulunmaktadır. Id numaraları; "tam", "öğrenci", "65 yaş üstü", "öğretmen", "ücretsiz geçiş hakkı tanınmış meslek grupları" gibi tariflenen bilet türlerine göre ücret toplanmasını sağlamaktadır. Ayrıca, TTAK'ya tanımlanan bilet türü bilgisi ile yolcuya ilişkin bilgi de elde edilmektedir.

Tablo 12. Toplu taşıma akıllı kart (TTAK) verisinde yer alan bilgiler

Kapsam	Bilgi	Alt Kategori
Toplu Taşıma Aracına İlişkin Bilgiler	Toplu Taşıma Türü	Banliyö Hattı Metro Tramvay Otobüs Deniz Otobüsü Feribot
	Toplu Taşıma Aracı Id Numarası	
	Toplu Taşıma Aracının Operatörü	
Akıllı Karta İlişkin Bilgiler	Akıllı Kart Id Numarası	
	Akıllı Kartın Türü	
Toplu Taşıma Durak Noktasına İlişkin Bilgiler	Raylı Sistemle Toplu Taşıma	İstasyon Adı
	Otobüsle Toplu Taşıma	Durak Numarası ve Durağın Adı
	Deniz Ulaşımıyla Toplu Taşıma	İskele Adı
		Tüm Toplu Taşıma Türleri İçin Başlangıç ve Bitiş Noktası
Yolcu Profiline İlişkin Bilgiler	Bilet Türü	Tam Öğrenci 65 Yaş Üstü Serbest Öğretmen 3-5 Kart
Yolculuk Türüne İlişkin Bilgiler	Yolculuğa Başlangıç Zamanı (yıl/ay/gün - saat/dk/sn)	
	Toplu Taşıma Aracına Biniş Türü	Normal Biniş Aktarmalı Biniş

* Tabloda renklendirilen satırlarda yer alan bilgiler çalışmaya doğrudan girdi sağlayan bilgilerdir.

TTAK'nın okutulduğu her bir validatörün "id numarası" bulunmaktadır. Bu sayede, yolculuğun hangi toplu taşıma türüyle yapıldığı bilinmektedir (Ek 1). İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından sunulan toplu taşıma hizmetinde, raylı sistem, otobüs ve deniz otobüslerinin işletmelerinin her biri farklı bir operatöre bağlıdır. Banliyö hattı olan İZBAN, TCDD ve İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı İZBAN A.Ş.'nin %50 ortaklığıyla kurulmuştur. Metro ve tramvay hatlarının işletmesi İzmir Metro A.Ş.'ye, otobüs hatlarının işletimi ESHOT Genel Müdürlüğü'ne (EGM) ve deniz otobüsleri ile feribotların işletimi de İZDENİZ A.Ş.'ye aittir. Veri setinde yer alan toplu taşıma operatörü bilgisi ile operatör bazlı analizler de yapılabilir.

Toplu taşıma araçlarında ya da istasyon noktalarında bulunan validatör bilgisi ve akıllı kart bilgilerinin yanı sıra zamansal ve mekansal bilgiye de erişilebilmektedir. Kartın validatöre okutulmasıyla yıl/ay/gün ve saat/dakika/saniye bilgileri toplanmaktadır. Çalışmada kullanılan veri seti 2023 yılına aittir. İzmir Büyükşehir Belediyesi bu tarihte aktarmalı yolculuklar için 120 dakika içinde gerçekleştirilen ikinci ve üçüncü binişlerde indirimli ücret uygulamasını hayata geçirmiştir. Toplanan zamansal bilgi ile yolculuğun ilk biniş mi, yoksa aktarmalı gerçekleşen bir biniş mi olduğu öğrenilebilmektedir.

Farklı operatörler tarafından işletilen banliyö hattı, metro, tramvay, otobüs ve deniz otobüslerinin her birinin kendine ait istasyon/durak/iskele noktası bulunmaktadır. Bu noktaların her birinin kendine ait id numarası ve isminin olması, validatörler aracılığıyla mekansal bilginin de depolanmasını sağlamaktadır. İzmir Büyükşehir Belediyesi idari sınırlarına 6360 sayılı Kanun ile dahil olan çeperdeki ilçelere erişim sağlayan banliyö hattı ve otobüs hatlarında “gittiğin kadar öde” olarak adlandırılan ücretlendirme politikası uygulanmaktadır. Örneğin, 40 km.lik güzergaha sahip bir otobüs hattında 5 km. mesafede yolculuk yapan kişi ile 35 km.lik mesafede yolculuk yapan kişi farklı ücretler ödemektedir. “Gittiğin kadar öde” ücretine dahil olan hatlarda, yolcuların akıllı kartına geri ödeme yapılabilmesi için iniş noktalarında bir validatör daha bulunmaktadır. Bu kapsamda, EÜTS ile yolculukların başlangıç noktası olan istasyonlar/duraklar ve “gittiğin kadar öde” uygulamasının olduğu hatlarda iniş noktası olan istasyonlar/duraklar mekansal veri olarak depolanmaktadır.

Yukarıda sözü edilen bilgiler ışığında, veri seti içinde yer alan yolculuk bilgilerinden faydalanılarak gerekli araştırmalar ve toplu taşıma ağı planlanması için analizler gerçekleştirilebilmektedir.

2.5. Konut Kullanımı İçin Örnek Alan Seçim Kriterleri

İzmir metropoliten kentinde çalışmada kullanılmak üzere örnek alan seçimi gerçekleştirilirken Türkiye planlama mevzuatı ve uluslararası yolculuk üretim modellemesi çalışmalarında örnek alan seçim kriterleri incelenmiştir. İncelenen üç durum çerçevesinde konut kullanımı için örnek alan seçim kriterleri oluşturulmuştur.

2.5.1. Türkiye Planlama Mevzuatında Konut Kullanımı

Araştırma konusu için uygun olan imar planı ölçeği 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planıdır. Ancak, Türkiye planlama sisteminde farklı ölçeklerdeki imar planlarında konut alanlarına ilişkin farklılıklar olup olmadığını tespit edebilmek adına 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı ve 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planı lejantları ile uygulama imar planı bulunan alanlardaki yapılaşmaya ilişkin usul ve esasların yer aldığı Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği incelenmiştir. Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği Ek-1ç ve Ek-1d’de ilgili imar planlarının gösterimleri yer almaktadır. Bu kapsamda, Tablo 13’te her iki plan türünde konut alanlarına ilişkin yer alan sınıflandırmalar alt kategorileriyle birlikte gösterilmiştir. Tabloda “Uygulama İmar Planı”na ait “Yapı Düzeni ve Yoğunlukları” alt kategorisinde yer alan yapılaşma türleri sadece konut kullanımına özel durumları içermemektedir. Ancak, konusu bağlamında konut kullanımını yakından ilgilendirdiği için bu alt kategoriye de tabloda yer verilmiştir. Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği’nde ise konut türüne ilişkin tek bir durum tespit edilmiştir.

Nazım İmar Planı gösterimlerinde doğrudan konut alanlarına ilişkin yer alan kategori “Konut Alanları” kategorisidir. Burada konut alanları mevcut ve gelişme olmak üzere iki alt kategoride ele alınmış ve her bir alt kategori de yoğunluklarına göre sınıflandırılmıştır. Konut alanlarının yoğunluk kararlarının gösterildiği plan türü Nazım İmar Planı olduğundan, sözü edilen alt kategoriler Uygulama İmar Planı gösterimlerinde yer almamaktadır. Türkiye kentlerinde konut alanlarının kentsel alandaki dağılımında, yoğunluk açısından genellikle kent merkezinde çok yüksek ve yüksek, merkezden uzaklaştıkça azalan bir eğilim görülmektedir. Kentin gelişme alanlarında yüksek yoğunlukta planlanan konut alanları da olabilmektedir.

Tabloda her iki imar planı türünde de “Kentsel Çalışma Alanları” kategorisi altında konut kullanımının yer aldığı görülmektedir. Kentlerde kimi zaman sadece konut kullanımının yer almadığı, konut ve ticaret gibi karma kullanımın yer aldığı yapılar da bulunmaktadır. Bu nedenle imar planı gösterimlerinde bu durum dikkate alınmıştır. Nazım imar planında “Ticaret-Konut” ve “Ticaret-Turizm-Konut”² kullanımı yer alırken,

² Ticaret+Konut, Turizm+Ticaret+Konut karma kullanım alanları; tek başına konut olarak kullanılmamak koşuluyla, ticaret, turizm, konut kullanımlarından konut hariç sadece birinin veya ikisinin veya tamamının birlikte yer aldığı alanları ifade eder (Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği Madde 4/ıııı).

uygulama imar planında sadece “Ticaret-Konut” kullanımı bulunmaktadır. Gösterimlerde sözü edilen bu kullanımlar çoğunlukla kent merkezlerinde yer almaktadır.

Tablo 13. İmar planı gösterimlerinde konut kullanımı

İmar Planı Türü ve Mevzuat	Konut Alanları	
Nazım İmar Planı	Konut Alanları	Çok Yüksek (+601 kişi/ha)
		Yüksek (301-600 kişi/ha)
		Orta (151-300 kişi/ha)
		Düşük (51-150 kişi/ha)
		Seyrek (-50 kişi/ha)
	Gelişme Konut Alanı	Çok Yüksek (+401 kişi/ha)
		Yüksek (251-400 kişi/ha)
		Orta (121-250 kişi/ha)
		Düşük (51-120 kişi/ha)
		Seyrek (-50 kişi/ha)
Uygulama İmar Planı	Kentsel Çalışma Alanları	Ticaret-Konut Alanı
	Özel Kanunlarla Belirlenen Alan ve Sınırlar	Ticaret-Turizm-Konut Alanı
	Konut Alanları	Toplu Konut Alanı
	Kentsel Çalışma Alanları	Yerleşik Konut Alanı
	Özel Kanunlarla Belirlenen Alan ve Sınırlar	Gelişme Konut Alanı
	Yapı Düzeni ve Yoğunlukları	Ticaret-Konut Alanı
Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği	Yüksek Nitelikli Konut (Rezidans)	Toplu Konut Alanı
		Ayrık Düzen Bitişik Düzen Blok Düzen

Her iki imar planının gösterimlerinde “Özel Kanunlarla Belirlenen Alan ve Sınırlar” bulunmaktadır ve bu kategoride konut kullanımıyla doğrudan ilişkili olan alt kategori ise “Toplu Konut Alanı”dır. Türkiye’de çarpık kentleşmeyle mücadele amacıyla 1930’dan itibaren yasal düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu düzenlemelerin de birçoğu toplu konutlara ilişkindir. Özellikle kentleşmenin yoğunlaştığı 1960’lı yıllardan itibaren konut sorunu, ülke gündeminde ve özellikle kent planlama alanında önemli yer tutmaya başlamıştır (Eşkinat, 2012). 1984 yılında ise dar ve orta gelirli hanelerin barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla Toplu Konut İdaresi (TOKİ) kurulmuştur. Tüm bu durumların kentsel mekandaki etkisi toplu konut alanları olmuştur. Amacı ve barındıracağı nüfus bağlamında, toplu konut alanlarının kent merkezi gibi arsa değerinin yüksek olduğu alanlarda yer seçimi yapılmamaktadır. TOKİ tarafından geçmişte, çoğunlukla kent merkezine belli

mesafelerde bulunan, kimi zaman kent çeperi denilebilecek alanlarda dar gelir grubuna yönelik konutlar üretilmiştir. Günümüzde, kent merkezi ve yakın çevresinde, kentsel dönüşümün gerçekleştiği alanlarda orta ve yüksek gelir grubuna hitap eden konut alanlarının da inşa edildiği örnekler de bulunmaktadır.

Tablo 13’te Uygulama İmar Planı gösterimlerinde “Yapı Düzeni ve Yoğunlukları” kategorisinde “ayrık, bitişik ve blok nizam” yer almaktadır. Yapılaşma türüne ilişkin bu durum, Nazım İmar Planında konut alanları için öngörülen yoğunluk kararlarının mekana yansımadır. Kent merkezi gibi yüksek yoğunluğa sahip alanların çoğunlukla bitişik nizam yapı düzenine sahip olması bu durumun sonucudur.

Bireylerin konut tercihlerinde etkili olan faktörlerin demografik, ekonomik ve sosyolojik yapıları olduğu da literatürde tespit edilen bir durumdur (Balamir, 2010; Kıran Çakır, 2018) Bu durumu temsil eden bir örnek Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği’nde yer alan “yüksek nitelikli konut” tanımıdır. Bu konut türü, Yönetmelik Madde 4/zzzz’de;

“Yüksek nitelikli konut (rezidans): En az konut şartlarını sağlayan; resepsiyon, güvenlik ve günlük temizlik servisi mekânlarının bulunduğu, sağlık hizmetleri, kuru temizleme, çamaşırhane, taşıma, yemek ve alışveriş servisi hizmetleri ile spor salonu ve yüzme havuzu gibi hizmetlerinin verilebildiği birden fazla bağımsız bölümü ihtiva eden 19. Maddede belirtilen yerlerde yapılabilen konut binalarını ifade eder.” şeklinde tanımlanmıştır.

Aynı Yönetmeliğin 19. Maddesinde (Madde 19/ğ/3) ³ ise Ticaret+Konut, Turizm+Ticaret+Konut olarak planlanmış alanlarda yüksek nitelikli konutun (rezidans) da inşa edilebileceğine referans veren hüküm yer almaktadır.

3 Ticaret+Konut, Turizm+Ticaret+Konut gibi konut da inşa edilebilen karma kullanım alanlarında konut veya yüksek nitelikli konut yapılabilmesi için, imar planında konutun ihtiyacı olan sosyal ve teknik altyapı ile donatı alanlarının konut kullanımının getireceği nüfus yoğunluğu üzerinden hesap edilerek bu alana hizmet verecek şekilde ayrılmış olması şarttır.

2.5.2. Uluslararası Yolculuk Üretim Modellemesi Çalışmalarında Örnek Alan Seçim Kriterleri

Arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim hesaplamalarının yapıldığı çalışmalarda veri kaynağı olarak yolculuk anketlerinden faydalanılmaktadır. Günlük düzenli yolculukların başlangıç noktasının konut olması sebebiyle, çalışılan arazi kullanım türü çoğunlukla konut olmaktadır. Karma kullanım alanlarındaki yolculuk üretimini hesaplamanın zorlayıcılığı nedeniyle, incelenen çalışmalarda karma kullanımdan uzak konut bölgelerinin seçildiği tespit edilmiştir. Örnek alan seçiminde kent merkezindeki konut alanlarının tercih edilememesi araştırmanın alan seçimine ilişkin kısıttır.

Konut kullanımının yolculuk üretimi ve hanehalklarının ev temelli yolculuklarının tahminine dair yapılan araştırmalarda alansal ve nüfus bakımından farklı büyüklükte, farklı sosyo-ekonomik ve fiziksel yapıya sahip kentler çalışılmıştır. Bu tür çalışmalar yürütülürken gerek veri toplama aşamasında, gerekse eldeki veriden yolculuk üretiminin tahmininde alana ya da ilgili arazi kullanımın türüne ilişkin bir takım sınıflandırmalar yapılmaktadır. Konut kullanımı özelinde yapılan araştırmalarda alan seçimine ilişkin tespit edilen sınıflandırmalar konut tipolojisine göre farklılaşan konut alanları, kentsel bağlamlar (*urban contexts*) açısından farklılaşan alanlar, idari bölümlenmelerle oluşan alanlar şeklinde çeşitlenmektedir.

Arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim çalışmalarının öncüsü niteliğinde olan ITE Yolculuk Üretim Kılavuzu'nda (2012) yer alan konut kullanımına ait alt kategoriler konut tipolojisine dayanmaktadır. Kılavuzda yer alan konut türleri müstakil konut (single-family detached housing), apartman (apartment), az katlı apartman (low-rise apartment), kat mülkiyetinin olduğu konut (residential condominium/townhouse), müstakil lojman (senior adult housing-detached), apartman tipi lojman (senior adult housing-attached) olarak farklılaşmaktadır. Clifton vd.'nin (2012) çalışmasında ise kentsel bağlama göre çeşitlenen alanlardaki yolculuk üretiminin farklılıklarına odaklanılmıştır. Kent içerisinde farklı alanlar tanımlanarak, her bir alandaki hanehalklarıyla yapılan anketler neticesinde yolculuk üretiminin mekansal farklılıkla ilişkisi araştırılmıştır. Clifton vd.'nin (2012) tanımladıkları alanlar merkezi iş alanı ve ana koridorlar, kent merkezi, konut kullanımının yoğun olduğu alanlar, karma kullanım koridorları, müstakil konut ve karma kullanım birlikte bulunduğu mahalleler, müstakil konutların yer aldığı mahalleler, banliyöler ve kent

dışı alanlardır. Al-Masaeid ve Fayyad (2018) ise kentteki idari alt bölgeler üzerinden yolculuk üretim tahmini gerçekleştirmiştir.

Konut alanlarının herhangi bir sınıflandırmaya dahil edilmeksizin, kentin ulaşım planı için yapılmış hanehalkı anket verisini kullanarak ev temelli yolculukların analiz edildiği çalışmalar da yer almaktadır (Chang vd., 2014). Bununla birlikte, incelenen akademik çalışmalarda konut alanlarının niteliklerinin yanı sıra mekansal büyüklüklerine göre de ele alındığı tespit edilmiştir. Miller vd. (2006) ile Wilfred vd.'nin (2015) araştırmalarından çok sayıda küçük alanlar yerine, az sayıda daha büyük konut bölgeleri özelinde çalışma yürütmenin daha elverişli olduğu anlaşılmaktadır.

