T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME KRİTERLERİ BAĞLAMINDA BURSA İLİ M1 METRO HATTININ İNCELENMESİ

Ece KENDALOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Kentsel Mekân Organizasyonu ve Tasarımı Programı

Danışman

Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN

Temmuz, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME KRİTERLERİ BAĞLAMINDA BURSA İLİ M1 METRO HATTININ İNCELENMESİ

Ece KENDALOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 08.07.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Kentsel Mekân Organizasyonu ve Tasarımı Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Cemal Cenk HAMAMCIOĞLU, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Kevser İsmet ÜSTÜNDAĞ, Üye
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Kriterleri Bağlamında Bursa İli M1 Metro Hattının İncelenmesi" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Ece KENDALOĞLU

İmza



Aileme,

TEŞEKKÜR

Tez yazım sürecinde eksikliğini hissetmediğim, bana her fırsatta desteği ile yol gösterici olan tez danışmanım Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN hocama tavsiyeleri ve rehberliği için sonsuz teşekkür ederim. Bilimsel değerlendirmeleriyle çalışmanın yapısını pekiştiren, metodolojik katkılarıyla süreci yönlendiren jüri üyelerim Doç. Dr. Cenk HAMAMCIOĞLU ve Prof. Dr. Kevser İsmet ÜSTÜNDAĞ'a teşekkür ederim.

Araştırmamda Bursa iline ait ulaşım verilerine ulaşabilmem için benden desteklerini esigremeyen Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Ulaşım Koordinasyon Şube Müdürlüğü'ne, BURULAŞ'a ve yine veri toplama aşamasında bana çok yardımcı olan Bursa Devingen Planlama'dan Hasan ŞAHİNTÜRK'e katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım sürecinde Ankara'dan destekleri ile her zaman yanımda olan üniversite sıra arkadaşlarım Merve İrem YILMAZ, Zeynep Gülce AYDIN, İbrahim Esad KOÇ ve Alperen SÜRMENELİ'ye teşekkür ederim.

Bursa kenti hakkında engin bilgi ve deneyimleri ile bana fikirler veren sevgili dayım Sami ÖZBAĞKIRAN'a teşekkür ederim.

Son olarak tüm hayatım boyunca yanımda olan, maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, her konuda bana inancı tam olan, pes etmeme asla izin vermeyen sevgili annem ve babama, hayatımızın yeni neşe kaynağı yeğenim Ela SÖYLER'e, canım kardeşlerim Serra KENDALOĞLU ve Elif KENDALOĞLU SÖYLER'e, değerli abim Ahmet SÖYLER'e ve kardeşlerimden ayırmadığım sevgili dostum Semanur DURSUN'a teşekkür ederim.

Ece KENDALOĞLU

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiv

1 GİRİŞ 1

1.1 Amaç ve Kapsam 3

1.2 Yöntem 5

1.3 Literatür Özeti 7

2 TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME 11

2.1 Yeni Şehircilik Akımı 11

2.1.1 Yeni Şehircilik Akımının İlkeleri 13

2.2 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Kavramı 17

2.2.1 Toplu Taşıma Odaklı Gelişmenin Amaçları 19

2.2.2 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'nin Planlamaya Sağladığı Katkılar 20

2.2.3 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'ye Yönelik Eleştiriler 23

2.2.4 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Ölçekleri 24

2.2.5 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Kriterleri 26

2.3 Bölüm Değerlendirmesi 32

3 TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME İLE İLGİLİ ÖRNEKLER 34

3.1 TOD Endeksi Hesaplama Yöntemi 34

3.2 TOD Endeksinin Hesaplanması ile İlgili Örnekler 36

3.2.1 The Arnhem-Nijmegen, Hollanda 36

3.2.2 Jakarta Metropoliten Alanı 40

3.2.3 Bhopal, Hindistan 43

3.3 Bölüm Değerlendirmesi 48

4 BURSA M1 METRO HATTI ÖRNEĞİ 51

4.1 Çalışma Alanının Seçilme Nedenleri 51

4.2 Bursa İlinde Toplu Taşıma Sistemleri 56

4.3 Çalışma Alanı, M1 Metro Hattı 58

4.4 Analitik Hiyerarşi Süreci 62

4.5 Belirlenen Kriterler ve Parametrelerin Hesaplanması 64

4.5.1 Yoğunluk 66

4.5.2 Çeşitlilik 70

4.5.3 Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği 75

4.5.4 Toplu Taşıma Mesafesi 85

4.6 Parametrelerin Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması 87

4.7 Belirlenen Parametre Değerlerinin Normalizasyon İşlemi 90

4.8 TOD Endeks Değerlerinin Hesaplanması 91

4.9 M1 Metro Hattı TOD Endeks Değeri Sonuçları 95

4.10 TOD Endeks Değeri En Yüksek ve En Düşük İstasyonlar 97

4.11 Bölüm Değerlendirmesi 101

5 SONUÇ 103

KAYNAKÇA 106

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 113

SİMGE LİSTESİ

$Q_{ai}.Q_{bi}...Q_{ni}$	a.b...n arazi kullanım sınıfları dahilinde bulunan belirli arazi kullanımına ait pay
Q_{lui}	i istasyon alanına dair belirli arazi kullanımına ait pay
$LU_d\ (i)$	i istasyonundaki arazi kullanımına ait çeşitlilik değeri
MI	i istasyonuna ait karmalık oranı değeri
S_{lui}	i istasyonuna dair belirli arazi kullanımı alanının toplamı
S_r	i istasyonu konut alanı toplamı
S_c	i istasyonundaki konut alanının toplamı
S_i	i istasyonuna dair çalışma alanının toplamı
R_i	i istasyonuna dair TOD Endeksi
n	istasyona dair arazi kullanım sınıfı sayısının toplamı
ri_k	k parametresi için hesaplanan normalize değer
W_k	kod (parametre) ağırlık değeri
W_{kr}	kriter ağırlık değeri
max x_i	maksimum parametre değeri
min x_i	mininmum parametre değeri
r_i	normalize edilen değer

KISALTMA LİSTESİ

3D	Density, Diversity, Destination Accessibility
5D	Density, Diversity, Destination Accessibility, Distance to Transit
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
BBB	Bursa Büyükşehir Belediyesi
BUAP	Bursa Ulaşım Ana Planı
BURULAŞ	Bursa Ulaşım Toplu Taşım İşletmeciliği Turizm Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
BOİ	Bursa Büyükşehir Belediyesi Otobüs İşletmesi
BRT	Bus Rapid Transit
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CNU	Congress for The New Urbanism
CRITIC	Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
CTOD	Center for Transit Oriented Development
DPZ	Duany Plater-Zyberk
FTA	Federal Transit Administration
ITDP	Institute for Transportation & Development Policy
KDKÇA	Konut Dışı Kentsel Çalışma Alanı
LRT	Light Rail Transport
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSM	Open Street Map
PCA	Pedestrian Catchment Areas
SMCDM	Spatial Multi-Criteria Decision Making
TOD	Transit Oriented Development
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
JMA	Jakarta Metropoliten Alanı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Araştırmada kullanılan yöntem (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **7**

Şekil 2.1 Doğal ortamdan insan yapımı ortama kadar altı bölge için geçiş (Lexicon, 2002:11) **15**

Şekil 2.2 Calthorpe tarafından geliştirilen TOD diyagramı (Calthorpe, 1993) **18**

Şekil 2.3 TOD'un planlamaya sağladığı katkıların sınıflandırılması (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **21**

Şekil 2.4 TOD ölçekleri (CTOD, 2010) **25**

Şekil 2.5 Kompakt ve karma kullanımların yürüme ve bisiklete binmeye imkân sağlaması. (Orijinal kaynak: Rogers, 1997; Aktuğlu Aktan, 2006'dan uyarlanmıştır.) **29**

Şekil 3.1 The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesinde TOD çalışmasına yönelik seçilen istasyonlar (Singh vd., 2014) **37**

Şekil 3.2 The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi TOD Endeksi (Singh vd., 2014) **39**

Şekil 3.3 The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi potansiyel TOD Endeksi (Singh vd., 2014) **40**

Şekil 3.4 JMA banliyö hattı tren güzergâhı (Taki vd., 2017) **41**

Şekil 3.5 Jakarta metropoliten alanı banliyö hattı TOD Endeksi (Taki vd., 2017) **43**

Şekil 3.6 Bhopal Şehir Bölgesi, Hindistan (Khare vd., 2021) **44**

Şekil 3.7 Çalışma alanına dair performans ölçümleri (Khare vd., 2021) **46**

Şekil 3.8 Çalışma alanına dair TOD seviyesi (Khare vd., 2021) **48**

Şekil 4.1 Bursa 2020 yılı 1/100.000 ölçekli çevre düzeni planı (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2018) **53**

Şekil 4.2 Bursa ili ilçelerini gösteren harita (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2025) **55**

Şekil 4.3 Sorunlara dair mekânsal gösterim (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **56**