2.5.3. Çalışma İçin Belirlenen Örnek Alan Seçim Kriterleri

Yolculuk üretim hesaplamasına ilişkin çalışmalarda kullanılan veri kaynağı hanehalkı yolculuk anketleridir. Çalışmada ise veri kaynağının TTAK olması nedeniyle örnek alan seçiminde farklı kriterlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye planlama pratiği ve kentleşmesi sözü edilen çalışmalardaki coğrafyalardan farklıdır. Örneğin; Türkiye kentlerinde ve dolayısıyla İzmir metropoliten kentinde, az katlı apartmanlar, çok katlı apartmanlar ve kapalı konut sitesi gibi farklı tipolojiye sahip konut alanlarının bir arada olduğu kentsel mekanlar oldukça fazladır. Bu bağlamda, tez çalışmasında doğrudan konut tipolojisini dikkate alarak örnek alan seçimi gerçekleştirilememektedir. Sözü edilen durumlar dikkate alınarak, TTAK verisinden anlamlı bilgiler elde edebilmek için çalışma özelinde örnek alan seçim kriterleri oluşturulmuştur. İzmir metropoliten kentinde konut kullanımı için örnek alan seçimi gerçekleştirilirken aşağıdaki kriterler esas alınmıştır:

- Örnek alanın kentsel alan sınırı içinde bulunması
- Karma kullanıma sahip olmaması (yoğun olarak konut kullanımına sahip, ticaret kullanımının en az düzeyde yer alması)
- Net tarifienebilen alan sınırına sahip olması
- Alan sınırı içinde iskele noktalarının ve raylı sistem istasyonlarının bulunmaması
- Alanın sadece otobüs ile toplu taşıma hizmeti alması
- Alanda en az bir adet otobüs durağının bulunması

Ticaret kullanımının yoğunlaştığı kent merkezinde, binalardaki konut birim sayısının tespiti ve sabah zirve saatlerde konutlarından çıkış yaparak toplu taşımaya binış yapan bireylerin sayılarının tespiti oldukça güçtür. Bu kapsamda, kent merkezi dışında kalan alanlarda örnek alan seçimi gerekli olmuştur. Türkiye kentlerindeki kırsal alan ve kentsel alan dinamiklerinin birbirinden farklı olması yolculuk üretimini de etkileyen bir durumdur. Kentsel alan sınırları içinde, nüfusun, eğitim gören öğrenci sayısının, işgücüne katılan birey sayısının daha fazla olması vb. durumlar nedeniyle yolculuk üretim oranlarının daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Bu nedenle, seçilecek örnek alanlar İzmir metropoliten kentinin kentsel alan sınırı içinde, ancak kent merkezine de uzak bölgelerde seçilmiştir.



Şekil 9. İskele ve istasyon noktalarının tahmini etki alanları⁴

Çalışmada yolculuk üretim oranı hesaplanırken, alandaki toplam konut birim sayısı ile sabah zirve saatlerde toplu taşıma araçlarına binış yapan yolcu sayısına ihtiyaç

⁴ Şekil oluşturulurken, çalışma için seçilen 2023 yılı itibariyle hizmet veren raylı sistem hatları ve istasyonları dikkate alınmıştır.

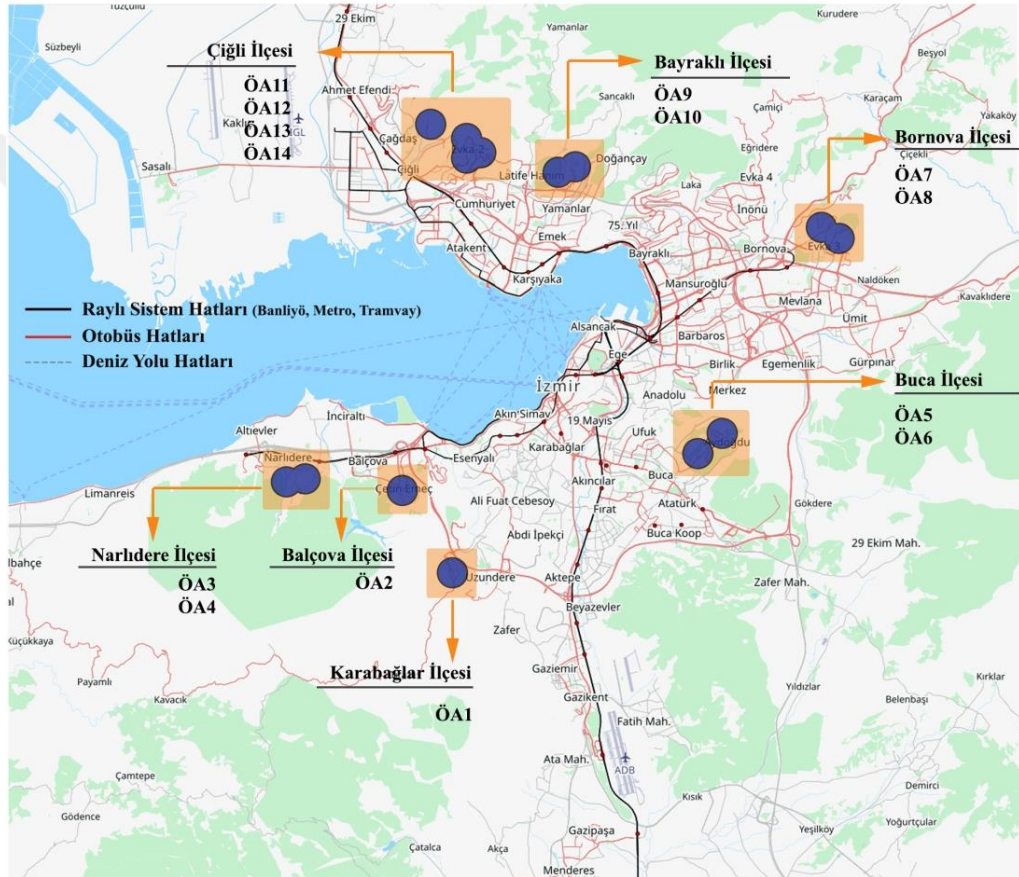
duyulmaktadır. Seçilecek alanlardaki konut birim sayılarını net bir şekilde hesaplayabilmek için alan sınırları iyi tariflenmelidir. Bu nedenle, konut alanı içinde tespit edilen toplu taşıma durak noktalarına yürüme mesafesi esas alınarak örnek alan sınırlarının oluşturulması gerekmektedir.

İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma hizmeti otobüs, metro, banliyö, tramvay hatları ve deniz otobüsleri ile sağlanmaktadır. Ücretlendirme politikasında aktarmalı yolculuklardan düşük ücret alınması durumu ve tüm toplu taşıma sistemlerinin zamansal ve mekansal olarak entegre edilmiş olması, bireyleri aktarmalı yolculuğa teşvik etmektedir. Bununla birlikte, raylı sistem araçlarının ve deniz otobüslerinin otobüslere göre daha yüksek kapasiteli olması ve taşıt trafiğinden arındırılmış, kendi hattının olması nedeniyle etki alanları otobüslere göre daha geniştir. Sözü edilen durumlar, yolcuların ikamet ettikleri alanlardan, istasyon ve iskele noktalarına aktarmalı olarak erişimi tercih etmelerini sağlamaktadır. Bireylerin ikamet ettikleri konut alanlarından aktarmalı erişim sağlayacak farklı bir hattın olmaması durumunda ise yaya olarak, bisiklet veya özel araç ile bu noktalara erişim sağlanmaktadır. Bu kapsamda, iskele ve raylı sistem istasyonlarını içine alan örnek alan seçiminde, yürüme mesafesi esas alınamadığı için örnek alan net sınırlarla tariflenememektedir. Ayrıca, seçilen örnek alan dışında farklı konut bölgelerinden bu noktaya erişim sağlayan yolcuların da biniş sayıları veride yer alacaktır. Sonuç olarak, yolcu biniş sayısı artacağından, hesaplanan yolculuk üretim oranı da yanıltıcı olacaktır. Tüm bu kısıtlar sebebiyle, seçilecek örnek alanlarda iskele ve raylı sistem istasyon noktalarının bulunmaması, alanın sadece otobüs ile toplu taşıma hizmetinden faydalanması kriterleri oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında, Şekil 9’da görülen iskele ve istasyon noktalarının 1000 m.lik etki alanlarının dışında kalan bölgelerde örnek alanların seçimi gerçekleştirilmiştir.

2.6. İzmir Metropoliten Kentinde Örnek Alanların Seçimi

İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin genişleyen idari sınırları neticesinde, EGM tarafından toplu taşıma hizmet alanları “merkez kent” ve “çevre kent” olmak üzere iki kategoride tariflenmiştir.

Çevre kent sınırları içindeki alanlar kent merkezine minimum 31 km. (Güzelbahçe İlçesi), maksimum 146 km. (Kiraz İlçesi) uzaklıktadır. Kent merkezine oldukça uzak mesafede bulunan bu alanlar, merkez kent olarak tanımlanan alandan farklı niteliklere sahiptir. Çevre kent; kırsal niteliği daha yüksek ve yolcu biniş sayılarının merkez kente oranla daha düşük olduğu alanları içermektedir. Otobüs hatları özelinde yolcu biniş verileri incelendiğinde, günlük yolcu binişlerinin ortalama %6'sı çevre kent sınırlarında gerçekleşmektedir.



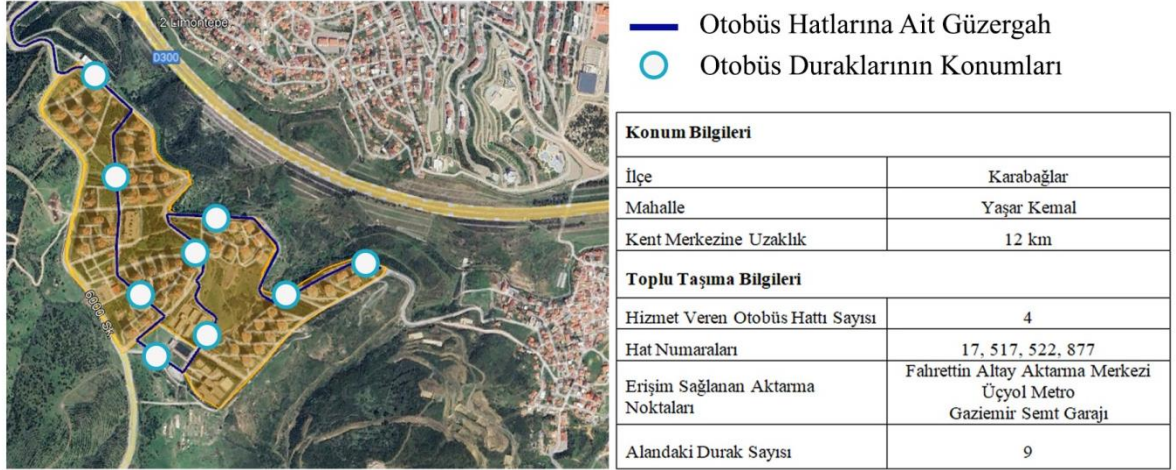
Şekil 10. Merkez kent alanında seçilen örnek alanların konumu

Toplu taşıma hatlarının daha sistematik tasarlandığı merkez kent olarak tanımlanan Balçova, Bayraklı, Bornova, Buca, Çiğli, Gaziemir, Karabağlar, Karşıyaka, Konak ve Narlıdere İlçelerinin bulunduğu bölgelerden örnek alanlar seçilmiştir. Seçim gerçekleştirilirken, kent merkezinin güneyi, doğusu ve kuzeyinden farklı alanların seçilmesine özellikle dikkat edilmiştir.

Kentsel alan içinde tek bir bölgede yığılma olmaması ve veri çeşitliliğinin sağlanabilmesi için kentin kuzey, doğu ve güney bölgelerindeki farklı ilçelerde, belirlenen seçim kriterleri doğrultusunda örnek alan seçimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 10).

2.6.1. Örnek Alan 1

Merkez kentin güney kesiminde, Karabağlar İlçesi sınırı içinde yer alan Uzundere Toplu Konut alanı “Örnek Alan 1 (ÖA1)” olarak seçilmiştir. Alanda, ikamet eden bireylerin günlük ihtiyaçlarını karşılamak üzere market vb. ticaret birimleri ile bir ilkökul alanı bulunmaktadır. Alanın geri kalanı ise tamamen konut kullanımına sahip olup, 2023 yılı itibariyle toplam konut birimi sayısı 1170’dir.

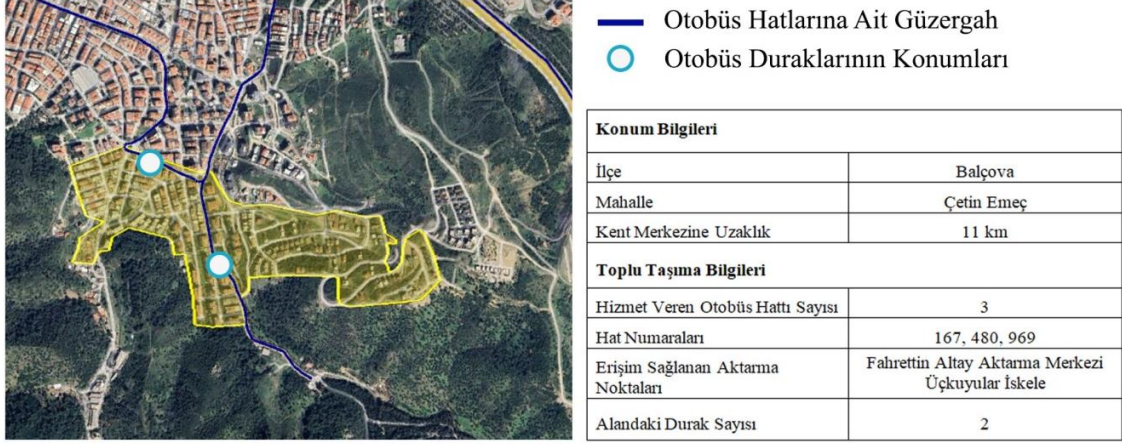


Şekil 11. ÖA1’e ait bilgiler

Dört farklı otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti alan ÖA1’de dokuz adet otobüs durağı bulunmaktadır (Şekil 11). Alanda hizmet veren otobüs hatları, Fahrettin Altay Aktarma Merkezi, Üçyol Metro ve Gaziemir Semt Garajı’na erişim sağlamaktadır. Hatlara binış yapan yolcular, Fahrettin Altay Aktarma Merkezi ve Üçyol Metro duraklarından metro hattına, Gaziemir Semt Garajı durağından ise banliyö hattına aktarma yapabilmektedir.

2.6.2. Örnek Alan 2

Merkez kentin güney batı kesiminde, Balçova İlçesi sınırı içinde yer alan konut bölgesi “Örnek Alan 2 (ÖA2)” olarak seçilmiştir. Alanda, ikamet eden bireylerin günlük ihtiyaçlarını karşılamak üzere az sayıda ticaret birimi bulunan alanda, binalar 3-6 kat aralığında farklılaşmaktadır. 2023 yılı itibariyle toplam konut birimi sayısı ise 812’dir.

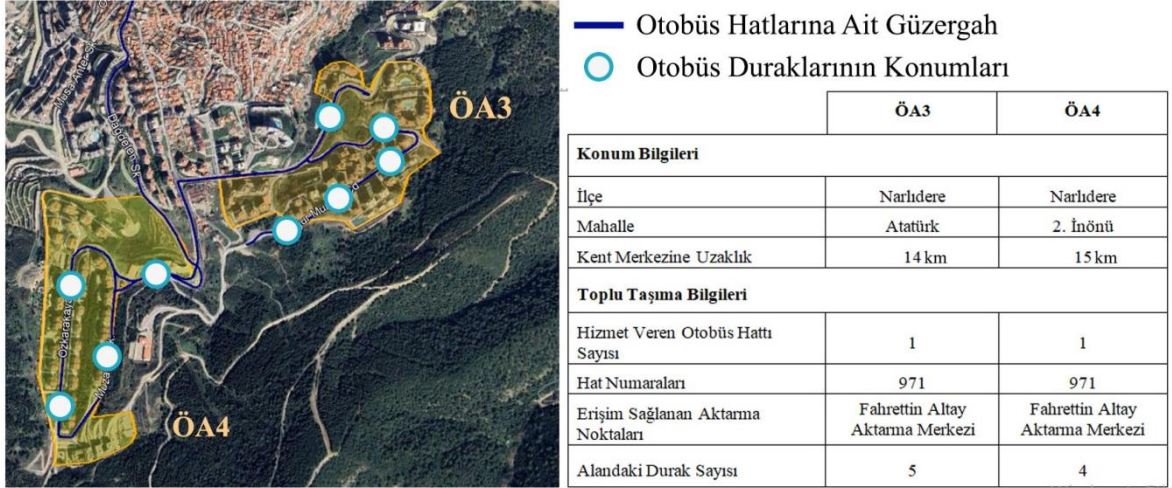


Şekil 12. ÖA2’ye ait bilgiler

Üç farklı otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti alan ÖA2’de iki adet otobüs durağı bulunmaktadır (Şekil 12). Alanda hizmet veren otobüs hatları, Fahrettin Altay Aktarma Merkezi ve Üçkuyular İskele noktalarına erişim sağlamaktadır. ÖA2’den otobüslere binış yapan yolcuların, başka bir otobüs hattına, metro hattına veya deniz otobüsüne aktarma yapma imkanı bulunmaktadır.

2.6.3. Örnek Alan 3 ve Örnek Alan 4

Merkez kentin güney batı kesiminde, Narlıdere İlçesi sınırı içinde “Örnek Alan 3 (ÖA3)” ve “Örnek Alan 4 (ÖA4)” çalışma için seçilmiştir. 5-11 kat aralığında farklılaşan, konut kullanımına sahip binaların bulunduğu ÖA3’te, çoğunlukla otoparklı ve güvenli girişı bulunan kapalı konut siteleri yer almaktadır. ÖA4’te de benzer şekilde site türü yapılaşma bulunmakla birlikte, kapalı konut sitesi kavramından uzak, taşıt yollarına doğrudan açılan apartman tipi yapılar çoğunlukta olup, bir adet kapalı konut sitesi bulunmaktadır. 2023 yılı itibariyle ÖA3 1436, ÖA4 ise 1234 adet konut birimine sahiptir.



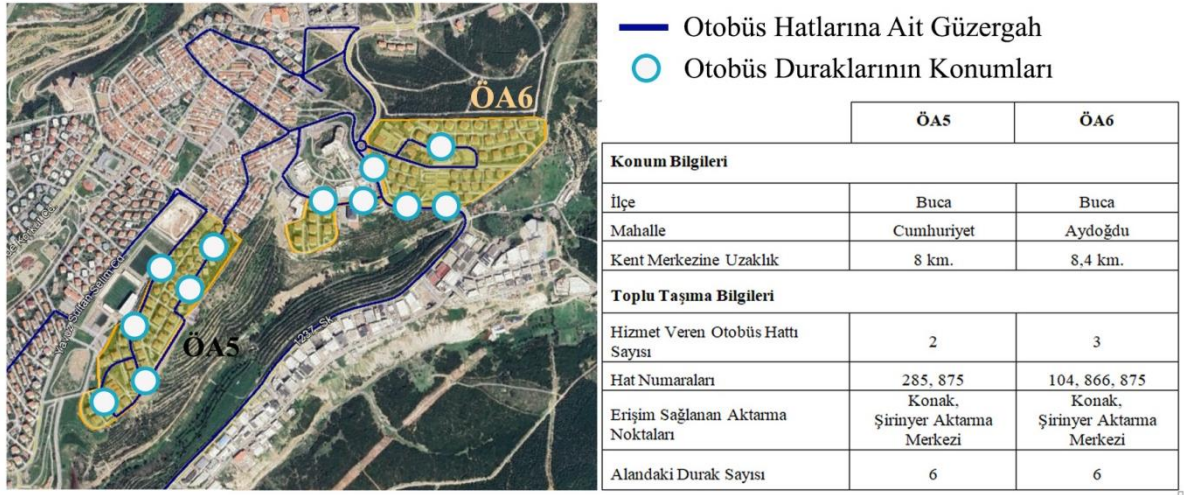
Şekil 13. ÖA3 ve ÖA4'e ait bilgiler

Her iki alanda da yalnızca bir adet otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır. ÖA3'te beş, ÖA4'te dört adet otobüs durağı bulunmaktadır (Şekil 13). Her iki bölgede yaşayan bireyler, alanda hizmet veren otobüs hattı ile Fahrettin Altay Aktarma Merkezi'ne erişim sağlayabilmektedir.

2.6.4. Örnek Alan 5 ve Örnek Alan 6

Merkez kentin doğusunda, Buca İlçesi sınırı içinde “Örnek Alan 5 (ÖA5)” ve “Örnek Alan 6 (ÖA6)” çalışma için seçilmiştir. Kooperatif yapılarının bulunduğu ÖA5'te 5-9 katlı binalar, TOKİ konutlarının bulunduğu ÖA6'da ise 6-9 katlı binalar yer almaktadır. 2023 yılı itibarıyla ÖA5 620, ÖA6 ise 1407 adet konut birimine sahiptir.

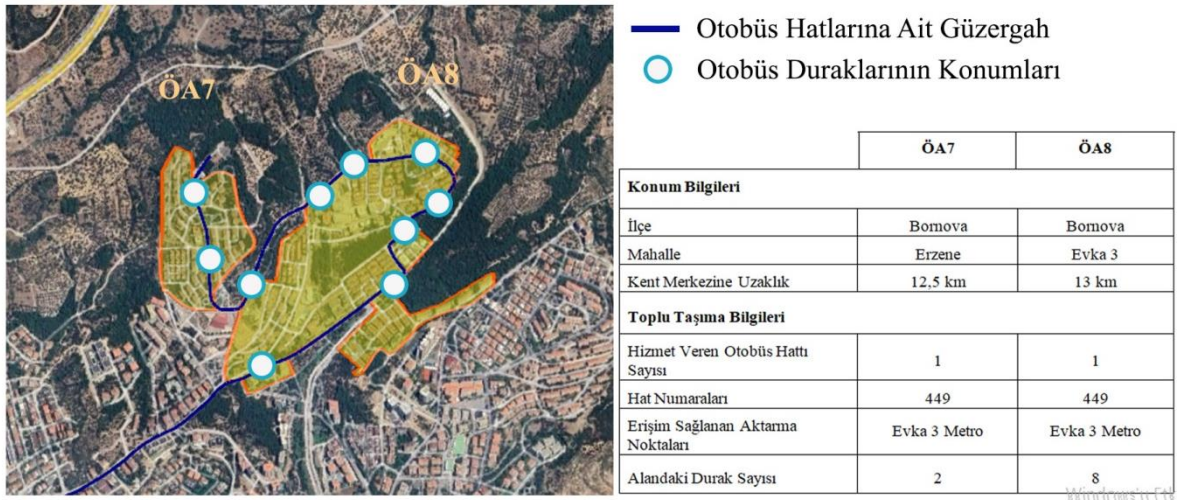
ÖA5'te iki, ÖA6'da üç adet otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır (Şekil 14). Her iki alanda da altışar adet otobüs durağı bulunmakta olup, bu duraklardan hizmet veren hatlar ile Konak bölgesine ve Şirinyer Aktarma Merkezi'ne erişim sağlanmaktadır. Şirinyer Aktarma Merkezi'ne erişim sağlayan yolcular banliyö hattına veya başka bir otobüs hattına aktarma yapma imkanına sahiptirler. İzmir metropoliten kentinin kent merkezi olan Konak bölgesine erişim sağlayan yolcular da metro, tramvay veya başka bir otobüs hattına aktarma yaparak kent içinde farklı bölgelere yolculuk yapabilmektedirler.



Şekil 14. ÖA5 ve ÖA6'ya ait bilgiler

2.6.5. Örnek Alan 7 ve Örnek Alan 8

Merkez kentin doğusunda, Bornova İlçesi sınırı içinde “Örnek Alan 7 (ÖA7)” ve “Örnek Alan 8 (ÖA8)” çalışma için seçilmiştir. ÖA7’de 5-9 katlı binalar ve 2023 yılı itibariyle 341 adet konut birimi bulunmaktadır. ÖA8’de ise 3-8 katlı binalar bulunmakta olup, 3 katlı binalar çoğunlukla tripleks yapılarıdır. Bu yapılar tek bir hanehalkı tarafından kullanılmaktadır. ÖA8’deki konut birim sayısı ise 1150’dir.



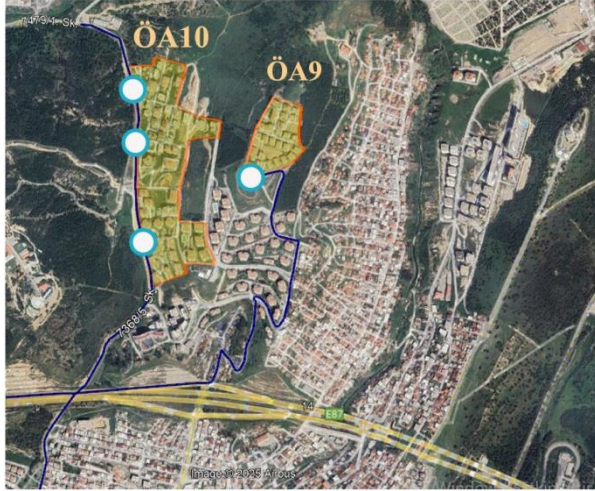
Şekil 15. ÖA7 ve ÖA8’e ait bilgiler

ÖA7’de 2 adet, ÖA8’de 8 adet otobüs durağı bulunmaktadır (Şekil 15). Her iki alan da metro hattının son durağı olan Evka3 İstasyonuna ortalama 1,7 km. mesafededir. Ancak, alandaki yüksek topografik eğim nedeniyle, yolcular metro hattına yaya olarak erişim

sağlayamamaktadır. Her iki alanda da hizmet veren bir otobüs hattı bulunmakta ve bu hat doğrudan Evka3 Metro istasyonuna ulaşım imkanı sunmaktadır. Bu kapsamda, ÖA7 ve ÖA8’de ikamet eden bireylerin, alanda hizmet veren hatlarla erişim sağlayabilecekleri farklı mekansal alternatifler bulunmamaktadır. Kent içinde farklı bölgelere toplu taşıma ile erişim sağlamak istenildiğinde öncelikle Evka3 Metro istasyonuna erişim zorunlu kılınmıştır.

2.6.6. Örnek Alan 9 ve Örnek Alan 10

Merkez kentin kuzeyinde, Bayraklı İlçesi sınırı içinde “Örnek Alan 9 (ÖA9)” ve “Örnek Alan 10 (ÖA10)” çalışma için seçilmiştir. ÖA9 seçilen örnek alanlar içinde yüz ölçümü açısından en küçük alandır. İçinde 9 katlı binalardan oluşan kapalı konut siteleri bulunmaktadır. ÖA10’da ise 8 katlı kapalı konut siteleri ile 4-5 katlı apartman tipi yapılar bulunmaktadır. 2023 yılı itibariyle ÖA9 436, ÖA10 da 610 konut birimine sahiptir.



- Otobüs Hatlarına Ait Güzergah
- Otobüs Duraklarının Konumları

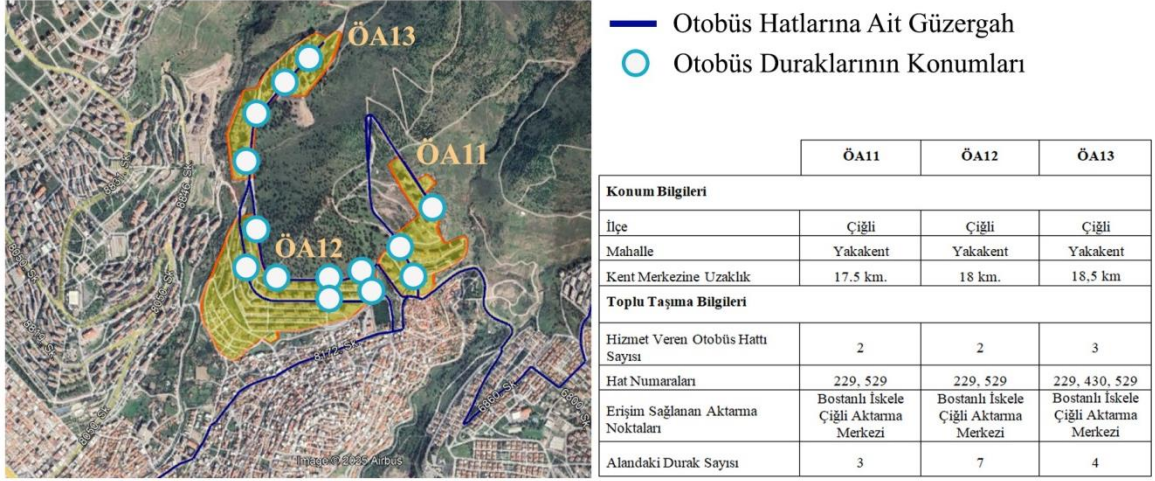
	ÖA9	ÖA10
Konum Bilgileri		
İlçe	Bayraklı	Bayraklı
Mahalle	Körfez	Zübeyde Hanım
Kent Merkezine Uzaklık	12,5 km	12,8 km
Toplu Taşıma Bilgileri		
Hizmet Veren Otobüs Hattı Sayısı	2	2
Hat Numaraları	434, 435	147, 847
Erişim Sağlanan Aktarma Noktaları	Halkapınar Metro Bostanlı İskele	Halkapınar Metro Karşıyaka İskele
Alandaki Durak Sayısı	1	3

Şekil 16. ÖA9 ve ÖA10’a ait bilgiler

Her iki alanda da iki adet otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır (Şekil 16). Bir adet otobüs durağına sahip olan ÖA9’dan otobüs hatları ile Halkapınar Metro ve Bostanlı İskele’ye, üç adet otobüs durağına sahip olan ÖA10’dan Halkapınar Metro ve Karşıyaka İskele’ye erişim sağlanmaktadır. Her iki alanda yaşayan bireyler, bu sayede metro, deniz otobüsü ve başka bir otobüs hattına aktarma imkanına sahiptirler.

2.6.7. Örnek Alan 11, Örnek Alan 12 ve Örnek Alan 13

Merkez kentin kuzeybatısında, Çiğli İlçesi sınırı içinde “Örnek Alan 11 (ÖA11)”, Örnek Alan 12 (ÖA12)” ve “Örnek Alan 13 (ÖA13)” çalışma için seçilmiştir. ÖA11, 11 katlı binalardan oluşan site türü yapılaşmanın olduğu bir alandır. ÖA12, 2-9 katlı binaların bulunduğu bir alan olup, içinde Turgut Özal Toplu Konut Alanı ve az katlı müstakil yapılar yer almaktadır. ÖA13 ise, 9-10 katlı binaların bulunduğu, çoğunlukla site türü yapılaşmanın olduğu ve kapalı konut sitesinin de olduğu bir alandır. 2023 yılı itibariyle örnek alanlarda bulunan konut birim sayıları sırasıyla 258, 1750 ve 679’dur.

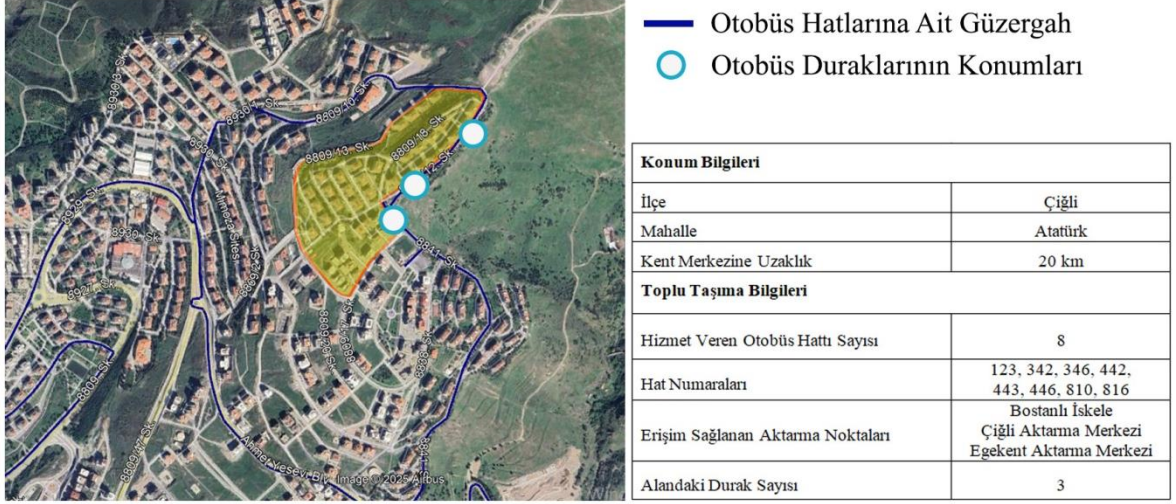


Şekil 17. ÖA11, ÖA12 ve ÖA13’e ait bilgiler

Örnek alanlarda bulunan otobüs durak sayıları sırasıyla 3, 7 ve 4’tür. ÖA11 ve ÖA12’de ikişer adet, ÖA13’te ise üç adet otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır (Şekil 17). Her bir alandan, otobüs hatlarıyla Bostanlı İskele ve Çiğli Aktarma Merkezi’ne doğrudan erişim sağlanabilmektedir. Bu sayede, yolcular deniz otobüsü, tramvay, banliyö hattı ve farklı bir otobüs hattına aktarma yapabilmektedir.

2.6.8. Örnek Alan 14

Merkez kentin kuzeybatısında, Çiğli İlçesi sınırı içinde “Örnek Alan 14 (ÖA14)”, çalışma için seçilmiştir. Alandaki binaların kat adetleri 6-11 arasında farklılaşmaktadır. ÖA14 site türü yapılaşmanın olduğu bir alandır. 2023 yılı itibariyle bu alanda bulunan konut birim sayısı 1420’dir.



Şekil 18. ÖA14'e ait bilgiler

Üç adet otobüs durağı bulunan bu alanda, toplam sekiz adet otobüs hattı ile toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır (Şekil 18). Söz konusu hatlar ile Bostanlı İskele, Çiğli Aktarma Merkezi ve Egekent Aktarma Merkezi'ne erişim sağlanabilmektedir. Doğrudan erişim sağlanan noktalarda, deniz otobüsü, tramvay, banliyö hattı ve farklı bir otobüs hattına aktarma yapılabilmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında seçilen her bir ÖA'ya ait yolcu biniş sayıları ve toplu taşıma ile gerçekleştirilen yolculuk üretim oranı hesaplamaları yapılarak bu başlık altında aktarılmıştır. Ayrıca, araştırmada değerlendirmeye esas belirlenen parametreler ile toplu taşıma yolculuk üretim oranları arasındaki ilişki sorgulanmıştır.