Şekil 4.4 BursaRay hat güzergâhı (BURULAŞ, 2025) **57**

Şekil 4.5 Tüm alternatif senaryolarda ortak olan raylı sistem güzargahları (BUAP, 2018) **58**

Şekil 4.6 Çalışma kapsamında seçilen hattın Bursa'daki raylı sistem hatları içerisindeki konumu (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **59**

Şekil 4.7 Çalışma kapsamında seçilen istasyonlar (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **60**

Şekil 4.8 M1 Metro Hattı günlük yolcu biniş sayıları (BURULAŞ, Nisan 2025) **62**

Şekil 4.9 AHS hiyerarşisi (Arslankaya & Göraltay, 2019) **63**

Şekil 4.10 Çalışma kapsamında belirlenen kriterler, parametreler ve istasyonlar (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **64**

Şekil 4.11 İstasyonlara dair mahalle bazlı nüfus yoğunlukları (Yazar tarafından TÜİK, 2024 verileri ile GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **68**

Şekil 4.12 Ticaret alanı yoğunluğu en yüksek çıkan istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **70**

Şekil 4.13 Seçilen istasyonlara dair arazi kullanımı (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **71**

Şekil 4.14 Arazi kullanım çeşitliliği en yüksek çıkan istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **75**

Şekil 4.15 Karmalık oranı en yüksek (Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar istasyonu) ve en düşük (Karaman/Hürriyet istasyonu) olan istasyonlar (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **78**

Şekil 4.16 Yeşil alan yoğunluğu en yüksek çıkan iki istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **80**

Şekil 4.17 İhsaniye istasyonuna dair kavşak noktaları (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **83**

Şekil 4.18 Korupark istasyonuna dair kavşak noktaları (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **84**

Şekil 4.19 İhsaniye istasyonuna dair PCA alanı (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **84**

Şekil 4.20 Korupark istasyonuna dair PCA alanı (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **85**

Şekil 4.21 Durak yoğunluğu en yüksek çıkan istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **87**

Şekil 4.22 Çalışma kapsamında belirlenen parametrelerin ağırlıklandırma işlemi sonucu elde edilen TOD Endeks değerleri (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025) **96**

Şekil 4.23 Belirenen kriterler, parametreler ve parametre kod isimleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **97**

Şekil 4.24 TOD Endeks değeri en yüksek olan üç istasyon (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **98**

Şekil 4.25 TOD Endeks değeri en düşük olan iki istasyon (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025) **100**

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 İncelenen örneklerin karşılaştırılması **49**
Tablo 4.1 Çalışılan hattın özellikleri **61**
Tablo 4.2 Çalışma kapsamında belirlenen parametrelere dair veri kaynakları **65**
Tablo 4.3 İstasyonlara dair nüfus yoğunluğu (kişi/ha) **67**
Tablo 4.4 Seçilen istasyonlara dair ticaret alanı yoğunluğu **69**
Tablo 4.5 İstasyonlara dair arazi kullanım çeşitlilik değeri **72**
Tablo 4.6 Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonuna dair arazi kullanım çeşitliliğinin hesaplanması **73**
Tablo 4.7 İstasyonlara dair karmalık oranları **76**
Tablo 4.8 İstasyonlara dair yeşil alan yoğunlukları **79**
Tablo 4.9 İstasyonlara dair yaya yürüme mesafesi oranları **81**
Tablo 4.10 İstasyonlara dair durak yoğunlukları **86**
Tablo 4.11 Çalışma kapsamında incelenen örneklerin parametre ağırlık değerleri **87**
Tablo 4.12 Parametrelere verilen kod isimleri **88**
Tablo 4.13 Çalışma kapsamında belirlenen TOD kriter ve parametrelerine dair ağırlık değerleri **89**
Tablo 4.14 Normalizasyon işlemi uygulanan parametre değerleri **91**
Tablo 4.15 Belirlenen kriterlere dair TOD Endeksleri **92**
Tablo 4.16 İhsaniye istasyonuna dair TOD Endeks değeri hesaplaması **94**

ÖZET

Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Kriterleri Bağlamında Bursa İli M1 Metro Hattının İncelenmesi

Ece KENDALOĞLU

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN

Kentlerin şekillenmesinde etkili bir rolü olan ulaşım, kontrol altında tutulması güç bir durum haline gelen nüfus artışının gerisinde kaldığı için, günümüz kentlerinde yaşanan ulaşım problemleri de kaçınılmaz bir hal almaktadır. Kentlerin merkez noktalardan uzakta, çeperlerde gelişme göstermesi ulaşıma talebi artırmaktadır. Ancak kentler bu ulaşım taleplerine kesin yanıtlar verememektedir. Günden güne yolculuk mesafelerinin artması, kentte yaşayanları otomobile bağımlı bir hale getirmektedir. 1980'lerde ortaya çıkan Yeni Şehircilik Akımı, otomobil bağımlılığını azaltmayı, toplu taşımayı geliştirmeyi ve yaşanabilir mahalleler oluşturmayı amaçlar; bu doğrultuda Calthorpe'un (1993) Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD) yaklaşımını benimsemektedir.

Bu çalışmada amaçlanan, TOD kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterler bağlamında araştırma alanı kapsamında seçilen istasyonlarda TOD planlamasına dair potansiyel gösteren alanları tespit etmek ve kentte hızlı raylı sistemlerle geniş nüfuslara daha iyi seviyede ulaşım hizmetleri sunmak için öncelikli olarak değerlendirilebilecek istasyonları belirlemektir. Bu doğrultuda, Bursa ili M1 Metro Hattının kuzeybatı aksındaki istasyonlar orta nokta kabul edilerek, çevresindeki 500 metre

yarıçapındaki alanda analizler yapılmıştır. Çalışma kapsamında kriterler, yoğunluk, çeşitlilik, tasarım ve hedef erişilebilirliği, toplu taşıma mesafesi olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere dair belirlenen parametreler doğrultusunda her istasyon özelinde analizler yapılmıştır. Bu analizlerin mekânsal gösterimlerinin de sağlanabilmesi adına tüm analizler GIS ortamında oluşturulmuştur. Araştırmanın yöntemi, Analitik Hiyerarşi Süreci olarak belirlenmiştir. Literatür araştırması sonucu son yıllarda en çok atıf alan araştırmalar incelenmiş, istasyonlar çevresinde ölçümlerin TOD Endeksi değerlerine ulaşılarak değerlendirilmesini sağlayan Hollanda, The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi, Endonezya'nın Jakarta kenti ve Hindistan'ın Bhopal kentinde yapılan çalışmalardaki ağırlık değerleri temel alınmıştır. Araştırma kapsamında seçilen parametreler için normalizasyon işlemi yapılmıştır. Son olarak 0 ile 1 arasında her istasyon için TOD Endeks değerine ulaşılmıştır. 7 istasyon özelinde yapılan bu çalışmanın sonuçlarında, en yüksek ve en düşük TOD Endeks değerine sahip istasyonlar belirlenmiştir. TOD Endeks değeri yüksek çıkan istasyonların TOD alanı olma potansiyeli taşıması sebebiyle, yüksek TOD Endeksine sahip istasyonların sürdürülebilir bir kentsel gelişim perspektifiyle desteklenmesi gereken parametreler tespit edilerek tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toplu taşıma, yeni şehircilik, toplu taşıma odaklı gelişme, TOD Endeksi

ABSTRACT

An Analysis of the M1 Metro Line in Bursa in the Context of Transit-Oriented Development Criteria

Ece KENDALOĞLU

Department of Urban and Regional Planning
Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Esin Özlem AKTUĞLU AKTAN

Since transportation, which plays a significant role in shaping cities, lags behind population growth, which has become difficult to control. Transportation problems in today's cities are becoming inevitable. The development of cities on the periphery, away from central points, increases the demand for transportation. However, cities cannot provide definitive solutions to these transportation demands. The increasing distance traveled daily makes urban residents dependent on automobiles. The New Urbanism Movement, which emerged in the 1980s, aims to reduce automobile dependency, improve public transportation, and create livable neighborhoods; in this direction, it adopts Calthorpe's (1993) Transit-Oriented Development (TOD) approach.

The aim of this study is to determine TOD criteria and, within the context of these criteria, to identify potential areas for TOD planning within the selected stations within the research area. Furthermore, to identify stations that can be prioritized to provide better transportation services to large populations through high-speed rail systems in the city. For this purpose, analyses were conducted within a 500-meter radius of the stations on the northwest axis of the M1 Metro Line in Bursa province, using these criteria as midpoints. The study criteria were density, diversity, design and destination accessibility, and public transportation distance. Analyses were

conducted for each station based on the parameters determined for these criteria. All analyses were created in a GIS environment to provide spatial representation of these analyses. The research method was determined as the Analytical Hierarchy Process. As a result of the literature review, the most frequently cited studies in recent years were examined, and weightings were used based on studies conducted in the Arnhem-Nijmegen region of the Netherlands, Jakarta in Indonesia, and Bhopal in India, which allow measurements around stations to be evaluated by obtaining TOD Index values. Normalization was performed for the selected parameters within the scope of the study. Finally, a TOD Index value between 0 and 1 was obtained for each station. The results of this study, conducted across seven stations, identified the stations with the highest and lowest TOD Index values. Because stations with high TOD Index values have the potential to become TOD areas, the parameters that should be supported within a sustainable urban development perspective for stations with high TOD Indexes were identified and discussed.

Keywords: Public transportation, rail systems, the new urbanism, transit-oriented development, TOD Index

1
GİRİŞ

Nüfus artışındaki ivmelenme, kentsel yayılmanın giderek artmasının bir sonucu olarak kent içi ulaşımda trafik yoğunluğunda artışlar meydana gelmektedir. Kentleşmenin yol açtığı ekonomik, sosyal ve çevresel faaliyetler artmaktadır ve bu durum da kentlerdeki yolculuğa olan talebin yüksek olmasına neden olmaktadır.

Ulaşım, kentlerin şekillenmesinde ve gelişim yönlerine dair potansiyellerin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Kentleşme süreci, yollar, toplu taşıma sistemleri ve yürüyüş yolları gibi ulaşım altyapıları tarafından şekillendirilmiştir. Her kentin ulaşım altyapısı, kendine has bir zamansal birikim ve gelişim sürecine sahip olduğundan, birbirinden farklı kentsel biçimler, mekânsal yapılar ve bu yapılarla ilişkili kentsel ulaşım sistemleri ortaya çıkmaktadır (Rodrigue, 2024).

Ulaşımda erişilebilirlik sağladığı için, ulaşım altyapısının kalitesi ve düzeni, bir bölgenin ekonomik ve sosyal dinamiklerini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, bir bölgenin erişilebilirliğinin artması, o bölgenin gelişme potansiyelini artırmaktadır. Kısaca etkili bir ulaşım sistemi, kentlerin sürdürülebilirliği ve yaşam kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Ulaşım, bireylerin iş, eğitim ve sosyal etkinliklere kolayca ulaşmalarını sağlarken, ekonomik gelişmeyi de desteklemektedir. Etkili bir ulaşım ağı, ticaretin ve ekonomik faaliyetlerin artmasına yardımcı olurken, toplu taşıma sistemleri ise yolcuların özel araçlarını kullanmadan seyahat etmelerine imkân sunmaktadır ve bu da trafik yoğunluğunu azaltan bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Yolculuk talebinin artması toplu taşıma kullanımındaki talep artışını da artırmaktadır ancak artan toplu taşıma kullanma talebinin karşılanamaması günümüz kentlerinde özel araç sahipliliğinin de artmasına sebep olmaktadır.

Kentsel planlamanın temelde eksi yönlerine bakıldığında, otomobil bağımlılığı, kentsel yayılma, tıkanıklık, uzun süre yolculuklar, kirlilik endişeleri yer almaktadır (Bibri 2018). Özel araç sahipliliğinin artması kent içi ulaşıma olumsuz yönde etki etmektedir. Örneğin; enerji verimliliğinin azalması, hava ve gürültü kirliliğinin artışı, trafik sıkışıklığının artışı, kentteki araçlar için otopark yetersizliği, trafik kazalarının artışı. Bu durum kentlerin yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliği açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Kent içi ulaşımda toplu taşıma sistemleri; raylı sistemler, karayolu ulaşımı ve denizyolu taşımacılığı şeklinde üç temel gruba ayrılmaktadır (Keskin, 1975). Diğer toplu taşıma araçlarına kıyasla karayolu ulaşımında kullanılan otobüslerin altyapısı için daha az mali harcama gerekmektedir, bu sebeple kent içinde en çok kullanılan toplu taşıma sistemi otobüsler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak karayolu ulaşımında otobüs, minibüs, dolmuş gibi toplu taşıma modları günümüz kentlerinde hızlı ve sürekli artan nüfus karşısında yetersiz kalmakta ve bu durum da trafik sorunlarına kati çözümler sunamamaktadır (Comtois, Slack, Rodrigue, 2009). Karayollarındaki yaşanan trafik sorunlarına alternatif olarak düşünülen çözüm yollarından birisi, raylı sistemleri diğer kent içi ulaşım ağları ile entegre bir şekilde çalışmasını sağlamaktır. Raylı sistemlerin enerji verimliliği sağlaması, günlük yolcu taşıyabilme kapasitesinin yüksek olması gibi avantajlı durumları vardır.

Otomobil bağımlılığını azaltmak, toplu taşıma sistemlerini teşvik etmek ve aynı zamanda toplu taşıma istasyonlarının çevresinde yoğun yapılaşma sağlanması giderek artan kent içi ulaşım sorunlarına karşı mücadele edebilmek amacıyla önerilen stratejilerden birisidir. Bir kentsel tasarım hareketi olarak ortaya çıkan Yeni Şehircilik, Toplu Taşıma Odaklı Gelişme kavramını benimsemektedir.

Akıllı kent modellerinden birisi olan ‘Toplu Taşıma Odaklı Gelişme’ kentlerin daha sürdürülebilir olmasını hedefleyen kentsel tasarım araçlarından birisi olarak literatürde yer almaktadır. Calthorpe (1993) tarafından geliştirilen ‘Toplu Taşıma Odaklı Gelişme’ kavramı çerçevesinde kentlerdeki özel araç kullanımının azaltılarak, toplu taşıma sistemlerinin kullanımını teşvik edecek aynı zamanda yaya odaklı TOD (Transit Oriented Development) tasarım kriterleri belirlenmiştir.

Kent içi ulaşım problemleri, bir çözüm yolu olarak ortaya çıkan TOD kavramı ile ele alındığında araştırmanın asıl çıkış noktası olan soru ‘*Toplu taşımanın teşvik*

edilmesi TOD kriterleri ile ilişkili midir?' olarak belirlenmiştir. Bu soruya cevap vermek için halkın toplu taşımayı kullanmayı neden tercih etmediği konusu üzerinde durulması gerekmektedir. Bu noktada erişilebilirlik, toplu taşımaya olan yürüme mesafesi, arazi kullanımının çeşitliliği, yoğunluk, kentsel tasarım gibi kavramlar ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple araştırmanın sorusu daha spesifik bir hale getirilerek, *'Toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artıracak TOD kriterleri nelerdir ve bu kriterler istasyonlar çevresinde ölçülebilir mi?'* olarak belirlenmiştir.

1.1 Amaç ve Kapsam

Araştırmanın amacı, 'Toplu Taşıma Odaklı Gelişme' kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlere dair TOD Endeks değerlerinin kullanılarak, TOD planlamasında hangi istasyonlar bağlamında daha geniş nüfuslara daha iyi seviyede ulaşım bağlantısı oluşturmak için öncelikli olarak değerlendirilebileceğini ve potansiyel olarak görülen istasyonlarda nasıl daha iyi bir hale getirilebileceğini önermektir.

Bu araştırma, TOD Endeksinin Bursa şehrinde nasıl ölçülebileceğine dair bir vaka çalışması olarak görülmektedir. Araştırma kapsamında Bursa ili M1 Metro Hattının kuzeybatı aksındaki istasyonlar çevresindeki 500 metre yarıçapındaki bölgeler incelenmiştir. TOD, bölgesel planlama, ekonomik faktörler gibi birçok farklı alanı kapsarken, bu tezde TOD'un kentsel tasarım ilkeleri üzerinde durulmaktadır.

Kentsel tarım ilkeleri Toplu Taşıma Odaklı Gelişme ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılan 5D modeline dayanmaktadır. Bu modeldeki üç boyut, ilk olarak Cervero ve Kockelman (1997) tarafından tanıtılmış ve daha sonra Ewing ve Cervero'nun katkılarıyla iki ek boyutla zenginleştirilmiştir.

Araştırmanın ilk bölümünde araştırma sorusu doğrultusunda, amaç, kapsam, yöntem ve 'Toplu Taşıma Odaklı Gelişme' ile ilgili literatür özeti yer almaktadır.