3.1. Örnek Alanlardaki Yolcu Biniş Sayılarının Analizi

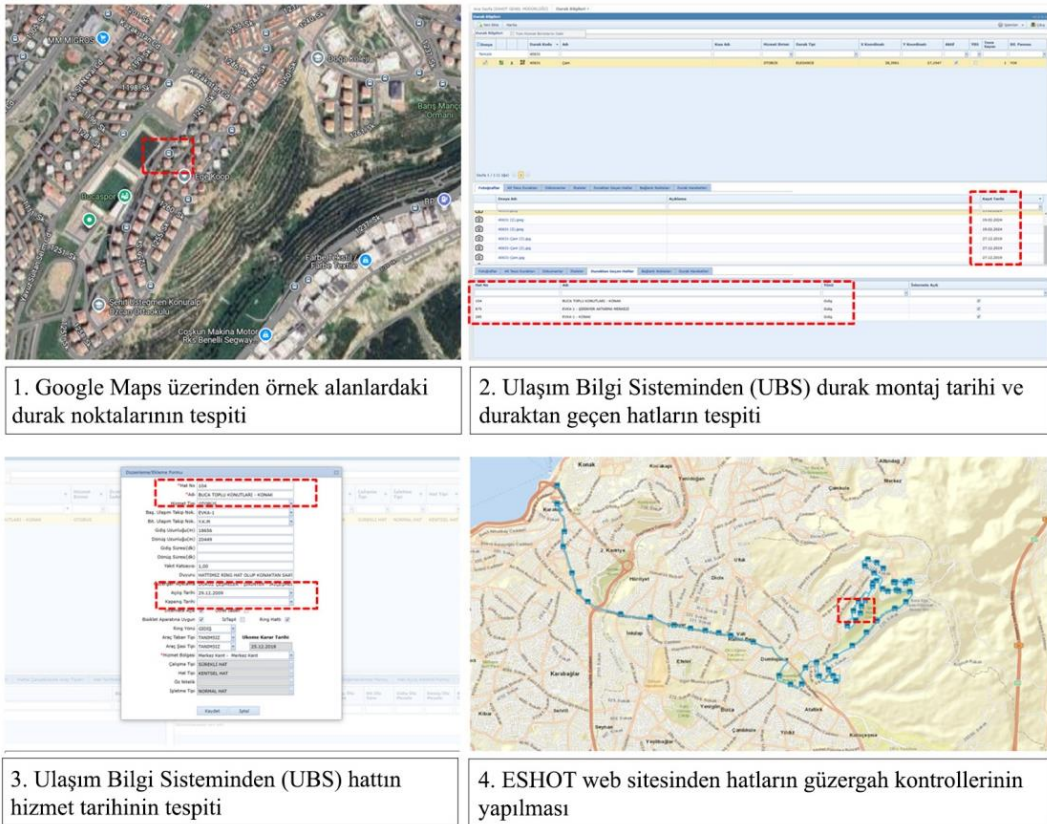
Örnek alanlardaki (ÖA) yolcu biniş sayılarının analiz edilebilmesi için ilk olarak belirli bir tarih ve saat aralığına ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci olarak ise, TTAK veri seti içinde yolcu binişlerinin hesaplanabilmesi için ÖA'lardaki durak bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yolculuk üretimine ilişkin gerçekleştirilen çalışmalarda genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında veri toplandığı literatürde tespit edilen bir durumdur. Nisan ve ekim ayları, iş ve eğitim temelli yolculuk sayılarının üst düzeyde olduğu aylar olup, ulaşım planlama çalışmalarında yolculuk analizleri için tercih edilmektedir. Çalışmada yolcu binişleri analiz edilecek olan hafta içi günler, 2023 yılı Nisan ve Ekim aylarına ait birer haftadan seçilmiştir. Seçilen haftaların içinde resmi tatil vb. günlerin bulunmamasına dikkat edilmiştir. Bu kapsamda, 03-07 Nisan 2023 ve 02-06 Ekim 2023 tarihleri yolcu biniş sayılarının analiz edileceği hafta içi günler olarak belirlenmiştir.

Günlük yolcu biniş sayıları analiz edilirken, yolculuk talebinin yüksek düzeyde olduğu sabah zirve saatlere ait yolculuklar esas alınmıştır. İzmir UAP Raporunda belirtilen sabah zirve saat aralığı 07:00-09:00'dur. TTAK veri seti içinde yolcu biniş sayıları analiz edildiğinde de zirve saatlerin aynı aralıkta olduğu tespit edilmiştir. Seçilen alanlarda belirtilen tarih ve saat aralıklarındaki yolcu biniş verilerinin elde edilebilmesi için, ÖA'larda hizmet veren otobüs hatları ve durak noktalarına ait bilgilerin doğruluğunu sağlamaya yönelik bazı adımlar takip edilmiştir (Şekil 19).

İlk adım olarak, Google Maps aracılığıyla ÖA sınırlarındaki durak noktaları tespit edilmiştir. Ancak, bu durak noktaları güncel duraklar olup, çalışmaya esas tarihlerde de

kullanım durumunun sorgulanmasına ihtiyaç duyulmuştur. EGM tarafından gerçekleştirilen ihtiyaç analizleri ve kuruma iletilen talepler kapsamında yeni durak planlanması ve/veya yer değişikliği gibi düzenlemeler yapılmaktadır. Google Maps haritalarında, alanda tespit edilen durakların çalışma için belirtilen tarih öncesinde planlanmış olması gerekmektedir. İlgili durağın ilk montaj tarihi için Ulaşım Bilgi Sisteminden (UBS) kontrol sağlanmıştır. Devamında, UBS’de “duraktan geçen hatlar” bölümünden ÖA’da hizmet veren otobüs hatları tespit edilmiştir. EGM web sitesi yardımı ile hatların güzergah kontrolleri yapılmıştır.



Şekil 19. Örnek alanlardaki hat ve duraklar için kontrol adımları

ÖA’larda belirlenen günlerde ve sabah zirve saat aralığında ilgili duraklardan otobüs ile yapılan yolculuk sayısına ulaşabilmek için “Günlük Yolcu Biniş Tablosu” olarak temin edilen veri seti içinde gerekli filtrelemeler yapılmıştır (Ek 2). Filtrelemede esas alınan başlıklar; saat/dakika/saniye bilgisinin yer aldığı zaman bilgisi, hat numarası, durak adı, güzergah yönü ve biniş türüdür. Seçilen alanlardaki konut birimlerinde ikamet eden bireylerin yolculukları çalışmaya esas yolculuklar olduğu için, biniş türü sütununda ilk binişi temsil eden “normal biniş” seçilmiştir. Veri setinde gerekli filtrelemelerin

yapılmasının ardından belirtilen saat aralığında, ilgili duraktan ilk biniş yapan yolcu sayıları elde edilerek Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 14. Örnek alanlardaki yolcu binişleri

Alan	Hizmet Veren Hat Sayısı	Erişim Sağlanan Aktarma Alanı	03-07 Nisan 2023	02 Ekim-06 Ekim 2023
			Günlük Ortalama Biniş	Günlük Ortalama Biniş
ÖA1	4	Fahrettin Altay Akt.Merk.	1009	1022
		Gaziemir Semt Garajı		
		Üçyol Metro		
ÖA2	3	Fahrettin Altay Akt.Merk.	203	216
		Üçkuyular İskele		
ÖA3	1	Fahrettin Altay Akt.Merk.	252	274
ÖA4	1	Fahrettin Altay Akt.Merk.	244	254
ÖA5	2	Konak	403	449
		Şirinyer Akt.Merk.		
ÖA6	3	Konak	688	704
		Şirinyer Akt.Merk.		
ÖA7	1	Evka3 Metro	193	240
ÖA8	1	Evka3 Metro	165	153
ÖA9	2	Halkapınar Metro	67	78
		Bostanlı İskele		
ÖA10	2	Halkapınar Metro	194	220
		Karşıyaka İskele		
ÖA11	2	Bostanlı İskele	142	159
		Çiğli Akt.Merk.		
ÖA12	2	Bostanlı İskele	548	541
		Çiğli Akt.Merk.		
ÖA13	3	Bostanlı İskele	181	170
		Çiğli Akt.Merk.		
ÖA14	8	Bostanlı İskele	647	656
		Çiğli Akt.Merk.		
		Egekent Akt.Merk.		

3.2. Örnek Alanlardaki Yolculuk Üretim Oranlarının Hesaplanması

Arazi kullanım türüne ait yolculuk üretim oranlarının hesaplanmasına ilişkin çalışmalarda, ilgili arazi kullanım türünün birim sayısı/büyüklüğü vb. ölçülebilir bilgi ile veri kaynağından tespit edilen toplam yolculuk sayısı bilgisi kullanılmaktadır. Konut

kullanımı için yapılan hesaplamada ihtiyaç duyulan bilgi, ÖA'lardaki toplam konut birimi sayısıdır.

ÖA'lardaki toplam konut birim sayısına Bina Bilgi Sistemin (BBS)'den erişilmiştir. BBS'nin içerdiği bilgiler, halihazır haritalarda yer alan binalardaki bağımsız birimler ve bu bağımsız birimlerin arazi kullanım türleridir. Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımında ÖA'lar seçilerek, binalara ait öznitelik tablosundan konut kullanımına sahip toplam bağımsız birim sayılarına ulaşılmıştır. Bu sayede, konut altı ticaret kullanımının olduğu binalarda, hesaplamalara ticaret kullanımının dahil edilmesinin önüne geçilmiştir. Bununla birlikte, Google Maps sokak görüntülerinden, ÖA'lar içinde araştırma için seçilen tarihlerde inşası devam eden ya da inşası yeni bitmiş yapıların olup olmadığı kontrol edilmiştir. Nisan ve Ekim 2023 tarihlerinde inşası bitmiş, ancak kullanıma başlanmamış binalardaki bağımsız birimler hesaplamalara dahil edilmemiştir.

TTAK verisi ile hesaplanan yolculuk üretim oranları, ÖA'lardaki bir konut biriminin Toplu Taşıma Yolculuk Üretim Oranının (TTYÜO) hesaplanmasını sağlamaktadır. UAP olan kentlerde, günlük yolculukların türel dağılım oranlarına ait bilgi bulunmaktadır. Yolculukların türel dağılım oranı bilgisi ve TTYÜO bilgisi ile “Yolculuk Üretim Oranına (YÜO)” ulaşılabilmektedir. Bu kapsamda, her bir ÖA'ya ait yolculuk üretim oranının hesaplanabilmesi için aşağıda belirtilen formüller kullanılmıştır.

$$TTYÜO = \Sigma \text{ Sabah Zirve Saat Yolcu Biniş Sayısı} / \Sigma \text{ Konut Birim Sayısı} \quad (3)$$

$$YÜO = TTYÜO / \text{Türel Dağılım Oranı} \quad (4)$$

Günlük yolculukların %40'ının toplu taşıma ile gerçekleştiği bir kentte, 1000 adet konut biriminin olduğu bir ÖA'da, zirve saatte TTAK verisi ile gerçekleşen toplam biniş sayısının 800 olduğu bir örnek üzerinden formüllerin kullanımı gösterilmiştir.

$$TTYÜO = 800/1000 = 0,8$$

0.8 değeri, ilgili ÖA'da toplu taşımayla yapılan yolculuk üretim oranını ifade etmektedir. Aynı konut bölgesinde, bir konut biriminin türel dağılım olmaksızın, yolculuk üretim oranı ise şu şekildedir:

$$YÜO = 0,8/0.40 = 2$$

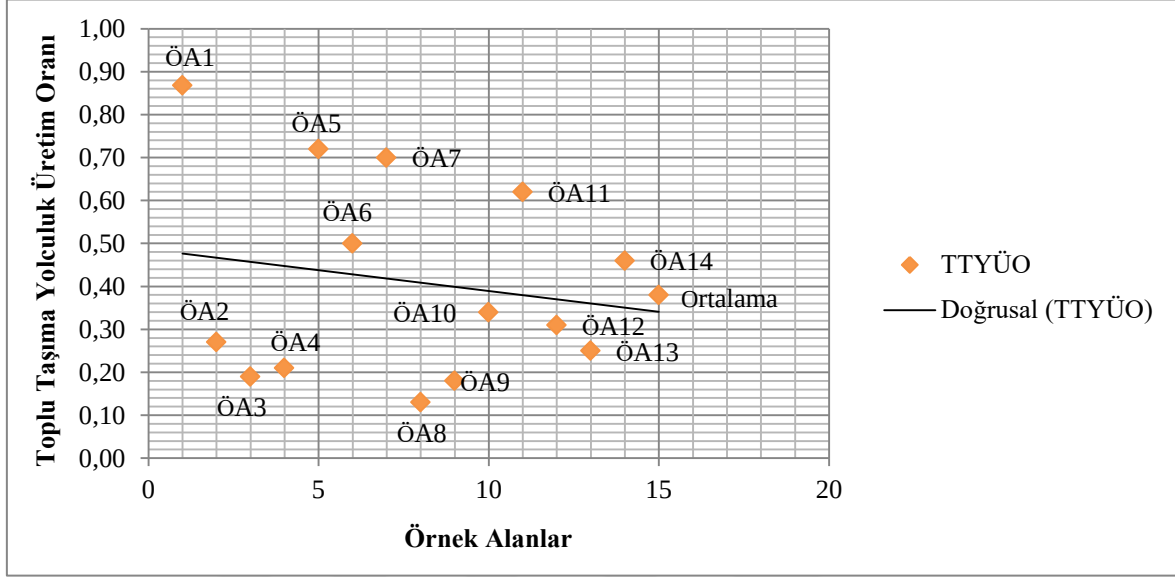
Yukarıda örnekle de açıklanan formül, araştırma için seçilen ÖA'ların her biri için uygulanmıştır. Nisan ve Ekim 2023 aylarında seçilen haftaların, hafta içi günleri için sabah zirve saatlerdeki toplam yolcu biniş sayıları için Tablo 14'te yer alan değerler kullanılmıştır. Günlük yolculukların türel dağılım oranı için ise İzmir UAP raporunda yer alan değerler esas alınmıştır. UAP Saha Araştırmaları Bilgilendirme Raporunda (2017), günlük yolculukların ortalama %28'inin toplu taşıma ile yapıldığı belirtilmiştir.

Tablo 15. Örnek alanlardaki yolculuk üretim oranları

	03-07 Nisan 2023	02-06 Ekim 2023	03-07 Nisan 2023	02 - 06 Ekim 2023	Ortalama	
Alan No	Bağımsız Birim Sayısı	Günlük Ortalama Biniş	Günlük Ortalama Biniş	TTYÜO	TTYÜO	TTYÜO YÜO
ÖA1	1170	1009	1022	0,86	0,87	0,87 3,10
ÖA2	812	203	216	0,25	0,27	0,27 0,92
ÖA3	1436	252	274	0,18	0,19	0,19 0,65
ÖA4	1234	244	254	0,20	0,21	0,21 0,72
ÖA5	620	403	449	0,65	0,72	0,72 2,45
ÖA6	1407	688	704	0,49	0,50	0,50 1,77
ÖA7	341	193	240	0,57	0,70	0,70 2,27
ÖA8	1150	165	153	0,14	0,13	0,13 0,49
ÖA9	436	67	78	0,15	0,18	0,18 0,59
ÖA10	651	194	220	0,30	0,34	0,34 1,14
ÖA11	258	142	159	0,55	0,62	0,62 2,08
ÖA12	1750	548	541	0,31	0,31	0,31 1,11
ÖA13	679	181	170	0,27	0,25	0,25 0,92
ÖA14	1420	647	656	0,46	0,46	0,46 1,64
Genel Toplam	13364	4936	5135	0,38	0,38	0,38 1,37

Tablo 15'te hesaplanan yolculuk üretim oranlarında, TTYÜO'nun 0,13-0,87 arasında farklılaştığı görülmektedir. 0,87 ile en yüksek TTYÜO değeri ÖA 1'de, 0,13 ile en düşük TTYÜO değeri ise ÖA8'de hesaplanmıştır. Türel dağılım olmaksızın, bir konut biriminin

sabah zirve saatteki yolculuk üretim oranı Tablo 15’te “YÜO” sütununda sunulmuştur. YÜO’nun da 0,49-3,10 arasında farklılaştığı tespit edilmiştir.



Şekil 20. TTYÜO değerlerinin dağılımı

Çalışma kapsamındaki 14 farklı alan için TTYÜO değerlerinin örnek alanlara göre dağılımını gösteren Şekil 20’deki her bir veri noktası, ilgili alandaki TTYÜO değerini temsil etmektedir. 14 farklı alanın ortalama TTYÜO değeri ise 0.38 olarak hesaplanmıştır. ÖA’lara ait toplu taşıma ile gerçekleşen yolculuk üretim oranlarının birbirinden farklı olması, bu alanlarda yolculukların türel dağılım oranlarının da birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Ancak, UPI (2017) raporunda sunulan yolculukların türel dağılım oranları, kent genelini yansıtmaktadır. Bu kapsamda, her bir ÖA için yolculukların türel dağılımı içinde toplu taşıma kullanımının %28 olarak kabul edilerek değerlendirilmeye dahil edilmesinin, elverişli sonuçlar elde etmek için uygun olmadığı anlaşılmıştır.

3.3. Değerlendirme Parametreleri

ÖA’lar için ölçülen TTYÜO oranlarının farklılaşması, araştırılması gereken parametrelere işaret etmektedir. Bu bağlamda, aşağıda belirtilen iki durum çerçevesinde TTYÜO ile alanlar arasındaki ilişkiyi anlamaya yönelik değerlendirme parametreleri belirlenmiştir.

- ÖA'ların fiziki özellikleri ve imar planlarında konut kullanımına ilişkin var olan sınıflandırmalara göre oluşturulan mekansal parametreler
- ÖA'lardaki mevcut toplu taşıma hizmetine göre oluşturulan parametreler

3.3.1. Mekansal Parametreler

TTYÜO'ları değerlendirebilmek için mekansal parametreler oluşturulurken ÖA'ların özellikleri ile imar planı mevzuatı ve plan lejantlarından gelen bilgiler dikkate alınmıştır. ÖA'ların özellikleri kapsamında incelenen durumlar şunlardır:

- ÖA'nın büyüklüğü
- ÖA'larda yaşayan ortalama kişi sayısı
- ÖA'ların kent merkezine uzaklığı

İmar planı mevzuatından ve plan lejantlarından gelen bilgiler doğrultusunda, konut alanlarının mevcut ya da gelişme konut alanı, toplu konut alanı, yüksek nitelikli konut alanı olmasına göre ve yoğunluk değerlerine (düşük, orta, yüksek vb.) göre sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Gelişme konut alanında yer alan ÖA'larda, plan kararları doğrultusunda yapılaşma henüz tamamlanmamıştır. Bu nedenle, ÖA'ların yolculuk üretim oranlarını yerleşik konut alanında ya da gelişme konut alanında olmasına göre değerlendirmenin elverişli sonuç üretmeyeceği öngörülmüştür. İmar planı mevzuatında, çalışmaya girdi sağlayabilecek değerlendirme kriterleri olarak aşağıdaki durumlar tespit edilmiştir:

- ÖA'ların brüt yoğunluğu
- ÖA içinde toplu konut alanının bulunması
- ÖA'nın tamamının toplu konut alanından oluşması
- ÖA içinde yüksek nitelikli konutların bulunması⁵
- ÖA'nın tamamının yüksek nitelikli konutlardan oluşması

Yukarıda belirtilen değerlendirme kriterleri her bir ÖA için sorgulanmıştır (Tablo 16). ÖA'larda, belli bir süre içinde belli bir yatırım yaparak bireylerin ortak mülkiyeti paylaştığı, uygun maliyetli ev sahibi olma yöntemlerinden olan kooperatif konutların da olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda, toplu konut ve kooperatif konutların varlığı birlikte

⁵ Örnek alanlardaki konutlar için "Yüksek Nitelikli Konut Alanı" değerlendirmesi yapılırken, Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği Madde 4/zzzz'de yer alan tanım esas alınmıştır.

incelenmiştir. Tablo 16’da, “1” sözü edilen konut türlerinin ÖA içinde bulunması durumunu, “0” ise bulunmaması durumunu temsil etmektedir. Alana ilişkin analizler gerçekleştirilirken ÖA1, ÖA5 ve ÖA6’nın tamamının toplu konut ve kooperatif konutlardan oluştuğu; ÖA3, ÖA9 ve ÖA10’un tamamının yüksek nitelikli konutlardan oluştuğu görülmüştür. Alanda, sözü edilen konut türlerinin bulunup bulunmaması durumunun yanı sıra, ilgili alanın tamamının bu konut türlerinden oluşup oluşmadığı da sorgulanmıştır. Tablo 16’da ilgili hücrede, alanının tamamının bahse konu konut türünden oluşması durumu da “1” ile gösterilmiştir.