İkinci bölümde ilk olarak 1980'lerin sonlarında bir kentsel tasarım hareketi olarak ortaya çıkan Yeni Şehircilik (The New Urbanism) akımı incelenmiştir. Sürdürülebilirlik, yürünebilirlik, topluluk oluşturma ve karma kullanımlı alanların geliştirilmesi gibi prensipleri vurgulayan bu akımın Toplu Taşıma Odaklı Gelişme ile ilişkisi açıklanmıştır. TOD, Yeni Şehircilik ilkelerinin bir uygulama biçimi olarak gelişmiştir. Toplu taşıma sistemlerinin etrafında yoğun, karma kullanımlı yerleşim alanları oluşturmayı hedeflemektedir. Yeni Şehircilik'in yürünebilirlik ve

sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik bir strateji olarak kabul edilmektedir. Ardından TOD kavramının tanımı yapılmıştır. TOD'un amaçları açıklanarak bu amaçlara ulaşması ile elde edebileceği planlamaya dair katkılar anlatılmıştır. Bu katkılar sosyal, ekonomik ve çevresel olarak üç ayrı başlık altında incelenmiştir. Bahsedilen katkıların gerçekleşebilmesini zaman zaman kısıtlayan TOD'un önündeki engeller ve buna yönelik eleştiriler de açıklandıktan sonra 4 başlık altında ayrılan TOD ölçekleri açıklanmaktadır. Bu ölçekler; Bölge, Koridor, İstasyon ve Yerleşim Düzeyi ölçeğidir. Bu araştırma 'İstasyon Ölçeği' üzerinde odaklanmaktadır. Son olarak araştırmanın kapsamını oluşturan '5D' TOD Kriterleri (yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, tasarım, hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklık) üzerine literatür araştırması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde araştırmanın yönteminin şekillenmesinde yardımcı olan çalışmalar incelenmiştir. Literatürde bir istasyondaki TOD seviyesinin değerlendirilebilmesi için birden fazla yöntem ve teknik bulunmaktadır. Bu araştırma istasyon ölçeğinde TOD seviyesinin belirlenebilmesi için TOD Endeksi kullanılarak değerlendirme yapılan çalışmaları baz almaktadır. TOD Endeksi, bir istasyonun güçlü yönlerini ve geliştirilmesi gereken alanlarını belirlemek amacıyla çeşitli göstergeler arasında karşılaştırmalar yapılmasına olanak tanımaktadır.

Bu kapsam doğrultusunda üçüncü bölümde, Hollanda'nın The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi, Endonezya'nın Jakarta kenti ve Hindistan'ın Bhopal kentinde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Hollanda ve Endonezya'dan seçilen örnekler raylı sistemler üzerineyken, Hindistan'dan seçilen örnekte otobüs sistemleri üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu durum yalnızca metro istasyonlarda değil, BRT (bus rapid transit) istasyonlarında da TOD seviyelerinin aynı yöntem ile ölçülebileceğini ortaya koymaktadır.

Dördüncü bölüm, yöntem ve bulgulardan oluşmaktadır. Üçüncü bölümde incelenen çalışmalardaki TOD Endeksi hesaplama yöntemi baz alınmıştır. TOD Endeksi hesaplanırken 'Analitik Hiyerarşi Süreci' yöntemi kullanılmıştır. Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen AHS, ikili karşılaştırmalara ve puanlamalara dayanarak kriterler arasındaki öncelikleri belirlemeyi sağlayan hem nicel hem de nitel verilere dayalı çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Araştırmanın kapsamı doğrultusunda bu yöntem kullanılarak, M1 Metro Hattında belirlenen istasyonlar

çevresindeki 500 metre yarıçapındaki bölgelerde TOD Endeks değerleri ölçülmüştür.

Beşinci bölüm sonuç bölümüdür. Bu bölümde araştırmanın amacı doğrultusunda literatür araştırmaları sonucu elde edilen TOD kriterleri ve bu kriterler bağlamında oluşturulan parametrelere dair yöntem bölümünde (4. Bölüm) oluşturulan analizlerin sonuçları yorumlanmıştır. TOD Endeks değeri en yüksek ve en düşük istasyonlar belirlenmiş olup, bu analizler daha yaşanabilir, erişilebilir ve ekonomik açıdan dinamik kentler oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. TOD planlaması bağlamında, ulaşım bağlantılarının daha iyi seviyeye getirilmesi için hangi istasyonların öncelikli olarak değerlendirilebileceği belirlenmiş ve potansiyel TOD alanı olma niteliği taşıyan istasyonlarda erişilebilirlik, bağlantısallık ve kentsel etkileşim açısından nasıl iyileştirmeler yapılabileceği tespit edilmiştir.

1.2 Yöntem

Çalışmada ilk olarak, literatür taraması yapılarak 5D modeline dayanan TOD ile ilgili kriterler ve parametreler belirlenmiştir. Bu aşamada, TOD'un farklı boyutlarını kapsayan çeşitli parametreler ortaya koyulmuştur. Daha sonra, belirlenen kriterler ve parametreler doğrultusunda veri toplanmıştır. Bu veriler, TOD alanlarının mevcut durumunu (yoğunluk, çeşitlilik, erişilebilirlik vb.) analiz etmek için kullanılmıştır.

TOD değerlendirme modeli olarak seçilen AHS yöntemi kullanılmıştır. AHS yönteminde, ilk aşamada kriterlere ve parametrelere ağırlık değerleri atanmaktadır. Bu çalışmada, benzer kapsamdaki örnek uygulamalarda kullanılan kriter ve parametre ağırlıkları referans alınmıştır. Tez kapsamında ağırlık değerlerinin belirlenmesi için Hollanda, The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi, Endonezya'nın Jakarta kenti ve Hindistan'ın Bhopal kentinde yapılan çalışmalar baz alınmıştır.

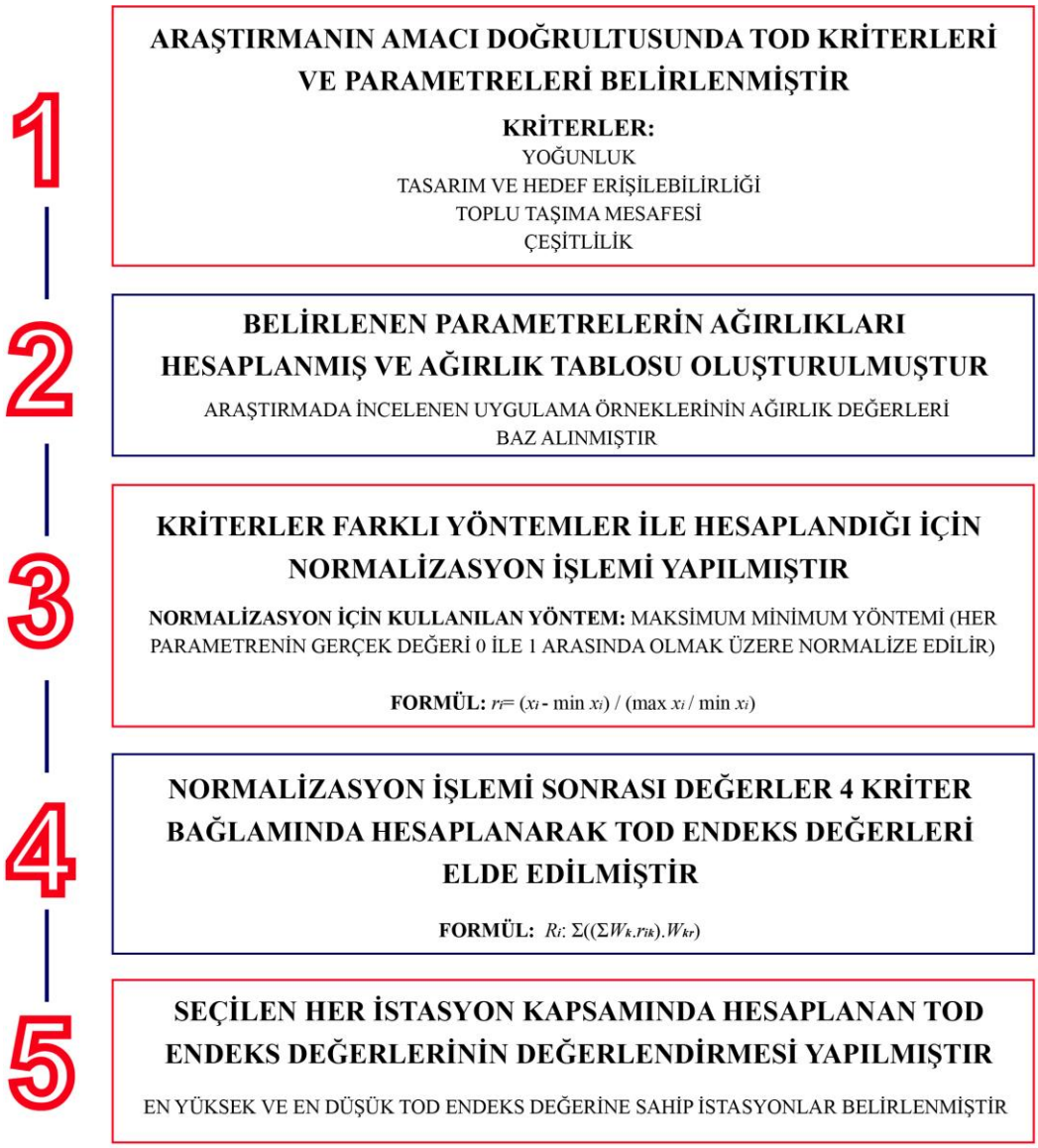
Belirlenen parametrelerin ağırlık değerleri hesaplanıp ağırlık matrisi oluşturulduktan sonra, parametreler farklı yöntemler kullanılarak hesaplandığı için normalizasyon işlemi yapılmıştır. Normalizasyon işlemi için bu çalışmada Maksimum-Minimum Yöntemi kullanılmıştır.

Normalizasyon işlemi sonrasında, değerler 4 kriter bağlamında hesaplanarak 0 ile 1 arasında TOD Endeks değerleri elde edilmiştir. En yüksek ve en düşük TOD

Endeks değerine sahip istasyonlar belirlenmiştir. Bu aşamada, çeşitli analiz teknikleri (mekânsal analiz, istatistiksel analiz vb.) kullanılmıştır. Analiz sonuçları istasyonlar özelinde görselleştirilmiş ve tartışılmıştır.

Özetle, çalışmada yöntem olarak 'Çok Kriterli Karar Verme' yöntemlerinden birisi olan 'Analitik Hiyerarşi Süreci' yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde en iyi seçeneğin hiyerarşik olarak sıralanması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın kapsamını oluşturan M1 Metro Hattında belirlenen istasyonlar çevresindeki 500 metre yarıçapındaki bölgelerde TOD Endeks değerleri ölçülmesi adına bu yöntem kullanılmıştır.

Bu çalışmada, TOD kavramının kriterlerini ve analiz sürecini özetleyen bir akış şeması hazırlanmıştır. Şema, TOD'un ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan temel adımları göstermektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Araştırmada kullanılan yöntem (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

1.3 Literatür Özeti

TOD kavramı 1990'ların başında ortaya atılmıştır ancak kökeni, 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır. Daha önceki kent planlama uygulamaları ve stratejilerine dayanan TOD'un temel ilkeleri, 1950'ler ve 1960'larda, toplu taşıma sistemleri ile entegrasyon ve istasyonların etrafında gelişen yerleşim alanlarının oluşturulmasıyla şekillenmiştir. Bu dönemlerde artan çevresel kaygılar, nüfus ve araç trafiği, kent planlaması uzmanlarını toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi konusunda stratejiler oluşturması için teşvik etmiştir.

TOD kavramı, 1980'ler ve 1990'lar boyunca kentsel planlama ve ulaşım politikalarında daha fazla önem kazanmıştır. Bu dönemde, TOD'un sürdürülebilirlik ve çevresel etki konularındaki önemi vurgulanmıştır. TOD projeleri ve politikaları hayata geçirilmiş ve bu projelerin başarıları literatürde daha fazla yer bulmaya başlamıştır.

2000'lerin başından itibaren, TOD kavramı küresel çapta daha geniş bir kabul görmeye başlamıştır. Daha fazla kent, sürdürülebilir kentsel gelişim stratejileri arasında TOD'u benimsemiş ve bu kavramın etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılmıştır. Son zamanlarda bu kavram kentlerin çeperlere doğru büyümesini engellemenin, otomobil seyahatini azaltmanın ve toplu taşımaya elverişli yerleşim modellerini teşvik etmenin bir yolu olarak kentsel kalkınmanın en sürdürülebilir biçimlerinden biri olarak kabul görmektedir (Calthrope, 1993; Cervero vd., 2004).

TOD, bölgesel planlama, ekonomik faktörler gibi birçok farklı alanı kapsarken, bu tezde TOD'un kentsel tasarım faktörleri üzerinde durulmaktadır.

İlk olarak ABD'de Calthorpe, 'The Next American Metropolis: Ecology, Community and the American Dream (1993)' kitabında; kentlerin nasıl daha sürdürülebilir ve erişilebilir hale getirilebileceğini tartışmıştır. En rasyonel kentsel gelişim şekli olarak ulaşım sisteminin arazi kullanımıyla entegrasyonunu ifade ederek TOD'un temel ilkelerini belirlemiş ve toplu taşıma sistemlerinin etrafında yoğun, karma kullanımlı alanların nasıl oluşturulabileceğine dair örnekler sunmuştur (Bruce, 2012).

Calthorpe (1993), TOD yaklaşımını 'konut, iş ve alışveriş olanaklarının yoğun ve karışık bir şekilde birbirine yakın olduğu yerleşim alanları' olarak tanımlamaktadır. Ona göre TOD, yaya dostu bir çevre içinde toplu taşıma ile entegre edilmiş karma kullanımlı alanları içermektedir. Calthorpe, ayrıca yaya dostu tasarımın ve bisiklet yollarının önemini vurgulamaktadır.

Susan Handy (2005), TOD kavramını 'konut, ofis, ticaret ve diğer hizmetlerin bir arada bulunduğu, toplu taşıma sistemlerine kolay erişim imkânı sunan yoğun ve karma kullanımlı (mixed-use) alanlar' olarak tanımlamaktadır. Onun tanımına göre TOD, sürdürülebilir ulaşımı destekleyen bir kentsel gelişim yaklaşımıdır.

Uluslararası Ekonomik Kalkınma Konseyi (2006), TOD kavramını Yeni Şehircilik ve Akıllı Büyüme çerçevesinde ele almakta ve bu yaklaşımların bir bileşeni olarak

tanımlamaktadır. Özetle TOD, çeşitli kullanımları bir araya getirerek bireylerin günlük gereksinimlerini toplu taşıma araçlarıyla karşılamalarına olanak tanımaktadır.

Bu tanımlar, TOD kavramının yoğun, karma kullanımlı ve toplu taşıma sistemleriyle bütünleşmiş bir kentsel gelişim stratejisi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. TOD'un esas amacı, bireylerin ulaşım ihtiyaçlarını toplu taşıma araçları aracılığıyla karşılamak için çeşitli kullanımları bir araya getiren, sürdürülebilir ve erişilebilir kentsel alanlar oluşturmaktır.

Literatürde, TOD kavramı genellikle raylı sistemlerle ilişkilendirilmekte olup, bu ilişki, raylı sistemlerin seyahat verimliliğinden ziyade, tramvay, hafif raylı sistem ve metro gibi raylı sistem tabanlı toplu taşıma etrafında algılanan unsurların bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Hafif raylı sistemlerin markalaşma ve yer oluşturma yoluyla yerel ve bölgesel ekonomileri canlandırma potansiyelinin daha yüksek olduğu algısı, hafif raylı sistem seçeneklerini BRT seçeneklerinden önce seçme yönündeki politik eğilimi desteklemektedir (Ferbrache ve Knowles, 2017). Buna ek olarak, hafif raylı sisteme yönelik politik tercihin, hafif raylı sistemin sosyo-ekonomik faydalarının abartılmasına yol açtığını öne süren bazı araştırmalar da bulunmaktadır (Bottoms, 2003). Bu durum, TOD'un otobüs tabanlı toplu taşımadan çok raylı sistem tabanlı toplu taşımayla neden daha fazla bağdaştırıldığını açıklamaktadır.

Ibraeva vd. (2020) tarafından yapılan bir incelemeye göre, TOD'u kavramsallaştırmanın farklı yolları bulunmaktadır. Birçok çalışma, kavramın 3D'sine, yoğunluk, çeşitlilik, tasarıma odaklanmıştır (Cervero ve Kockelman, 1997). Sonrasında Ewing ve Cervero (2010), bu kriterlere hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklık kriterlerini de ekleyerek bunları beş kategoriye ayırmış ve bu durumu 5D olarak adlandırmışlardır. TOD'u kavramsallaştırmanın farklı yolları da yöntemler ve modeller açısından araştırma tasarımını etkilemektedir (Hrelja, vd., 2020).

TOD kavramı, tanımlarındaki çeşitlilik dikkate alındığında, üzerinde genel bir uzlaşmaya varılmış tek bir tanıma sahip olmadığı görülmektedir. TOD'un tanımı, ele alındığı bağlama, amaçlara ve hedeflere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu yaklaşımın temel hedefleri arasında; arazi kullanımı ile toplu taşımayı

birleştirmek, toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artırmak, kompakt ve sürdürülebilir kentsel gelişimi sağlamak, özel araç kullanımından toplu taşımaya geçişi teşvik etmek ve akıllı büyüme stratejilerini desteklemek yer almaktadır.

Bununla birlikte, TOD sürecinde yer alan farklı paydaşların ihtiyaç ve beklentilerinin değişkenlik göstermesi nedeniyle, TOD'un kapsamına ilişkin algı ve tanımlar da çeşitlilik göstermektedir. Bu durum, TOD'un çok boyutlu ve bağlama özgü bir planlama yaklaşımı olduğunu ortaya koymaktadır.

2
TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME

Bu bölümde ilk olarak Yeni Şehircilik Akımı'nın kimler tarafından hangi amaçlarla kurulduğu, hangi yıllarda ortaya çıktığı ile ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir. Sonrasında Yeni Şehirclik Akımı'nın benimsemiş olduğu ilkelerden bahsedilerek TOD kavramının Peter Calthorpe (1993) tarafından Yeni Şehircilik ilkeleri benimsenerek nasıl ortaya atıldığı ile ilgili TOD kavramına geçiş yapılacaktır.

TOD kavramının tanımı yapıldıktan sonra, TOD'un amaçları, planlamaya sağladığı katkıları, eleştirilen yanları, hangi ölçeklerde uygulandığı ve araştırmanın kapsamını oluşturan 5D TOD Kriterleri (yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, tasarım, hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklık) üzerine dair kapsamlı bir literatür araştırmasına yer verilmiştir.