Tablo 16. Örnek alanlardaki mekansal parametreler ve değerleri

Alan No	Alan Büyüklüğü (ha)	Alanda Yaşayan Ortalama Kişi Sayısı	Kent Merkezine Uzaklık (km)	Brüt Yoğunluk (kişi/ha)	Toplu Konut Alanlarının Varlığı	Alanının Toplu Konut Alanından Oluşması	Yüksek Nitelikli Konut Alanlarının Varlığı	Alanının Yüksek Nitelikli Konutlardan Oluşması
ÖA1	36.6	3639	12	99	1	1	0	0
ÖA2	24.5	2160	11	88	0	0	1	0
ÖA3	13.7	4179	14	305	0	0	1	1
ÖA4	16.0	3591	15	224	0	0	0	0
ÖA5	14.2	1866	8	131	1	1	0	0
ÖA6	17.9	4235	8	237	1	1	0	0
ÖA7	8.5	1023	13	121	1	0	0	0
ÖA8	26.4	3450	13	131	0	0	1	0
ÖA9	3.5	1317	13	372	0	0	1	1
ÖA10	13.1	1966	13	150	0	0	1	1
ÖA11	10.3	764	18	74	0	0	0	0
ÖA12	21.7	5180	18	239	1	0	0	0
ÖA13	9.8	2010	19	205	0	0	1	0
ÖA14	12.0	4203	20	350	0	0	0	0

*Brüt yoğunluk bir hektarda yaşayan kişi sayısını temsil etmektedir. Tabloda brüt yoğunluk sütununda yer alan değerler, “alanda yaşayan ortalama kişi sayısı/alan büyüklüğü formülü ile elde edilmiştir.

3.3.2. Toplu Taşıma Hizmeti Özelliklerine Göre Belirlenen Değerlendirme Parametreleri

Çalışmada TTAk verisi kullanıldığından, elde edilen sonuçlar toplu taşımayla yapılan yolculukları yansıtmaktadır. TTYÜO'yu değerlendirebilmek için toplu taşımaya ilişkin özellikleri kullanarak değerlendirme yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte, bireyler destinasyon noktalarına toplu taşıma araçları dışında özel araçlarıyla da erişim sağlayabilmektedir. Özel araç sahiplilik oranının, TTYÜO'yu etkileyip etkilemediğini sorgulayabilmek için, mevcut toplu taşıma hizmetinin yanı sıra özel araç sahiplilik oranı da değerlendirme parametrelerine eklenmiştir:

- ÖA'larda hizmet veren otobüs hattı sayısı
- ÖA'lardaki duraklara maksimum yürüme mesafesi
- Otobüs hatları ile erişim sağlanan aktarma alanlardaki toplu taşıma türü çeşitliliği
- En yakın raylı sistem istasyonuna ortalama uzaklık
- Özel araç sahiplilik oranı

ÖA'lar içindeki durak noktaları bireylerin yürüyebileceği optimum mesafede planlanmıştır. Ancak, ÖA içindeki durakların konumu tüm konut birimlerine eşit mesafede değildir. Bu kapsamda, alan içindeki duraklara maksimum yürüme mesafesi hesaplanarak değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Erişim sağlanan aktarma merkezindeki toplu taşıma türü sayısı için, varılan son noktadaki toplu taşıma sistemleri esas alınmıştır. Örneğin, iki farklı toplu taşıma türüne erişim sağlanan ÖA7 ve ÖA8'de, yolcular otobüs hatları ile Evka3 Metro alanına erişebilmektedir. Evka3 Metro alanında bulunan metro istasyonu ve otobüs duraklarından hem metroya, hem de farklı bir otobüs hattına aktarma yapma imkanı bulunmaktadır. Erişim sağlanan aktarma merkezi sütununda beş farklı toplu taşıma türüne sahip olan ÖA'larda ise banliyö hattı, metro, deniz otobüsü, tramvay ve farklı bir otobüs hattına aktarma yapma imkanı bulunmaktadır.

ÖA seçim kriterleri doğrultusunda, raylı sistem istasyonlarından ve iskele noktalarından hizmet almayan bölgelerde ÖA'lar belirlenmiştir. Seçilen ÖA'ların tamamında yalnızca otobüs hatlarıyla toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır. Bu kapsamda, ÖA'ların en yakın istasyon veya iskele noktasına ortalama mesafelerinin TTYÜO üzerinde

etkisinin olup olmadığı da sorgulanmıştır. Bu kapsamda, Tablo 17’de en yakın istasyon veya iskele noktasına olan uzaklıklar belirlenirken ortalama güzergah uzunluğu esas alınmıştır.

Tablo 17. Örnek alanlardaki toplu taşıma hizmeti özellikleri⁶

Alan No	Hizmet Veren Otobüs Hattı Sayısı	Alandaki Duraklara Maksimum Yürüme Mesafesi (m)	Erişim Sağlanan Aktarma Merkezindeki TT Türü Sayısı	En Yakın İstasyon /İskele Noktasına Uzaklık (km)	Özel Araç Sahiplilik Oranı
ÖA1	4	165	5	8.4	0.14
ÖA2	3	580	4	3.6	0.20
ÖA3	1	750	4	6.4	0.25
ÖA4	1	420	4	8	0.25
ÖA5	2	175	5	6	0.15
ÖA6	3	370	5	6.8	0.15
ÖA7	1	190	2	2.9	0.16
ÖA8	1	175	2	3.2	0.16
ÖA9	2	325	5	6.6	0.16
ÖA10	2	230	5	6.3	0.16
ÖA11	2	220	4	7.5	0.17
ÖA12	2	555	4	6.7	0.17
ÖA13	3	235	4	7.4	0.17
ÖA14	8	300	4	8.7	0.17

Tablo 17’de yer alan, TTYÜO’yu değerlendirmeye yönelik toplu taşımaya ilişkin özelliklere farklı parametreler de eklenebilir. Örneğin, taşıt trafiğine entegre olmadan kesintisiz bir şekilde erişim imkanı sunan ve yolcu taşıma kapasitesi diğer toplu taşıma sistemlerine göre daha yüksek olan metro ve banliyö hatlarına bağlantı sağlanması durumu değerlendirilebilir. Ancak, İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma ağı tasarımı, otobüs hatlarının raylı sistemler ile entegre olması ilkesi benimsendiğinden, ÖA’larda hizmet veren otobüs hatlarının tamamının metro ve banliyö hattından en az birinin

⁶ Özel araç sahiplilik oranı için, UPİ 2017 kapsamında gerçekleştirilen anket çalışmasında faydalanılmıştır. Anket çalışması 2016 yılına aittir. Türkiye’de 11 Mart 2020 tarihinde başlayan corona pandemisinin sosyo-kültürel ve ekonomik yapı üzerindeki etkileri ilerleyen yıllarda da devam etmiştir. Pandemi sürecinde, birçok alanda olduğu gibi planlama alanında da veri kopukluğu yaşanmıştır. İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından araştırmacılar ile paylaşılabilen daha güncel anket verisi bulunmaması nedeniyle, tabloda sunulan özel araç sahipliliği değerleri 2016 yılında gerçekleştirilen anket sonuçlarını temsil etmektedir.

istasyonlarına erişim sağladığı tespit edilmiştir. Tablo 14'te "Erişim Sağlanan Aktarma Alanı" sütununda yer alan Fahrettin Altay Aktarma Merkezi, Üçyol Metro, Konak, Evka3 Metro ve Halkapınar Metro istasyonlarında yolcular metroya aktarma yapma imkanına sahiptir. Aynı tabloda Gaziemir Semt Garajı, Şirinyer Aktarma Merkezi, Halkapınar Metro, Çiğli ve Egekent Aktarma Merkezlerinden ise banliyö hattına aktarma yapılabilmektedir.

Değerlendirme parametrelerine eklenebilecek bir diğer bilgi ise ÖA'larda hizmet veren otobüs hatlarının sabah zirve saatlerdeki sefer sıklıklarıdır. Ancak, yapılan incelemelerde, bir ÖA içindeki farklı otobüs hatlarının sefer sıklıklarının birbirinden oldukça farklı olabildiği tespit edilmiştir. Örneğin, ÖA1'de hizmet veren "17 no.lu hat" sabah zirve saatlerde 20 dakika aralıklarla çalışırken, "522 no.lu hat" 75 dakika aralıklarla çalışmaktadır. Sözü edilen durum, birden fazla otobüs hattının hizmet verdiği tüm ÖA'lar için geçerli olduğundan, sefer sıklığı parametresinden elverişli sonuçlar elde edilemeyeceği anlaşılmıştır.

3.4. Yolculuk Üretim Oranı ile Değerlendirme Parametreleri Arasındaki İlişki

İki farklı kategoride ele alınan değerlendirme parametreleri ile hesaplanan TTYÜO arasındaki ilişki "Pearson Korelasyon Katsayısı" kullanılarak analiz edilmiştir. "r" değeri olan pearson korelasyon kat sayısı -1 ile 1 arasında değişmektedir. Kat sayısının "0" olması iki değişken arasında ilişki olmadığını, 0,10-0,30 aralığı zayıf, 0,30-0,50 aralığı orta, 0,50-0,70 aralığı güçlü ve 0,70-1,00 aralığı çok güçlü bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Ayrıca, "Pearson Korelasyon Katsayısı"nın pozitif (+) olması iki değişkenin aynı yönde hareket ettiğini, negatif (-) olması ise iki değişkenin zıt yönde hareket ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, significance değeri (p-değeri) korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını göstermektedir. $p < 0,01$ çok güçlü anlamlı, $p < 0,05$ ise anlamlı olduğunu gösterir. Özetle, korelasyon analizinde p değerinin 0,05'ten küçükten olması kabul edilebilir anlamlılık seviyesidir.

Alt başlıklarda aktarılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, "r" değeri olan pearson korelasyon kat sayısı 0,30-0,50 aralığında olan parametreler TTYÜO ile orta düzeyde ilişkili, 0,70-1,00 aralığında olan parametreler ise güçlü düzeyde ilişkili olarak kabul

edilmiştir. “p” değeri 0,01’den küçük olan parametrelerin TTYÜO ile ilişkisi güçlü düzeyde anlamlı olarak kabul edilirken, 0,05’ten küçük parametreler ile TTYÜO’nun ilişkisi anlamlı olarak yorumlanmıştır.

3.4.1. Mekansal Parametreler ile Yolculuk Üretim Oranı Arasındaki İlişki

TTYÜO’lar ile her bir alana ait alan büyüklüğü, alanda yaşayan kişi sayısı, alanların kent merkezine uzaklığı ve brüt yoğunluk bilgileri arasında korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Alanın fiziksel özelliklerine dair belirlenen bu parametreler içinde, TTYÜO ile en ilişkili olanın brüt yoğunluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 18). Brüt yoğunluk ile orta düzeyde negatif korelasyon ($r=0,468$) olsa da, ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 18. ÖA’ların fiziki özellikleri ile TTYÜO arasındaki ilişkiler

		Alan Büyüklüğü (ha)	Alanda Yaşayan Ortalama Kişi Sayısı	Kent Merkezine Uzaklık (km)	Brüt Yoğunluk (kişi/ha)
TTYÜO	Pearson Correlation	,206	-,213	-,249	-,468
	Sig. (2-tailed)	,481	,466	,391	,091

Her bir ÖA için, sınırları içinde toplu konut ve kooperatif konutların olması ile yüksek nitelikli konutların olması, alanların tamamının sözü edilen konut türlerinden oluşup oluşmaması durumları sorgulanmıştır. Çalışma için seçilen ÖA’ların 5 adedinde toplu konut ve kooperatif konutları, 5 adedinde yüksek nitelikli konutlar bulunmaktadır. Geriye kalan 4 adet ÖA ise sözü edilen konut türü özelliklerini barındırmamakta ve apartman tipi yapılaşmaya sahiptir.

Tablo 19. Konut türü ve TTYÜO arasındaki ilişkiler

		Toplu Konut Alanlarının Varlığı	Alanın Toplu Konut Alanından Oluşması	Yüksek Nitelikli Konut Alanlarının Varlığı	Alanın Yüksek Nitelikli Konutlardan Oluşması
TTYÜO	Pearson Correlation	,685*	,656*	-,699*	-,399
	Sig. (2-tailed)	,007	,011	,005	,158

Tablo 19’da yer alan değerlere göre, TTYÜO ile alanda toplu konut ve kooperatif konutlarının yer alması arasında güçlü ($r=0,685$) ve anlamlı ($p<0.01$) bir ilişki bulunmaktadır. Alanın tamamının toplu konut türü yapılaşmadan oluşmasının da TTYÜO ile anlamlı ve güçlü ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, ÖA’larda yüksek nitelikli konut alanlarının bulunması ile TTYÜO arasında negatif yönlü güçlü ($r=-0,699$) ve anlamlı ($p<0.01$) bir ilişki bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında belirlenen mekansal parametreler içinde, toplu taşıma ile yapılan yolculuklar arasında en güçlü ve anlamlı ilişkilere sahip olan parametrelerin konut türü olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları, toplu konutların bulunduğu alanlarda toplu taşıma yolculuk üretim oranlarının daha yüksek olduğunu, yüksek nitelikli konutların bulunduğu alanlarda ise daha düşük olduğunu göstermektedir.

3.4.2. Toplu Taşıma Hizmeti Özellikleri ile Yolculuk Üretim Oranı Arasındaki İlişki

ÖA’larda toplu taşıma ile yapılan yolculukları değerlendirebilmek için, toplu taşıma hizmetinin mevcut durumuna dair belirlenen parametreler kapsamında korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 20’de yer alan r ve p değerleri de incelendiğinde, TTYÜO ile alanda hizmet veren otobüs hattı sayısının, bu otobüs hatlarıyla erişim sağlanan aktarma merkezlerindeki toplu taşıma türü çeşitliliğinin, alanların yüksek kapasitede ve daha hızlı yolcu taşımacılığı yapan toplu taşıma sistemlerinin istasyon noktalarına uzaklıklarının ilişkili olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun, konut bölgelerinden biniş yapan yolcuların, otobüs hattının varış noktasında değil, güzergah üzerinde farklı bir noktada iniş yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 20. Toplu taşıma hizmet parametreleri ve TTYÜO arasındaki ilişkiler

	Hizmet Veren Otobüs Hattı Sayısı	Alandaki Duraklara Maksimum Yürüme Mesafesi (m)	Erişim Sağlanan Aktarma Merkezindeki TT Türü Sayısı	En Yakın İstasyon/İskele Noktasına Uzaklık (km)
TTYÜO	Pearson Correlation	,252	-,516	,158
	Sig. (2-tailed)	,385	,059	,588

ÖA'lar içindeki durak noktalarına maksimum yürüme mesafesi ile TTYÜO arasında görece yüksek korelasyon gözlenmekle birlikte ($r = -0.516$), anlamlılık düzeyi %5 eşiğinin biraz üzerindedir ($p \approx 0.059$). Bu nedenle istatistiksel olarak sınırlı anlamlılık taşıdığı söylenebilir. Durak alanlarına olan yürüme mesafesinin daha fazla olduğu ÖA'larda TTYÜO'ların daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toplu taşıma hattına erişimde yürüme mesafesinin artması, yaya olarak erişilebilirliğin azaldığını göstermektedir. Bu durum, yolculuklarda toplu taşımanın tercih edilebilirliğinin azaldığı şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 21. Özel araç sahiplilik oranı ve TTYÜO arasındaki ilişki

		Özel Araç Sahiplilik Oranı
TTYÜO	Pearson Correlation	-,538*
	Sig. (2-tailed)	,047

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir.

ÖA'lardaki özel araç sahiplilik oranları, TTYÜO'yu değerlendirirken bağımsız değişken olarak toplu taşıma hizmeti özelliklerine göre belirlenen parametreler altında değerlendirilmiştir. Bu durumun nedeni, özel araç sahiplilik oranının, konut alanlarındaki yolculuklarda türel dağılımı etkilediği öngörüsüdür. Tablo 21'deki özel araç sahiplilik oranı ile TTYÜO arasındaki korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, öngörülen ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir. TTYÜO ile özel araç sahiplilik oranı arasında negatif yönlü güçlü ($r=0,538$) ve anlamlı ($p<0.05$) bir ilişki bulunmaktadır. Özel araç sahiplilik oranı azaldıkça, toplu taşıma ile gerçekleşen yolculuk sayısının arttığı anlaşılmaktadır.