2.1 Yeni Şehircilik Akımı

Günümüz kentlerinde özel araç kullanımının artmasının beraberinde getirmiş olduğu sorunlar ve kentlerin çeperlere doğru yayılması ile modern kentleşme kavramına 20. Yüzyılda yeni bakış açıları oluşmuştur (Steuteville, 2004). Hümanist şehirciliğe dayalı yeni bir şehircilik hareketinin ortaya çıkmasındaki nedenlere bakıldığında 1980'lerin son yılları ve 1990'ların başlarında, şehir merkezlerinin gerilemesi, şehirlerin banliyölerinde dağınık bir şekilde gelişmesi, trafiğin fazla olması, kent merkezlerinden uzak olan banliyölerin artışı ile çeşitli teoriler ortaya çıkmış olmasıdır (Lehrer, 2009).

Yeni Şehircilik Akımı'nın temelde 3 ana amacı vardır. Bunlar; 'yenilenebilir enerji, elektrikli ulaşım ve yürünebilir şehirler'. Yeni Şehircilik akımı, iklim krizine ve azalan fosil kaynaklara yönelik çözüm önerileri sunmak, kentte yaşayanlara sürdürülebilir ve daha yaşanabilir şehirler elde etmeyi hedeflemektedir (www.newurbanism.org, 2025).

Yeni Şehircilik hareketleri doğrultusunda, Yeni Şehircilik Kongresi'nin rolü oldukça büyüktür. Bu kongre, Yeni Şehircilik hareketinin temel ilkelerini ve hedeflerini belirleyerek, kentsel tasarım ve planlama konularında etkili bir platform sunmaktadır. 1993'te CNU (Congress for The New Urbanism) bir grup mimar ve şehir plancısı tarafından kurulmuştur. Bu grup, CNU'nun ilk yöneticisi olarak seçilen Peter Katz tarafından bir araya getirilmiştir (www.cnu.org, 2024).

Yeni Şehircilik yaklaşımı ile ilgili olarak, 1993 yılında Alexandria, Virginia'da düzenlenen Birinci Kongre mahalle, semt ve koridor kavramları tartışılmıştır (www.cnu.org, 2024). Yeni Şehircilik, bir planlama yaklaşımı olarak tanımlanır ve yürünebilir caddelere dayalı kalkınma ilkelerini benimser. Konut ve alışveriş merkezlerinin birbirine yakın konumlandırılmasıyla erişilebilir kamusal alanlar oluşturmayı hedeflemektedir. 1993'ten sonra farklı konularda farklı kongreler düzenlenmiştir (Rahnama ve diğerleri, 2012). Ayrıca CNU çeşitli konularda çalışmaktadır bunlar; çevre, toplumsal kalkınma, eğitim, sosyal eşitlik ve ulaşım gibi konulardır (Ellis, 2002).

Yeni Şehirciler, geleneksel mahalle tasarımı anlayışlarını yeniden tanımlayarak bu fikirleri çeşitli kentsel ve banliyö ortamlarına entegre etmeye çalışmaktadırlar. Yeni Şehircilik, 1940'lardan itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanan geleneksel banliyö planlamasına bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Yeni Şehirciler, merkezi olmayan ve araç odaklı banliyöleri ciddi sorunların kaynağı olarak değerlendirmektedir. Bu banliyöleri, arter yollarında artan trafik sıkışıklığı, anlamlı bir sivil yaşam eksikliği, açık alan kaybı, çocuklar ve arabası olmayan diğer bireyler için sınırlı fırsatlar ve banliyö sakinleri arasında genel bir memnuniyetsizlikle suçlamaktadırlar. Onlara göre hem kentsel hem de banliyölerdeki daha eski, geleneksel mahalleler daha uyumlu ve daha tatmin edici bir yaşam sunma imkânı tanımaktadır (Fulton, 1996).

Yeni Şehircilik ile ilgili birden çok planlama ve tasarım ilkesi bulunmaktadır, ancak çoğu tanım, 10 dakikalık yürüme mesafesine odaklanmış, yürünebilir mahalleler, toplu taşıma sistemleri ve mahalle düzeyinde farklı arazi kullanımlarının daha iyi entegrasyonunu içermektedir (Fulton, 1996).

Bir planlama yaklaşımı olan Yeni şehircilik, kentler için daha iyi bir gelecek yaratmayı ve aynı zamanda arabalar için değil insanlar için topluluklar inşa etmeyi hedeflemektedir.

2.1.1 Yeni Şehircilik Akımının İlkeleri

Yeni Şehircilik büyüdükçe ve etkisini genişlettikçe, hareket adına konuşacak bir örgüt olarak ortaya çıkan Yeni Şehircilik Kongresi, şehir merkezlerine yapılan yatırımların azalması, yersiz yayılma, ırk ve gelire dayalı ayrımcılığın artması, çevre bozulması, tarım alanlarıyla vahşi doğanın yok olması ile toplumun yapılı mirasının zarar görmesini ortaya çıkan topluluk sorunları olarak görmektedir (www.cnu.org, 2024). Ayrıca, Yeni Şehircilik için DPZ tarafından bir sözlük hazırlanmıştır. DPZ, 1980 yılında Andres Duany ve Elizabeth Plater-Zyberk tarafından bir mimari uygulama olarak kurulmuştur (Lexicon, 2002).

Yeni Şehircilik yukarıdaki bölümde anlatılan temellere dayanarak, benimsedikleri bir dizi ilkeyi belirlediler. Bu ilkelerle amaçlanan toplum planlamasının temelini oluşturmaktır. Bu kapsam doğrultusunda 10 tane ilke benimsemiştir. Aşağıda ilkeler ve açıklamaları yer almaktadır (www.cnu.org, 2024);

1- Yürünebilirlik (Walkability)

- Yapılacak olan eylemlerin, ev ve iş arasındaki mesafenin 10 dakikalık yürüyüş olması ana hedefler arasındadır.
- Yaya dostu cadde tasarımı ilkeleri, mahallelerin yaşam kalitesini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Bu ilkeler arasında şunlar yer alır; Binaların caddelere yakın olması. Binalarda yer alan teraslar, pencereler ve kapıların varlığı mekânın canlılığını artırarak insanların dışarıyla bağlantı kurmasını sağlamaktadır. Ağaçlarla kaplı caddelerin yer alması. Düşük hızda akan araç caddeleri ile araçların hızının sınırlandırılması, yaya güvenliğini artırır ve yayaların caddede daha rahat hareket etmelerini sağlar.
- Özel durumlarda araçların girişinin olmadığı yaya caddeleri tasarlanabilir.

2- Bağlantı (Connectivity)

- Birbiriyle bağlantılı cadde ağı, trafiği seyreltir ve yürümeyi kolay hale getirir.

- Mahalledeki bağlantıyı etkileyen caddeler, bulvarlar, sokaklar ve yaya ağından oluşan bir hiyerarşi içerisinde olmalıdır.
- Yürüyüş yolları, bisiklet yolları (yaya ağı) ve kamu alanları yüksek kalitelidir bu durum yürümeyi keyifli hale getirmektedir.

3- Karma Kullanım ve Çeşitlilik (Mixed-Use & Diversity)

- Bir blokta veya bir bina içerisinde de mahallelerde olduğu gibi farklı dükkanlar, ofisler ve evlerin yer alması.
- Demografik yapıdaki zenginlik. Örneğin, birbirinden farklı yaşlar, gelir düzeyleri, kültürler ve ırklardan oluşan insan çeşitliliği.

4- Karma Konut (Mixed Housing)

- Farklı türde, boyutta ve fiyat aralığında konutların birbirine yakın mesafelerde yer alması.

5- Kaliteli Mimarlık ve Kentsel Tasarım (Quality Architecture & Urban Design)

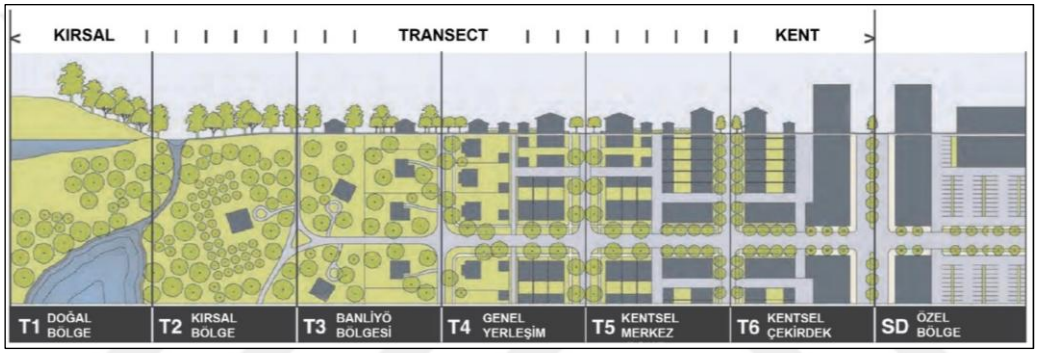
- Kentteki kamu kullanımlarının ve konumlarının yer seçimleri, estetik, insan konforu ve aidiyet duygusu yaratmaya vurgu yapmaktadır.
- İnsan ruhunu beslemeye yönelik, insan ölçeğinde mimari ve estetik çevreler oluşturmak.

6- Geleneksel Mahalle Yapısı (Traditional Neighborhood Structure)

- İnsanların bir arada bulunabileceği tanımlanabilir belirgin merkezler ve kent çeperlerinde iyi yapılandırılmış şehirler, kasabalar ve mahalleler oluşturmak.
- Merkezde yer alan kamusal alanların varlığı.
- Kamusal ve açık alanların estetik ve işlevsel tasarımı.
- 10 dakikalık yürüyüş mesafesi içerisinde arazi kullanımının çeşitliliği ve yoğun kullanımların bulunması.
- *Transect Planlaması:* Bir bölgedeki doğal ve yapılı çevre arasındaki geçişleri analiz eden bir kesit veya kesim hattıdır, farklı yoğunluklar ve kullanım türleri arasındaki ilişkileri göstermeye yardımcı olmaktadır. Belirli

doğal alanlar veya kentsel ortamları oluşturur. Transect, habitat değerlendirmesi için çevresel metodolojiyi, topluluk tasarımı için ise imar metodolojisini entegre etmektedir (Şekil 2.1).

- En yüksek yoğunluklar şehir merkezinde yer almaktadır. Yoğunluklar kenarlara doğru ilerledikçe azalmaktadır.
- Doğal ve insan yapımı arasındaki profesyonel sınır kaybolur, bu da çevrecilerin insan habitatının tasarımını değerlendirmesine ve kentsel tasarımcıların doğanın yaşamsallığını desteklemesine olanak tanır. Kentsel-kırsal transect hiyerarşisi her alana dair elverişli binaları ve cadde türlerini belirlemektedir.



Şekil 2.1 Doğal ortamdan insan yapımı ortama kadar altı bölge için geçiş (Lexicon, 2002:11)

7- Artırılmış Yoğunluk (Increased Density)

- Daha fazla bina, konut, dükkân ve hizmetin bir arada bulunması, yaya ulaşımını kolaylaştırır, kaynak ve hizmetlerin etkin biçimde değerlendirilmesine katkı sunar, yaşam alanlarını ise daha huzurlu ve yaşanabilir kılar.
- Yeni Şehircilik tasarım ilkeleri, küçük kasabalardan büyük şehirlere kadar tüm yoğunluk aralıklarında uygulanabilmektedir.

8- Akıllı Ulaşım (Smart Transportation)

- Kentler, kasabalar ve mahalleler arasında entegrasyonu sağlayan nitelikli bir demiryolu ağı oluşturulması.
- Günlük kent içi ulaşım için bisiklet, scooter kullanımını ve yürümeyi teşvik eden yaya dostu tasarımlar.

9- Sürdürülebilirlik (Sustainability)

- Geliştirmeye yönelik çalışmaların çevreye verdiği zararlı etkisinin en az olması.
- Çevre dostu teknolojiler, çevreye saygı ve doğal sistemlerin değerinin bilinmesi.
- Enerjinin daha verimli kullanılması.
- Fosil yakıtlarının tüketiminin azaltılması.
- Yerel üretimin artırılması.
- Araç kullanımının azaltılması ve yürünebilirliğin artırılması.

10- Yaşam Kalitesi (Quality of Life)

- Yeni Şehircilik ilkeleri, yaya dostu, karma kullanımlı, sürdürülebilir ve topluluk odaklı tasarımlarla birlikte uygulanarak yaşam kalitesini artırabilmektedir.

Karma kullanımlı gelişme, toplu taşıma odaklı gelişme, geleneksel mahalle tasarımı, tasarım standartlarını uygun fiyatlı konutlarla entegre etme, eksiksiz ve estetik sokaklar tasarlama Yeni Şehircilik Akımı'nın ortaya çıkış nedenleri arasında yer almaktadır.

Peter Calthorpe (1993), Yeni Şehircilik Akımı'nın önde gelen isimlerinden biri olarak, kentsel ve banliyö büyüme biçimlerini yeniden tanımlamıştır. Calthorpe'nin geliştirdiği teoriler, Toplu Taşıma Odaklı Gelişme olarak bilinen bir kavramın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu model, yoğun ve tamamen ızgara planına sahip mahallelerin, dükkanlar, konutlar ve ofislerin bir araya geldiği, yürünebilir mesafelerde toplu taşıma durakları etrafında şekillendiği bir düzeni ifade etmektedir.

TOD, Yeni Şehircilik ilkelerinin bir uygulama biçimi olarak gelişim göstererek ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma sistemlerinin etrafında yoğun, karma kullanımlı yerleşim alanları oluşturmayı hedeflemektedir. Yeni Şehircilik'in yürünebilirlik ve sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik bir strateji olarak kabul edilmektedir.

Yeni Şehircilik, mevcut ve yeni merkezlerin daha yüksek yoğunluklarla ve çeşitli kullanım alternatifleriyle geliştirilmesini teşvik etmektedir. Bu yaklaşıma bakıldığında, farklı ticari işlevlere sahip merkezlerin sayısının artırılması ve bunların yüksek kaliteli toplu taşıma hizmetleri ile entegre edilmesi durumunda, insanların otomobil kullanma gereksinimlerinin azalmasını sağlamanın, Yeni Şehircilik hedefleri arasında yer aldığı görülmektedir.

Ancak, Toplu Taşıma Odaklı Gelişme idealine ulaşmayı zorlaştıran bazı güçlü piyasa ve sosyoekonomik etkenler mevcuttur. Sonuç olarak, bu durum şehir planlamasında zorluklar yaratmaktadır ve sürdürülebilir, erişilebilir bir kentsel gelişim sağlama çabalarını engellemektedir. Yeni Şehircilik ilkelerinin uygulanabilmesi için, bu güçlerin üstesinden gelinmesi ve daha bütüncül bir yaklaşım benimsenmesi gerekmektedir.

2.2 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Kavramı

Toplu taşıma ve yeni istasyonlar inşa etmek şehirlerdeki gelişmenin önemli bir parçasıdır. Şehirler teknolojik gelişmeler, demografik, ekonomik gibi nedenlerden dolayı sürekli değişmektedir. TOD ise, bu değişikliklerin gerisinde kalmak istemeyen akıllı şehircilik ilkelerinden birisidir.

TOD, konut, perakende ve ticari alanların entegre bir biçimde yer aldığı, genellikle toplu taşıma hatlarına yakın konumlanan yerleşim alanlarını tanımlar. Bu yaklaşım, yürünebilir mahalleler oluşturarak toplu taşıma kullanımını teşvik etmeyi ve otomobil bağımlılığını azaltmayı amaçlamaktadır. TOD projeleri, kaliteli toplu taşıma sistemlerine yaklaşık 800 metre (yarım mil) mesafede inşa edilir ve sosyal etkileşimi artıran alanlarla desteklenir. Ayrıca, enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilir bir çevre yaratır ve yerel ekonomiyi canlandıran ticari alanların gelişimini teşvik eder. Modern şehir planlamasında önemli bir strateji olarak öne çıkan bu model, şehirlerin daha yaşanabilir ve erişilebilir hale gelmesine önemli katkılarda bulunmaktadır (CTOD, 2007).

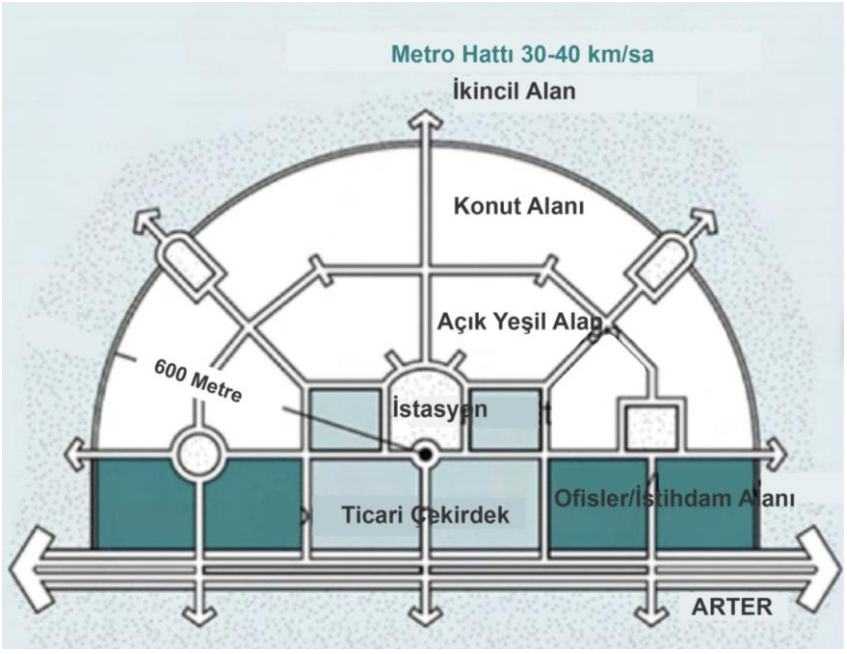
TOD bağlamında mesafe, toplu taşıma sisteminin uygulanabilirlik ve etkinlik açısından kritik bir rol oynamaktadır. Mesafe, bir toplu taşıma istasyonunun ne kadar yakın olduğunu ve bu istasyona erişimin ne kadar kolay olduğunu belirler. Bu ölçümler, mevcut toplu taşıma hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmek, ulaşım

yatırımlarını daha verimli bir şekilde tahsis etmek ve arazi geliştirme kararlarını almak için büyük bir önem taşmaktadır (Mamun vd., 2013)

Bir istasyona yürüme mesafesi, toplu taşıma erişiminin değerlendirilmesinde önemli bir niceliksel göstergedir. Ancak, bu mesafeler incelenen çalışmalar arasında değişiklik göstermektedir.