3.4.3. Yolculuk Üretim Oranının Düzeyine Göre Genel Değerlendirme

TTYÜO değerlerinin, mekansal parametreler ve toplu taşıma hizmeti özelliklerine göre oluşturulan parametreler arasından; alanda toplu konutların ve yüksek nitelikli konutların bulunması, brüt yoğunluk, duraklara maksimum yürüme mesafesi ve özel araç sahiplilik oranı parametreleriyle en anlamlı ve güçlü ilişkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda, TTYÜO değeri yüksek ve düşük olan alanlar için, sözü edilen değerlendirme parametreleriyle olan ilişkiler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Seçilen 14 adet ÖA için ölçülen TTYÜO değerlerinin ortalaması 0,38'dir. TTYÜO'ların ortalama değerin

üstünde ve altında olma durumuna göre yüksek ve düşük değer tanımlanmıştır. Tablo 22’de TTYÜO’ları yüksek olan, Tablo 23’te ise TTYÜO’ları düşük olan alanların bilgileri sunulmuştur.

Tablo 22. TTYÜO değerleri yüksek olan alanların bilgileri

	ÖA1	ÖA5	ÖA6	ÖA7	ÖA11	ÖA14
TTYÜO	0.87	0.72	0.50	0.7	0.62	0.46
Brüt Yoğunluk	99	131	237	121	74	350
Toplu Konut Alanlarının Varlığı	1	1	1	1	0	0
Alanının Toplu Konut Alanından Oluşması	1	1	1	0	0	0
Yüksek Nitelikli Konut Alanlarının Varlığı*	0	0	0	0	0	0
Alandaki Duraklara Maksimum Yürüme Mesafesi (m)	165	175	370	190	220	300
Özel Araç Sahiplilik Oranı	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.17

* Alanların hiçbirinde yüksek nitelikli konut bulunmaması nedeniyle, bu parametre korelasyon analizine dahil edilmemiştir.

TTYÜO değeri yüksek olan ÖA’ların dördünde toplu konut ve kooperatif konutlar bulunurken, hiçbirinde yüksek nitelikli konut bulunmamaktadır (Tablo 22). Bu alanlardaki duraklara maksimum yürüme mesafesi 165-300 metre arasında farklılaşmaktadır. Sözü edilen değerler, planlama ilkelerine göre de yürünebilir mesafeler olarak görülmektedir. Alanlardaki özel araç sahiplilik oranları da kişi başına 0,14 araç ile 0,17 araç arasında farklılaşmaktadır.

TTYÜO değeri düşük olan ÖA’ların yalnızca birinde toplu konut ve kooperatif konutlar bulunmakta iken, %75’inde yüksek nitelikli konut alanları bulunmaktadır (Tablo 23). Bu alanlardaki en düşük brüt yoğunluk 88 kişi/ha, en yüksek brüt yoğunluk ise 372 kişi/ha olarak hesaplanmıştır. Durak noktalarına maksimum yürüme mesafesi de 175 ile 750 metre arasında değişkenlik göstermektedir. ÖA2, ÖA3 ve ÖA12’de yürünebilir olarak tanımlanan mesafenin üstünde değerler tespit edilmiştir. Alanlardaki özel araç sahiplilik oranları da kişi başına 0,16 araç ile 0,25 araç arasında farklılaşmaktadır. Bu alanlardaki özel araç sahiplilik oranlarının, TTYÜO değeri yüksek olan alanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 23. TTYÜO değerleri düşük olan alanların bilgileri

	ÖA2	ÖA3	ÖA4	ÖA8	ÖA9	ÖA10	ÖA12	ÖA13
TTYÜO	0,27	0,19	0,21	0,13	0,18	0,34	0,31	0,25
Brüt Yoğunluk	88	305	224	131	372	150	239	205
Toplu Konut Alanlarının Varlığı	0	0	0	0	0	0	1	0
Alanının Toplu Konut Alanından Oluşması	0	0	0	0	0	0	0	0
Yüksek Nitelikli Konut Alanlarının Varlığı	1	1	0	1	1	1	0	1
Alandaki Duraklara Maksimum Yürüme Mesafesi (m)	580	750	420	175	325	230	555	235
Özel Araç Sahiplilik Oranı	0,20	0,25	0,25	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17

* Alanların yalnızca birinde toplu konut ve kooperatif konut yapıları bulunurken, hiçbirisi tamamen toplu konut alanlarından oluşmamaktadır. Bu nedenle, toplu konuta ilişkin parametreler korelasyon analizine dahil edilmemiştir.

Tablo 22 ve 23'te görülen parametreler ile TTYÜO değeri arasındaki korelasyon analiz edilmiştir. TTYÜO değeri yüksek olan alanlarda, belirtilen parametrelerle ilişkiler incelendiğinde, en anlamlı ve güçlü ilişkinin duraklara maksimum yürüme mesafesiyle olduğu tespit edilmiştir (Tablo 24). Var olan negatif yönlü bu ilişki, alandaki duraklara yürüme mesafesi azaldıkça toplu taşıma ile gerçekleştirilen yolculuk üretiminin arttığını ifade etmektedir. Brüt yoğunluk ve özel araç sahiplilik oranı ile negatif yönlü güçlü ilişki tespit edilmiştir, ancak bu ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). TTYÜO değeri düşük olan alanlarda, anlamlı ve güçlü ilişkinin tespit edilememiştir (Tablo 25).

Tablo 24. Yolculuk üretim oranı yüksek olan alanlar için TTYÜO ve belirlenen parametrelerin ilişkisi

	Brüt Yoğunluk	Toplu Konut Alanlarının Varlığı	Alanın Toplu Konut Alanından Oluşması	Duraklara Max. Yürüme Mesafesi	Özel Araç Sahiplilik Oranı
Pearson Correlation	-,781	,536	,373	-,873	-,642
Sig. (2-tailed)	,067	,273	,467	,023	,169

Tablo 25. Yolculuk üretim oranı düşük olan alanlar için TTYÜO ve belirlenen parametrelerin ilişkisi

	Brüt Yoğunluk	Yüksek Nitelikli Konut Alanlarının Varlığı	Duraklara Max. Yürüme Mesafesi	Özel Araç Sahiplilik Oranı
Pearson Correlation	-,298	-,219	,090	-,206
Sig. (2-tailed)	,474	,603	,831	,624

4. SONUÇLAR

Ulaşım planlama çalışmalarının elverişli bir şekilde yürütülebilmesinde, ilk aşama olan yolculuk üretiminin önemi büyüktür. Yolculuk üretim modelleri yalnızca bir kent ya da yerleşimin ulaşım planını hazırlarken değil, trafik talebinin tahmin edilmesinde de kullanılmaktadır. Kent içinde uygulanması planlanan bir projenin ya da imar planıyla öngörülen bir gelişmenin ulaşım ağına etkisini değerlendirebilmek için, planlanan proje ya da gelişmenin üreteceği yolculuk sayısının hesaplanabilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, arazi kullanım türlerinin yolculuk üretim oranlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde, arazi kullanım türlerinin yolculuk üretim oranlarına ilişkin üç adet ulusal ölçekli veri tabanının olduğu tespit edilmiştir. Ulusal ölçekli veri tabanı bulunmayan ülkelerde ise çoğunlukla var olan veri tabanlarından faydalanılmaktadır. Arazi kullanım türüne ait yolculuk üretim oranına ihtiyaç duyulan çalışmalarda, dünya genelinde çoğunlukla kullanılan veri tabanının Trafik Mühendisleri Enstitüsü tarafından ABD kentleri için oluşturulan Yolculuk Üretim Kılavuzu olduğu anlaşılmıştır. Ancak, her ülkenin sosyo-ekonomik yapısı ve kentleşme dinamiklerinin farklı olması nedeniyle, farklı bir coğrafya için hesaplanan yolculuk üretim oranlarının ithal edilerek kullanılmasının yanıltıcı sonuçlar elde edilmesine neden olacağı öngörülmektedir. Çalışmada da belirlenen temel problem, Türkiye kentleri için arazi kullanım türlerine ait yolculuk üretim oranlarına ilişkin hesaplamaların yapıldığı çalışmaların eksikliğidir. Bununla birlikte, yolculuk üretim hesaplamalarına girdi sağlayan verinin, uzun süreçli ve yüksek maliyetli yolculuk anketlerinden elde edilmesi de alt problem olarak tanımlanmıştır.

Sözü edilen problemler kapsamında, bir arazi kullanım türü özelinde yolculuk üretim oranının ölçümü araştırmanın temel amacı olarak belirlenmiştir. Kentsel yerleşik alan içinde mekansal açıdan geniş yüz ölçümüne sahip olan ve düzenli yolculukların başlangıç veya bitiş noktasında bulunan “konut kullanımının” yolculuk üretim oranını ölçmek; veri kaynağı olarak da yolculuk anketleri yerine yenilikçi veri kaynaklarından olan toplu taşıma akıllı kartını (TTAK) kullanmak hedeflenmiştir. Ölçüm sonucunda elde edilen bulguların mekansal parametreler ve toplu taşıma hizmetine ilişkin parametrelere göre değerlendirilmesiyle de Türkiye planlama pratiğine girdi sağlayacak bilgilerin elde edilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada, İzmir metropoliten kentinin kentsel alan olarak tanımlanan bölgesinde, konut kullanımının sabah zirve saat aralığında toplu taşıma yolculuk üretim oranı ölçülmüştür. Trafik hacminin en yüksek düzeyde olduğu, dolayısıyla yolculuk üretiminin de en yüksek düzeyde olduğu saatler sabah ve akşam zirve saatleridir. Seçilen arazi kullanım türünün konut ve kullanılan veri kaynağının akıllı kart olması nedeniyle, konut alanlarından toplu taşıma araçlarına yapılan biniş sayılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle seçilen zirve saat aralığı, sabah zirve saatleridir.

Hesaplamaların yapılabilmesi için Türkiye planlama mevzuatı ve literatürde örnek alan seçimine ilişkin tespit edilen kriterler doğrultusunda 14 adet örnek alan belirlenmiştir. Her bir alanda, sabah zirve saatlerde bir konut biriminin toplu taşıma yolculuk üretim oranı hesaplanmıştır. Hesaplanan TTYÜO'lar her bir örnek alan için farklılaşmaktadır. Bu noktada, belirlenen parametreler doğrultusunda değerlendirme gerçekleştirilerek, elde edilen sonuçların planlama-mekan ve toplu taşıma hizmeti özellikleri ile ilişkisi kurulmuştur.

Çalışmada bazı kısıtlar ve olanaklar tespit edilmiştir. Tespit edilen kısıtlar şunlardır:

- **Veri Türü ve Kapsamı:** Yalnızca TTAk verilerine dayalı analiz yapılması, ara toplu taşıma aracı olan minibüs, servis ve özel araç kullanımına dair yolculuk üretimlerinin kapsam dışında kalmasına neden olmuştur. Bu durum, yolculuk davranışlarının bütüncül şekilde değerlendirilmesini kısıtlamaktadır.

- **Veri Türü ve Örnek Alan Seçimi:** Akıllı kart verisinde yolculuklarda biniş yapılan durak bilgisi, yolculukların başlangıç noktasını; biniş yapılan zaman bilgisi de yolculuğun başlangıç zamanını temsil etmektedir. Bu sayede, hem bir bölgede toplu taşıma ile yapılan yolculuk sayısı, hem de trafik hacminin yüksek düzeyde olduğu zirve saatlerdeki yolculuk bilgileri elde edilebilmektedir. Ancak, çalışmanın yürütüldüğü İzmir metropoliten kentinde tek bir toplu taşıma sistemi bulunmamaktadır. Lastik tekerlekli toplu taşıma sistemi, raylı sistemler (banliyö, metro, tramvay hatları) ve deniz yolu taşımacılığı ile toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır. Kentteki toplu taşıma ağ tasarımına göre; kent merkezi ve merkez işlevlerin bulunduğu bölgelere erişim için ve uzun mesafeli yolculuklarda raylı sistemler teşvik edilmektedir. Toplu taşıma türleri arasında mekansal ve zamansal entegrasyon sağlanmış, aktarmalı yolculuklar için de düşük ücret politikası benimsenmiştir. Bu durum, yolcular için avantaj sağlarken, çalışmada örnek alan seçimi için kısıt oluşturmıştır.

İkamet edilen konut bölgelerinden veya merkez işlevlerine sahip olmayan bölgelerden, raylı sistem istasyonlarına erişim için topografyanın elverdiği ölçüde otobüs hatları kullanılmaktadır. Planlanmış olan otobüs hatlarının varış noktaları raylı sistem istasyonlarının ve/veya iskele noktalarının bulunduğu aktarma merkezleridir. Raylı sistem ve deniz yolu taşımacılığıyla, taşıt trafiğine katılmadan uzun mesafeli yolculuklar gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle, uzun mesafeli yolculuklarda bu sistemlerin tercih edilebilirliği artmakta ve istasyonların/iskelelerin etki alanları da genişlemektedir. Yolcular aktarma noktalarına sadece otobüs ile gelmemektedir. Yaya olarak veya bisikletle erişim sağlayabildikleri gibi aktarma noktalarındaki otopark imkanları sayesinde özel araç ile de aktarma noktalarına ulaşabilmektedirler. Bu durum, çalışmada örnek alan seçiminde istasyon ve iskele noktalarının bulunduğu alan ve çevresinin tercih edilmemesine neden olmuştur. Toplu taşıma aracı kullanmadan istasyon veya iskele noktasına erişim sağlayan bir yolcunun, seçilen örnek alan içinde ikamet etmeme durumu, yolcu biniş verilerinde yanıltıcı sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır. Bu kapsamda, seçilen örnek alanlar kentsel alan içinde, ancak kent merkezine uzak mesafede ve sadece otobüs ile toplu taşıma hizmeti sağlanan alanlardan seçilmiştir. Bu seçim, kentsel bütünlük içinde çeşitliliğin sınırlandırılmasına ve sonuçların genellenebilirliğinin azalmasına neden olabilir.

Konut gibi arazi kullanım türleri için, kent merkezi ve merkez işlevlerin bulunduğu alanlarda hesaplamaların zorluğu literatürde de yer almaktadır. Ayrıca, toplu taşıma ile yapılan yolculuklardaki türel dağılım oranlarından, çalışma için seçilen haftalarda İzmir metropoliten kentinde gerçekleşen ilk binişlerin %66 oranında otobüs hatlarına ait olduğu tespit edilmiştir. Özetle, kentte en çok kullanılan toplu taşıma türü otobüslerdir. Sözü edilen durumlar doğrultusunda, örnek alan seçimi gerçekleştirilen bölgelerin kent içindeki konumunun ve bu alanlarda yalnızca otobüs ile toplu taşıma hizmeti sunulması durumunun çalışmayı olumsuz yönde etkilemeyeceği anlaşılmıştır.

- Veri Türü ve Zaman Dilimi: TTAK verisi içinde yolculuklara ait biniş verileri yer almaktadır. Konut kullanımı özelinde gerçekleştirilen çalışmada, konutlarından çıkış yaparak toplu taşıma araçlarını kullanan yolcuların binişleri esas alınmıştır. Bu noktada, konut biriminin ürettiği yolculuk sayısının ölçülebilmesi için sabah zirve saatlerinin esas alınması gerekmektedir. Çalışma yalnızca sabah zirve saat dilimini (07:00-09:00) kapsayan biniş verileriyle sınırlandırılmıştır. Günün diğer saatlerinde gerçekleşen yolculukların

dikkate alınmaması, yolculuk üretim oranının yalnızca belirli bir zaman kesitine göre belirlenmesine neden olmuştur.

- **Veri Türü ve Değerlendirmeye Esas Bilgilerin Kapsamı:** TTAK, zamansal ve mekansal bilgileri barındırması nedeniyle, geleneksel anket çalışmalarına kıyasla daha geniş kapsamlı, temsili ve zamana duyarlı veri sunmaktadır. Bu yönüyle, hem planlama hem de akademik çalışmalarda, TTAK'nın daha yaygın şekilde kullanılabilir hale getirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak, akıllı kart verisi sosyo-ekonomik yapıya dair bilgiler içermemektedir. Bu nedenle, “Yolculuk üretim oranı ölçümünde veri kaynağı olarak seçilen toplu taşıma akıllı kartı, yolculuk anketlerinde olduğu gibi elverişli sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayacaktır.” hipotezinin doğrulaması sağlanamamıştır. Ölçülen yolculuk üretim oranlarının en güçlü ve anlamlı ilişkilere sahip olduğu parametrelerin konut türüne ilişkin parametreler ile özel araç sahiplilik oranı olduğu görülmüştür. Bireylerin yaşadığı konut türünün seçimi ve özel araç sahiplilik oranı doğrudan ekonomik yapı ile ilişkilidir. Akıllı kart verisinde sosyo-ekonomik yapıya dair bilgi yer almadığından, bu duruma ilişkin sorgulamalar gerçekleştirilememiştir.

Ulaşım planlama çalışmalarının yolculuk üretim hesaplamalarında kullanılan geleneksel yöntemlerden olan regresyon analizi, kategori analizi ve ağırlıklı ortalama yöntemlerine girdi sağlayan veri yoğunlukla anketler aracılığıyla toplanmakta ve sosyo-ekonomik yapıya ilişkin bilgiler içermektedir. Regresyon analizinde kurulan eşitlikte yer alan değişkenler sosyo-ekonomik yapıyı temsil eden bağımsız değişkenler olabilmektedir. Çapraz sınıflandırma ve kategori analizinde de haneler, hanehalkı büyüklüklerine ve sosyo-ekonomik yapılarına göre kategorize edilmektedir. Çalışmada da, geleneksel yöntemlerde yer alan sosyo-ekonomik yapının, yolculuk üretimini etkileyen önemli faktörlerden biri olduğu anlaşılmıştır.

- **Konut Türü:** Seçim kriterleri doğrultusunda 14 adet örnek alan seçilmiştir. Alanlarda yüksek nitelikli konutlar, toplu konutlar ve apartman tipi yapılaşmalar yaygın olarak görülmüştür. Ölçülen TTYÜO değerlerinin de en güçlü ve anlamlı ilişkilere sahip olduğu mekansal parametreler, konut türlerine ilişkin parametrelerdir. Ancak, yüksek nitelikli konutlar veya toplu konut alanlarının sınırlı sayıda örnekle temsil edilmesi, bu tür konut alanlarının yolculuk üretimi üzerindeki etkisini detaylı olarak inceleme olanağını kısıtlamıştır.

Çalışmada tespit edilen olanaklar ise şunlardır:

- Büyük Ölçekli ve Güncel Veri Kullanımı: TTAK verisinin kullanımı, geniş örnekleme sahip ve sürekli güncellenen bir veri seti ile çalışma yapılmasını mümkün kılmıştır. Geleneksel anket tabanlı yöntemlere kıyasla temsil gücü daha yüksek sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

- Yöntemsel Tekrar Edilebilirlik: Belirlenen yöntem, TTAK'nın toplu taşımada yaygın olarak kullanıldığı diğer Türkiye kentlerinde de uygulanabilirliğini göstermektedir. Verinin sürekli güncellenmesi sayesinde, hem bir kent özelinde zamansal analiz, hem de farklı kentler için gerçekleştirilecek çalışmalarda karşılaştırmalı analiz yapılması potansiyelini artırmaktadır.

- Mekansal Planlama İçin Uygulanabilirlik: Ölçülen TTYÜO değerleri, kent planlamada ve ulaşım planlamasında kullanılabilecek öngörüsül sonuçlara olanak sağlamıştır.

Çalışmada istatistiksel analizler ile test edilecek olan bir araştırma hipotezi de “Konut kullanımı için kentin farklı bölgelerinde seçilen örnek alanlarda, toplu taşıma yolculuk üretim oranları arasında farklılaşmalar olsa dahi ortalama bir değer elde edilebilecektir.” önermesidir. Araştırma kapsamında seçilen farklı konumsal ve fiziksel özelliklere sahip örnek alanlar üzerinden yapılan ölçümler, TTYÜO değerlerinin alandan alana farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Örnek alanlar için hesaplanan oranlar birbirinden farklı olsa da, belli parametrelere göre kümelenme olduğu da tespit edilmiştir. Örneğin, toplu konut ve kooperatif konutlarının bulunduğu örnek alanlarda yolculuk üretim oranları daha yüksek, yüksek nitelikli konutların olduğu alanlarda ise daha düşüktür. Gerçekleştirilen korelasyon analizine göre de sözü edilen konut türleri ile yolculuk üretim oranları arasında anlamlı ve güçlü ilişkinin olduğu tespit edilen bir durumdur. Bu kapsamda, toplu konutların bulunduğu alanlardaki toplu taşıma yolculuk üretim oranı 0,50-0,87 arasında değere sahiptir. Yüksek nitelikli konutların bulunduğu alanlardaki toplu taşıma yolculuk üretim oranı 0,18-0,34 arasında değere sahiptir. Ancak, bu farklılıklara rağmen, ortalama bir yolculuk üretim değeri elde edilerek, kentsel ölçekte kullanılabilecek bir yolculuk üretim oranı önerilebileceği görülmüştür. Bu durum, konut

kullanımının genellenebilir yolculuk üretim oranlarının hesaplanabileceğini göstermektedir.

Yukarıda TTYÜO ve konut türleri arasındaki ilişkiye ilişkin açıklanan durum nedeniyle, “Konut kullanımının toplu taşıma yolculuk üretim oranını belirleyen en etkili parametre konut alanının kentsel mekan içindeki konumu ve alanda hizmet veren toplu taşıma hattı sayısı olacaktır.” hipotezi doğrulanamamıştır. Çalışmada, toplu taşıma yolculuk üretim oranını belirleyen etkili parametrelerin konut türü, alandaki duraklara maksimum yürüme mesafesi ve özel araç sahiplilik oranı olduğu tespit edilmiştir. Alanda hizmet veren toplu taşıma hattı sayısının düşünüldüğü gibi etkili olmadığı görülmüştür. Yolcuların varmak istediği noktaya erişim sağlayan tek bir toplu taşıma hattının olması ve bu hattın sefer aralıklarının sık olarak düzenlenmesi durumunda, çok sayıda toplu taşıma hattına ihtiyaç duyulmadığı düşünülmektedir.

- **Politika Üretimine Katkı:** Toplu taşıma hizmetinin mevcut durumuna göre belirlenen değerlendirme parametreleri ile TTYÜO arasındaki ilişkiler, yerel yönetimler ve plancılar için toplu taşıma politikalarına katkı sunabilecek bulgular üretmiştir.

Toplu taşımaya ilişkin belirlenen ve TTYÜO ile ilişkili olabileceği düşünülen parametreler ÖA’larda hizmet veren otobüs hattı sayısı ve bu hatların erişim sağladığı son nokta olan aktarma merkezlerindeki toplu taşıma türü çeşitliliğidir. Ancak, belirlenen bu parametrelerin TTYÜO’lar ile anlamlı ilişkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Toplu taşımanın tercih edilmesinde etken olan durumun alanda hizmet veren hat sayısı değil, varış noktasına erişim sağlayan güzergahın tercih edilebilirliği olduğu düşünülmektedir. Yolculuklarda toplu taşımanın tercih edilebilirliğini arttıran durumun alanda hizmet veren hat sayısı yerine hizmet veren hattın sefer sıklıkları olabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, İzmir metropoliten kenti özelinde raylı sistem hatlarıyla entegrasyonun sağlandığı toplu taşıma ağ tasarımının, bir ya da birden fazla aktarma yapmayı teşvik etmesi nedeniyle bireylerin yolculuk süresinin uzadığı ve yolcuların alternatif ulaşım imkanlarını tercih ettiği düşünülmektedir.

Sözü edilen öngörüler kapsamında, yerel yönetimlerin benimsediği kent içi toplu taşıma politikalarının yolculuk üretim oranları için önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Kentin herhangi bir bölgesine toplu taşıma hizmeti sunulması, o bölgede hizmet veren hat sayısı, hatların sefer sıklıkları, bu hatların izlediği güzergahlar ve erişim sağlanan aktarma

noktaları kentteki yerel yönetimin ulaşım politikaları ile doğrudan ilişkilidir. Ancak, kent içi toplu taşıma politikaları ile yolculuk üretim oranı arasındaki nedensellik farklı çalışmalara konu olmaktadır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması, toplu taşıma akıllı kart verisinin mekansal analizlerde etkin bir biçimde kullanılabileceğini ve kentsel ulaşım planlamasında yenilikçi yaklaşımların nn açabileceğini ortaya koymuştur. Özel araç ile mikromobilite kullanımını içeren verilerin eklenmesi ve sosyo-ekonomik yapıya dair eksik kalan bilgilerin veri setine entegre edilmesiyle konut kullanımına ait yolculuk üretiminin daha kapsamlı şekilde anlaşılmasına olanak sağlayacaktır. Bu sayede, uzun süreçli ve maliyetli hanehalkı yolculuk anketlerine ihtiyaç duymadan daha kısa sürede ve düşük maliyetle yolculuk üretim hesaplamaları yapılabileni öngörülmektedir.

5. ÖNERİLER

Çalışmada, İzmir metropoliten kentinin planlama dinamikleriyle oluşmuş kentsel yerleşim alanları içinden seçilen örnek alanlarda, konut kullanımının yolculuk üretim oranı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular kapsamında, akademik araştırmalar ve uygulamalar için üç kategori altında öneriler oluşturulmuştur: (1) ölçülen toplu taşıma yolculuk üretim oranları, (2) örnek alan seçimleri, (3) toplu taşıma akıllı kart verisi ve veri setinin geliştirilmesi

Toplu taşıma yolculuk üretim oranlarına ilişkin önerilen durumlar şunlardır:

- Ölçülen toplu taşıma yolculuk üretim oranları, İzmir metropoliten kentinde planlanan yeni konut alanlarının ulaşım entegrasyonunun modellenmesinde yol gösterici olabilir. Ancak, bu oranların doğrudan farklı bir kent için kullanılması önerilmemektedir.
- Zaman içindeki değişimi izlemek adına, yolcu biniş verileri periyodik olarak analiz edilebilir. Konuya ilişkin uluslararası ölçekteki çalışmalarda da yolculuk üretim oranları belli aralıklarda güncellenmektedir.
- Farklı arazi kullanım türleri için yolculuk üretim oranı hesaplamaları yapılmak istenirse, konut kullanımı gibi doğrudan sosyo-ekonomik yapıdan etkilenen türlerin tercih edilmemesi önerilmektedir. Yolculuk anketi, akıllı kart verisi, sahada yapılan sayımlar, kurumlardan elde edilen yolculuk bilgileri, cep telefonu sinyalleri gibi farklılaşan veri setlerinden faydalanılarak, eğitim, sağlık gibi kamusal kullanımlar, organize sanayi bölgesi gibi günlük yolculuk çekimi daha net hesaplanabilecek arazi kullanım türleri tercih edilebilir.

Örnek alan seçimine ilişkin önerilen durumlar şunlardır:

- İzmir metropoliten kenti dışında, farklı kentlerde benzer çalışmalar yürütülmek istenirse, örnek alan seçimi için belirlenen kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir. Çalışmanın yürütüleceği kentin yerel özellikleri doğrultusunda belirlenen kriterler farklılaşabilir. Örneğin, akıllı kart kullanımının olduğu, ancak raylı sistemle toplu taşıma hizmetinin sunulmadığı yerleşimlerde örnek alan seçimleri bu çalışmadan farklı olacaktır.

- Konut kullanımı özelinde yürütülecek olan çalışmalarda, ÖA1, ÖA9 ve ÖA10 gibi sınırları oldukça net ve yapılaşmış çevrede farklılaşmaların olmadığı alanların seçimi elverişli sonuçlara ulaşmak için uygun olacaktır.

- İzmir metropoliten kentinde toplu taşıma hizmeti sunulan alanlar merkez kent ve çevre kent olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışmada seçilen örnek alanlar merkez kent sınırlarına dahildir. Çevre kent olarak tanımlanan alanları da kapsayacak şekilde mekansal ölçeğin genişletildiği çalışmalar gerçekleştirilebilir. Bu sayede, merkez kent ve çevre kentteki yolculuk üretim oranlarının karşılaştırması yapılabilecektir.

Toplu taşıma akıllı kart verisi için önerilen çalışmalar şunlardır:

- Yerel yönetim tarafından toplu taşıma hizmet politikalarında köklü değişikliklerin olması veya ücretlendirmede yüksek düzeyde artışın olması durumunda, bireylerin günlük yolculuklarında tercih ettikleri ulaşım türlerinin değişmesi beklenen bir durumdur. Bu durumda, güncel akıllı kart verisi kullanılarak toplu taşıma yolculuk üretim oranı yeniden hesaplanmalıdır.

- Akıllı kart verisi yalnızca toplu taşıma kullanıcılarını temsil ettiğinden, diğer ulaşım türleriyle entegre veri analizleri geliştirilmelidir. Özellikle özel araç ve mikromobilité kullanımını içeren verilerin eklenmesiyle bütüncül bir veri analizi gerçekleştirilebilir.

- Kentsel alanda, yol genişliği, topografik eğim gibi fiziki kısıtlar ve yeterli yolcu yoğunluğunun bulunmaması gibi faktörler nedeniyle kamu eliyle toplu taşıma hizmetinin sunulmadığı alanlar bulunabilmektedir. Bu gibi durumlarda, ilgili alanda yaşayan bireylere hizmet vermek üzere özel toplu taşımacılık örneği olan minibüs kooperatifleri rol almaktadır. Ancak, minibüs ile taşımacılıkta ücret toplama sisteminde TTAK kullanılmaması nedeniyle zamansal ve mekansal bilgileri içeren yolcu biniş verileri elde edilememektedir. Yerel yönetimler tarafından, minibüs hatlarında da akıllı kart kullanımının sağlanması durumunda, daha elverişli sonuçlara ulaşılabilecektir.

- Ulaşım çalışmalarında yolculuk verisi için kullanılan geleneksel yöntemlerden elde edilen sosyo-ekonomik dair bilgilerin veri setine entegre edilmesi gerekliliği

anlaşılmıştır. Bu kapsamda, veri kaynağı olarak kullanılan TTAK, yerel yönetimler tarafından sosyo-ekonomik yapıya ilişkin veri toplama aracı olarak kullanılabilir.

Özetle, çok modlu seyahat üretim oranları için standart bir veri tabanının oluşturulması gerekliliği ve geleneksel hanehalkı anketini desteklemek için yenilikçi veri toplama teknolojilerinin kullanımının önemi anlaşılmıştır.



6. KAYNAKLAR

- Abdel-Aal, M. (2004). Cross Classification Trip Production Model for the City of Alexandria. *Alexandria Engineering Journal*, 43(2), 177-189.
- Aboelenen, K. E., Mohammad, A. N., Elgaar, M. I. & Choe, P. (2021). Trip Generation Rates Using Household Surveys in the State of Qatar. *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, 9(1), 10-19. doi:10.18178/jtle.9.1.10-19.
- Al-Masaeid, H.R. & Fayyad, S.S. (2018). Estimation of Trip Generation Rates for Residential Areas in Jordan. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 12(1), 162-172.
- Altaher, M.G.M., Abdallah, A.M., Elsayed, M.A. & Mahfouz, A.E.R.B.A.E. (2019). Creating Trip Generation Models for Unplanned Cities. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 10(4), 396-406.
- Altaher, M.G.M., Elsayed, M.A., Hassanin, H.D. & Ibrahim, A.R. (2023). Trip Attraction Rates of Banking Services in Developing Countries' Cities. *Civil Engineering Journal*, (2), 343-355.
- Anggraini, R., Sugiarto, S. & Pramanda, H. (2017). Factors Affecting Trip Generation of Motorcyclist for the Purpose of Non-mandatory Activities. *AIP Conference Proceedings*. doi:10.1063/1.5011565.
- Asad, F.H.A. (2015). Travel Demand Forecasting Using UK TRICS Database. *International Journal of Intelligent Transportation and Urban Planning*, 3(3), 98-107. doi: 10.18005/ITUP0303005.
- Balamir, M. (2010). Türkiye Kentlerinde Toplu Yenileme, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, *Dosya 20: Kent ve Konut*, 13-25.
- Bhandari, D.M., Witayangkurn, A. & Shibasaki, R. (2018). Estimation of Origin Destination Using Mobile Phone Call Data: A Case Study of Greater Dhaka, Bangladesh. *The 13th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems*. KICSS, November, Thailand.
- Blythe, P.T. (2004). Improving Public Transport Ticketing Through Smart Cards. *Proceedings of the Institute of Civil Engineers, Municipal Engineers*, 157:1, 47-54.
- Bwambale, A., Choudhury, C. F. & Hess, S., (2017). Modelling Trip Generation Using Mobile Phone Data: A Latent Demographics Approach, *Journal of Transport Geography*, June 2017.
- Chang, J.S., Jung, D., Kim, J. & Kan T. (2014). Comparative Analysis of Trip Generation Models: Results Using Home-Based Work Trips in The Seoul

Metropolitan Area. *The International Journal of Transportation Research*, 6(2), 78-88.

Clifton, K. J., Currans, K. M., Cutter, A. C. & Schneider, R. (2012). Household Travel Surveys in Context-Aased Approach for Adjusting ITE Trip Generation Rates in Urban Contexts. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2307 (1): 108-119.

Deri, A. (2012). *Akıllı Kart Verileri Kullanılarak Toplu Ulaşım Yolculuk Talebinin Belirlenmesi ve Sefer Çizelgeleme Optimizasyonu*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Deri, A. (2018). *Akıllı Kart Verilerinin Toplu Taşıma Atama Modellerinde Kullanımı*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

Douglass, M. & Abley, S. (2011). *Trips and Parking Related to Land Use*. NZ Transport Agency Research Report 374. Wellington, New Zealand.

ESHOT Genel Müdürlüğü (EGM) (2021). Lastik Tekerlekli Toplu Taşıma Brifing Raporu.

ESHOT Genel Müdürlüğü (EGM) (2023). İzmir Büyükşehir Belediyesi İztaşı Projesi.

ESHOT Genel Müdürlüğü (EGM) (2023). İzmir Büyükşehir Belediyesi ESHOT Genel Müdürlüğü 2023 Faaliyet Raporu.

ESHOT Genel Müdürlüğü (EGM) (2024). İzmir Büyükşehir Belediyesi ESHOT Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2025-2029.

Gadepalli, R., Jahed, M., Rao, K.R. & Tiwari, G. (2014). Multiple Classification Analysis for Trip Production Models Using Household Data: Case Study of Patna, India. *Journal of Urban Planning and Development*, 140(1). doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000168.

Ghodmare, S.D. & Yadav, G. (2021). Transportation Planning Using Conventional Four Stage Modeling. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. 12(12), 2891-2897. doi: 10.32628/IJSRST218482.

Hamamcıoğlu, C., (2019, Ocak 05). Kentsel Ulaşım Planlaması: Karar Mekanizmaları ve Süreçleri:
http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/dakin_38b9d890234a451922c152733c42e750.pdf adresinden alınmıştır.

Hammadi, A. A. & Miller, E. J. (2021). An Agent-Based Transportation Impact Sketch Planning (TISP) Model System. *The Journal of Transport and Land Use*, 14:1, 219-253.

Hedau, A. L. & Sanghai, S. S. (2014). Development of Trip Generation Model Using Activity Based Approach. *International Journal of Civil, Structural, Environmental*

and Infrastructure Engineering Research and Development (IJCSEIERD), 4(3), 61-78.

Hutchinson, B. G. (1974). *Principles of Urban Transport System Planning*. Washington: Kingsport Press.

Institute of Transportation Engineers (ITE) (2012). *Trip Generation Manual* (9th Ed.). Institute of Transportation Engineers, Washington, United States.

ITE (2021). *Trip Generation*. *ITE Journal*, October.

İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBŞB). (2017). İzmir Ulaşım Ana Planı Bilgi Notu (1): Genel Bilgilendirme.

İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBŞB). (2017). İzmir Ulaşım Ana Planı Bilgi Notu (2): Saha Araştırmaları Bilgilendirme.

İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBŞB). (2017). İzmir Ulaşım Ana Planı Sonuçlar.

Jang, T.Y. (2005). Count Data Models for Trip Generation. *Journal of Transportation Engineering*, 131:6, 444-450.

Kaplan, H. (1996). *Kentsel Ulaşım Planlaması-I, 4. Baskı*. Ankara.

Kara, Ç., Ergül, B. & Yavuz, A.A. (2018). Ulaştırma Planlamalarında Sosyo-Ekonomik Ölçütlerin Değerlendirilmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 10:2, 172-177.

Kılınçaslan, T., Elker, C. & Babalık Sutcliffe, E. (2012). *Kentsel Ulaşım, 1. Baskı*. İstanbul: Ninova Yayıncılık.

Kıran Çakır, H. (2018). Konut Alanlarının Oluşumunda ve Kullanımında Sosyo-Ekonomik Faktörlerin İrdelenmesi: Edirne-Binevler. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 2(4), 52-64.

Kulpa, T. & Szarata, A. (2016). Analysis of Household Survey Sample Size in Trip Modelling Process. *Transportation Research Procedia*, 14, 1753–1761. doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.141.

Lafta, S. A. & Ismael, M. Q. (2022). Trip Generation Modeling for a Selected Sector in Baghdad City Using the Artificial Neural Network. *Journal of Intelligent Systems*, 31(1), 356–369. doi: 10.1515/jisys-2022-0023.

Liu, L., Hou, A., Biderman, A., Ratti, C. & Chen, J. (2009). Understanding Individual and Collective Mobility Patterns from Smart Card Records: A Case Study in Shenzhen. *The 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (IEEE)*, St. Louis, MO, USA, October 3(7), 1-6.

- Long, Y. & Thill, J.C. (2015). Combining Smart Card Data and Household Travel Survey to Analyze Jobs-Housing Relationships in Beijing. *Computers, Environment and Urban Systems*, 53, 19-35.
- Miller, J., Hoel, L., Goswami, A. & Ulmer, J. (2006). Borrowing Residential Trip Generation Rates. *Journal of Transportation Engineering*, 132(2), 105-113.
- Miller, E. (2023). The Current State Of Activity-Based Travel Demand Modelling and Some Possible Next Step. *Transport Reviews*, 43(4), 565-570.
- Milne, A., Abley, S. & Douglass, M. (2009). *Comparisons of NZ and UK Trips and Parking Rates*. NZ Transport Agency Research Report 374. Wellington, New Zealand.
- Mukherjee, J. & Kadali, B.R. (2021). A Comprehensive Review of Trip Generation Models Based on Land Use Characteristics in the Perspective of Developing Countries' Context. *SSRN Electronic Journal*, January. doi: 10.2139/ssrn.3979101.
- Murat, Y.Ş. & Uludağ, N. (2008). Bulanık Mantık ve Lojistik Regresyon Yöntemleri ile Ulaşım Ağlarında Geçki Seçim Davranışının Modellenmesi. *İMO Teknik Dergisi*, 288, 4363-4379.
- Naser, M., Qdais, S.A. & Faris, H. (2015). Developing Trip Generation Rates for Hospitals in Amman. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 9(1), 8-19.
- Patel, B.V., Varia, H.R. & Rajpara, G. (2016). Development of Regional Industrial Trip Generation Model. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(41), 1-5. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i41/99244.
- Patel, B.V., Kadiya, D.K. & Varia, H.R. (2017). Developing Industrial Trip Generation Model for Himatnagar Industrial Area. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 6(4), 768-775.
- Pratiwi, N.M.W., Sriastuti, D.A.N. & Sumanjaya, A.A.G. (2019). Evaluation of Trip Generation and Trip Attraction of Shopping Centre on Traffic Performance in Denpasar City. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(2019). doi:10.1088/1742-6596/1402/4/044015.
- Schneider, C.M., Belik, V., Couronne, T., Smoreda, T. & Gonzalez, M.C. (2013). Unravelling Daily Human Mobility Motifs. *Journal of the Royal Society Interface*, 10(84), 1-9. doi: 10.1098/rsif.2013.0246
- Shi, F. & Zhu, L. (2019). Analysis of Trip Generation Rates in Residential Commuting Based on Mobile Phone Signaling Data. *The Journal of Transport and Land Use*, 12(1), 201-220.
- Stopher, P. R. (2009). The Travel Survey Toolkit: Where to From Where? 8th International Conference on Survey Methods in Transport, Annecy, France.

- Tajaddini, A., Rose, G., Kockelman, K.M. & Vu, H.L. (2020). Recent Progress in Activity-Based Travel Demand Modeling: Rising Data and Applicability. *Transportation Systems for Smart, Sustainable, Inclusive and Secure Cities*, September, 1-27. doi: 10.5772/intechopen.93827.
- Talpur, M.A.H., Napiah, M., Chandio, I. & Khahro, S.H. (2012). Transportation Planning Survey Methodologies for the Proposed Study of Physical and Socio-economic Development of Deprived Rural Regions: A Review. *Modern Applied Science*, 6(7), 1-16. doi: 10.5539/mas.v6n7p1
- Resmi Gazete (2014). Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği. Cumhurbaşkanlığı Basımevi 29030.
- Resmi Gazete (2017). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği. Cumhurbaşkanlığı Basımevi 30113.
- Türkiye Belediyeler Birliği (TBB). (2014). *Ulaşım Planlama Çalışmaları ve Ulaşım Ana Planı Hazırlama Kılavuzu*. Ankara: TBB Yayınları.
- URL-1. (2023, Ekim 14). What is TRICS: <https://trics.co.uk/the-system/#what-is-trics> adresinden alınmıştır.
- URL-2. (2020, Aralık 19). What is TRICS and How Does It Work?: <https://www.trics.org/system.html> adresinden alınmıştır.
- URL-3. (2020, Aralık 12). New Zealand Trips and Parking Database Bureau: <https://viastrada.nz/nztpdb> adresinden alınmıştır.
- URL-4. (2025, Ocak 24). NZ Transport Agency: <https://www.nzta.govt.nz/resources/open-data-portal/> adresinden alınmıştır.
- URL-5. (2024, Kasım 13). ITE Trip Generation Manual 11th Edition: https://www.phoenixoregon.gov/wp-content/uploads/2023/08/ITE-SDC-Table_SOTE.pdf adresinden alınmıştır.
- URL-6. (2023, Eylül 14). İzmir Metro Tarihçesi: <https://www.izmirmetro.com.tr/Sayfa/13/1/tarihce> adresinden alınmıştır.
- URL-7. (2023, Eylül 14). İZBAN İzmir Banliyö Sistemi: <https://www.izban.com.tr/Sayfalar/Single.aspx?MenuId=8> adresinden alınmıştır.
- URL-8. (2023, Aralık 15). İzmir Tramvayı: <https://www.tramizmir.com/tr/tramvay/42/27> adresinden alınmıştır.
- URL-9. (2025, Ocak 11). İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı Veri Setleri: <https://acikveri.bizizmir.com/dataset?groups=hareketlilik&tags=ula%C5%9F%C4%B1m> adresinden alınmıştır.

- URL-10.(2024, Kasım 18). TÜİK Gelir Dağılımı İstatistikleri: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-Dagilimi-Istatistikleri-2024-53712> adresinden alınmıştır.
- URL-11. (2024, Kasım 18). Eylül 2016 Açlık ve Yoksulluk Sınırı: 2/#:~:text=G%C4%B1da%20harcamas%C4%B1%20ile%20birlikte%20giyim,%204.515%2C37%20TL%20olmu%C5%9Ftur. adresinden alınmıştır.
- Uzun, H. (2018). *Yolculuk Davranışlarının Mekan ve Planlama Yönünden Araştırılmasında Akıllı Kart Verileri Kullanılarak Analitik Yöntemlerin Geliştirilmesi İzmir Örneği*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Üçer, F., Özdemir, T., Ceylan, H. & Turabi, A. (2009). Ulaşım Ağlarında Seyahat Üretimi Belirlenmesi İçin Model Yaklaşımı ve Seyahat Dağılımı. *BAÜ FBE Dergisi*, 11(2), 3-16.
- Wang, X. & Vom Hofe, R. (2007). *Research Methods in Urban and Regional Planning* Newyork: Tsinghua University Press, Beijing and Springer-Verlag GmbH.
- Weinberger, R., Ricks, K., Schrieber, J. & Cohen, L. (2014). *Trip Generation Data Collection in Urban Areas*. District Department of Transportation, Research Project Final Report.
- Wilfred, G., Bwire, H., Mattson, L. & Jonsson, D. (2015). Effects of Land Use on Trip Generation in Urban Areas: Comparison Between Estimated Trip Generation Rates and Planning Practices in Dar Es Salaam, Tanzania. *Proceedings of the 34th Southern African Transport Conference (SATC)*, 776-787.
- Wilson, J. (2004). *Measuring Personal Travel and Goods Movement*. Transportation Research Board Special Report 277, National Research Council, Washington, DC.
- Wolf, J. (2000). *Using GPS Data Loggers to Replace Travel Diaries in the Collection of Travel Data*. Dissertation. Georgia Institute of Technology, School of Civil and Environmental Engineering, Atlanta, Georgia.
- Zenina, N. & Borisov, A. (2013). Regression Analysis for Transport Trip Generation Evaluation. *Information Technology and Management Science*, 2013/16, 89-93. doi: 10.2478/itms-2013-0014.
- Zorlu, F. (2017). *Kentsel Ulaşım Planlaması*, Kent Planlama, edt. Özdemir, S.S., Özdemir Sarı, Ö. B. ve Uzun, N., 281-308. Ankara: İmge Kitabevi.

7. EKLER

Ek 1. Akıllı Kart Veri Seti Örneği

ID	LINE	DIRECTION	LINE_BEGIN_END	VEHICLE_ID	STOP_ID	STOP_NAME	BOARDING	BOARD_TYPE	OPERATOR
1	451	Gidiş	MENEMEN-CUMAOVASI(İzban)	BAYRAKLI-4			3.10.2023 07:06	Normal	İzban
2	771	Gidiş	F.ALTAI - EVKA 3 (Metro)	HALKAPNR MTR-5			3.10.2023 07:06	Aktarmali	Metro
3	588	Gidiş	YENİ ÇAMLIK - KONAK	OQ1249	12212	Karaselvi	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
4	090	Gidiş	SOSYAL KONUT - HALKAPINAR MET	AU1823	10228	Koruluk	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
5	466	Gidiş	ŞİRİNYER AKT. - KONAK	OQ1641	40105	Yeniyol	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
6	302	Dönüş	KONAK - OTOGAR	RC1207	10103	Belediye Sarayı	3.10.2023 07:06	Aktarmali	Eshot
7	451	Gidiş	MENEMEN-CUMAOVASI(İzban)	EGEKENT2-1			3.10.2023 07:06	Normal	İzban
8	452	Gidiş	ALİAĞA-HATUNDERE(İzban)	ALİAĞA-2	60003	Hatundere	3.10.2023 07:06	Normal	İzban
9	451	Gidiş	MENEMEN-CUMAOVASI(İzban)	MENEMEN-3			3.10.2023 07:06	Normal	İzban
10	157	Gidiş	PEKER MAHALLESİ - KONAK	OQ1508	12604	Atatürk Endüstri Meslek Lisesi	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
11	800	Gidiş	MENEMEN AKTARMA-OTOGAR YENİ	HH1564	21396	Üst Geçit	3.10.2023 07:06	Aktarmali	Eshot
12	599	Gidiş	M.ERENER - H.PINAR METRO	OQ1305	31122	Sevgi	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
13	556	Gidiş	ÇAMLIK - ÜÇYOL METRO	CE1550	12830	Zambak	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
14	771	Gidiş	F.ALTAI - EVKA 3 (Metro)	BORNOVA DOĞU-5	17	F.ALTAI	3.10.2023 07:06	Normal	Metro
15	771	Gidiş	F.ALTAI - EVKA 3 (Metro)	EVKA3 BATI-3			3.10.2023 07:06	Aktarmali	Metro
16	827	Dönüş	BOSTANLI İSKELE-ULUKENT AKTARM	OQ1662	20085	Çiğli Belediye	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
17	827	Dönüş	BOSTANLI İSKELE-ULUKENT AKTARM	OQ1662	20085	Çiğli Belediye	3.10.2023 07:06	Aktarmali	Eshot
18	451	Gidiş	MENEMEN-CUMAOVASI(İzban)	HAVA LİMANI-2			3.10.2023 07:06	Normal	İzban
19	490	Dönüş	ÜÇYOL - TINAZTEPE	FN1179	10302	Üçyol Aktarma	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
20	802	Dönüş	KONAK - EGEKENT AKT.MRK	RQ1396	10415	Alsancak Gar	3.10.2023 07:06	Normal	Eshot
21	451	Gidiş	MENEMEN-CUMAOVASI(İzban)	HAVA LİMANI-3			3.10.2023 07:06	Normal	İzban
22	827	Dönüş	BOSTANLI İSKELE-ULUKENT AKTARM	OQ1662	20085	Çiğli Belediye	3.10.2023 07:06	Aktarmali	Eshot

Ek 2. Belirlenen Haftaların Hafta İçi Günlerinde Örnek Alanlardaki					
Alan	Hizmet Veren Hat Sayısı	Erişim Sağlanan Aktarma Alanı	03-07 Nisan 2023 Haftasındaki Günlük Birim		
			Pazartesi	Salı	Çarşamba
ÖA1	4	Fahrettin Altay Akt.Merk.			
		Gaziemir Semt Garajı	1037	1012	1003
		Üçüncü Metro			

Alan	Hizmet Veren Hat Sayısı	Erişim Sağlanan Aktarma Alanı	03-07 Nisan 2023					02 Ekim-06 Ekim 2023				
			Haftasındaki Günlük Binişler					Haftasındaki Günlük Binişler				
			Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
ÖA1	4	Fahrettin Altay Akt.Merk.	1037	1012	1003	1002	989	1143	1047	992	971	958
		Gaziemir Semt Garajı										
		Üçyol Metro										
ÖA2	3	Fahrettin Altay Akt.Merk.	208	204	202	201	200	234	220	213	208	203
		Üçkuyular İskele										
ÖA3	1	Fahrettin Altay Akt.Merk.	261	248	249	255	246	290	276	265	268	269
ÖA4	1	Fahrettin Altay Akt.Merk.	250	256	241	246	231	271	259	254	248	238
ÖA5	2	Konak	417	406	404	398	388	473	460	447	426	418
		Şirinyer Akt.Merk.										
ÖA6	3	Konak	701	687	682	691	680	736	724	692	685	682
		Şirinyer Akt.Merk.										
ÖA7	1	Evka3 Metro	213	205	189	182	176	253	248	241	234	231
ÖA8	1	Evka3 Metro	183	172	164	157	148	172	164	154	136	137
ÖA9	2	Halkapınar Metro	81	74	62	60	57	91	86	79	68	66
		Bostanlı İskele										
ÖA10	2	Halkapınar Metro	214	209	195	185	169	259	236	221	203	183
		Karşıyaka İskele										

Ek 2 Tablonun devamı						
Alan	Hizmet Veren Hat Sayısı	Erişim Sağlanan Aktarma Alanı	03-07 Nisan 2023 Haftasındaki Günlük Binişler			
			Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe
ÖA11	2	Bostanlı İskele	171	146	140	137
		Çiğli Akt.Merk.				

Alan	Hizmet Veren Hat Sayısı	Erişim Sağlanan Aktarma Alanı	03-07 Nisan 2023					02 Ekim-06 Ekim 2023				
			Haftasındaki Günlük Binişler					Haftasındaki Günlük Binişler				
			Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
ÖA11	2	Bostanlı İskele	171	146	140	132	119	174	163	157	148	151
		Çiğli Akt.Merk.										
ÖA12	2	Bostanlı İskele	572	553	548	532	533	567	551	536	528	521
		Çiğli Akt.Merk.										
ÖA13	3	Bostanlı İskele	207	194	178	165	160	194	187	164	159	147
		Çiğli Akt.Merk.										
ÖA14	8	Bostanlı İskele	658	651				683	671	636	643	648
		Çiğli Akt.Merk.										
		Egekent Akt.Merk.										

ÖZGEÇMİŞ

2007 yılında Yabancı Dil Ağırlık Mustafa Kemal Lisesi'nden mezun olup, 2013 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nden lisans derecesini almıştır. Aynı yıl İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Şehir Planlama Yüksek Lisans Programında yüksek lisans eğitimine başlayıp, İzmir Urla Belediyesi Kentsel Tasarım Müdürlüğü'nde Şehir Plancısı olarak göreve başladı. 2013 yılında TUPOB Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Öğrencileri Bitirme Projesi Yarışması'nda 2.lik ödülünü almış ve ŞPO İzmir Şubesi tarafından da Ahmet Piriştina Onur Ödülüne layık görülmüştür.

2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nde Araştırma Görevlisi kadrosuna kabul edilerek mesleğine ve yüksek lisans eğitimine Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde devam etti. 2017 yılında “İmar Planlarına Yapılan Müdahalelerin Ulaşım Şebekesine Etkisinin Sorgulanması: İzmir Yeni Kent Merkezi Revizyon İmar Planı” başlıklı yüksek lisans tezini verdikten sonra Karadeniz Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalında doktora programına başladı. Akademik çalışma alanları; ulaşım planlama, yolculuk üretimi, ulaşım şebekesi ve arazi kullanım entegrasyonudur.

2022 yılında İzmir Büyükşehir Belediyesi ESHOT Genel Müdürlüğü Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı'na kurumlar arası geçiş yapmıştır. Toplu taşımada hat ve güzergah planlaması, toplu taşımaya erişilebilirlik, otobüs öncelikli yolların belirlenmesi gibi kurumsal çalışmalara katkı sağlayarak mesleğini devam ettirmektedir.