Ginn (2009), bir TOD alanının, toplu taşıma istasyonundan 400 - 800 metre yarıçapına sınırlandırıldığı konusunda genel bir görüş birliği olduğunu belirtmektedir.

Calthorpe (1993), TOD yaklaşımını 400 ila 600 metrelik bir yarıçap içerisinde tanımlamaktadır. Ulaşım istasyonuna 600 metre mesafeye kadar olan bölgeyi 'birincil alan' olarak nitelendiren Calthorpe, bu alanın gerekli arazi kullanımı türlerini barındırması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu bağlamda, istasyona yakın konumda ticaret ve istihdam alanlarının yer alması, ayrıca kamusal alanların mahalle yaşamını desteklemesi gerekliliği vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, birincil alanların istasyon çevresine konumlanan yüksek yoğunluklu yerleşim alanlarını içermesi, bu bölgelerin çevresinde ise kademeli olarak azalan yoğunluklara sahip kullanımlara yer verilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir şehir gelişimini destekleyen önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Şekil 2.2'de Calthorpe (1993) tarafından geliştirilen TOD kentsel alan modeli gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Calthorpe tarafından geliştirilen TOD diyagramı (Calthorpe, 1993)

ITDP'ye (Institute for Transportation & Development Policy) (2017) göre, bir istasyon etki alanının analizi için yararlı yürünebilir süre veya mesafe, bağlam ve amaca bağlı olabileceğinden kullanıcıların takdirindedir. ITDP'nin (2017) TOD Standartlarına dair sunmuş olduğu raporda, optimum olarak 500 metreyi ve tüm sapmalar dahil olmak üzere gerçek yürüme mesafesinin 1 kilometreden fazla olmamasını önerdiği görülmektedir. Kavşaklardaki bekleme süreleri de dahil olmak üzere saatte ortalama 3 kilometrelik bir şehir içi hızla 500 metrelik bir mesafe yaklaşık 10 dakikalık yürüyüşe, 1000 metrelik bir mesafe ise yaklaşık 20 dakikalık yürüyüşe denk gelmektedir (ITDP, 2017).

Bu tür mesafe tanımlamaları, planlama süreçlerinde toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artırmak için kritik öneme sahiptir. TOD etki alanı, yüksek yoğunluklu gelişim bölgelerinde, duraklara yakın mesafelerde bulunan ve yayaların yoğun olarak yaşadığı merkezi alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bu tür bölgelerde raylı sistemlerin gelişimi sağlanmış olup, erişilebilirlik ve çeşitli aktivite olanakları oldukça fazladır (FTA, 2018). Bu özellikler, toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artırarak kentsel yaşam kalitesini yükseltmektedir.

Günümüzde hızla büyüyen şehirlerin TOD'a ihtiyacı vardır, şehirlerin ulaşım sistemleriyle bütünleşmiş bir şekilde büyümesini sağlamak için bu kavram kritik öneme sahiptir. Toplu Taşıma Odaklı Gelişme kılavuzları mevcut metro sisteminden ve bu sisteme eklenmesi planlanan tüm yeni istasyonların çevresinde görmek istediği gelişim türlerini açıklamaktadır.

Binaların tasarımı, sokakları destekleyecek şekilde çekici olmalı ve kamu alanlarının tasarımına dikkat edilmelidir. Arazi kullanımı, bina formları ve kamu alanlarının tasarımı ile toplu taşıma sistemleri arasında entegrasyonun sağlanması önemlidir. İnsanların metro istasyonlarına yakın yaşaması araç ihtiyacını azaltarak daha kısa yolculuklar ve yerel alışveriş yapma fırsatları sunmaktadır.

2.2.1 Toplu Taşıma Odaklı Gelişmenin Amaçları

Yeni Şehircilik hareketlerinde olduğu gibi TOD planlaması için de sokak yaşamını canlandırmak, yürünebilirliği yüksek alanlar oluşturmak, arazi kullanımını çeşitlendirmek amaçlanmaktadır. Kentlerde yaşayanların geçmiş dönemlerde olduğu gibi otomobile bağımlı olmadan, yaya yolculuğu odaklı, daha kompakt,

karma kullanımlı geleneksel mahallelerde faaliyetlerini gerçekleştirmesi Yeni Şehircilik gibi tasarım hareketlerinin ana hedefleri olduğu söylenebilir. Bu hedefler kabaca özetlendiğinde bu hedefler arasında, geleneksel mahallelerin arasında çoğu sakinin yürüme mesafesinde olduğu bir ticari alan, iyi bağlantılı kurgulanmış bir şebeke sokak ağı, karma arazi kullanımları, trafiğin durağanlaştırıldığı yerel sokaklar, farklı konut biçimleri ve yoğunlukları yer almaktadır (Cervero ve Murakami, 2008).

Schlossberg ve Brown (2004) tarafından TOD ile ilgili ifadelere bakıldığında, 'TOD, ulaşım ve arazi kullanım planlamasını bir araya getiren bütünsel bir yaklaşımdır.' Bu bağlamda ele alındığında, TOD'un ana amacının hem bölgesel hem de yerel düzeyde maliyetlerden daha fazla yarar sağlamak olduğu söylenebilir.

2.2.2 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'nin Planlamaya Sağladığı Katkılar

Bu bölümünde bahsedilecek olan katkılar, araştırmanın giriş bölümünde bahsedilen sorunların çözümleri olarak görülmektedir.

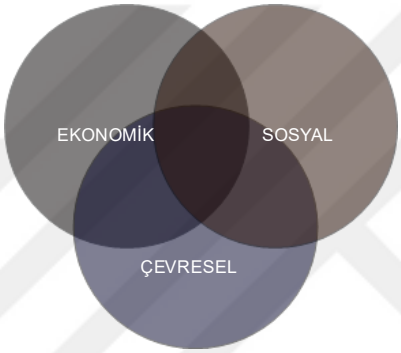
TOD olarak nitelendirilen alanlar, arazi ve diğer kaynakların daha verimli kullanıldığı kompakt ve çok katmanlı gelişim alanlarıdır. Bu alanlar, konut ve ticari alanların bir arada bulunduğu, yaya, bisiklet ve toplu taşıma kullanımını güvenli ve pratik hale getiren sokaklarla tasarlanmaktadır. Toplu taşıma sistemlerine yakın olmaları sayesinde, TOD genellikle daha yüksek yoğunluklarla inşa edilmektedir. Sadece karayolu ağına dayanmak, bu tür yüksek yoğunlukların ciddi trafik sıkışıklığına yol açmasına neden olabilmektedir. TOD istasyonlarının çevresindeki bağlama göre farklı arazi kullanımları ve bina yoğunlukları ile çeşitlilik gösterebilmektedir.

Aşağıda Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Merkezi'ne (2007) göre başarılı TOD'un sağladığı planlamaya sağladığı bazı katkılar yer almaktadır.

- Tüm gelir gruplarındaki haneler için toplu taşıma ağına erişimin artırılması.
- Motorlu taşıma seyahatlerinin ve sera gazı emisyonlarının azaltılması.
- Ulaşım maliyetlerinde düşüş sağlanması.
- Yürüyüş ve bisiklet kullanımının artmasıyla birlikte halk sağlığının iyileşmesi.

- Yerel ve bölgesel olanaklara erişimin artırılması.
- İş gücünün iş fırsatlarına erişiminin geliştirilmesi.
- Toplu taşıma kullanımında artış yaşanması.
- Topluluk ve yer duygusunun oluşması.
- Gelişim için toplu taşımanın temel ilke haline gelmesi.

Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'nin planlamaya sağladığı katkıları 'Çevresel, Ekonomik ve Sosyal' olarak üç başlık altında sınıflandırmak mümkündür, bu başlıklar birbirleriyle entegre bir şekilde TOD kavramını şekillendirmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 TOD'un planlamaya sağladığı katkıların sınıflandırılması (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

Çevresel

- Sera gazi emisyonlarının düşmesini sağlar.
- Daha temiz bir havada, yaşam kalitesinin artırılmasına destek olur.
- Karbon ayak izinin azalmasını sağlar.

Ekonomik

- İşletmeleri merkeze çeker ve yerel ekonomiyi canlandırır.
- Ticaret ve konut alanlarının bir arada bulunduğu karma kullanımı teşvik eder.

- Çeşitli mağaza ve yeme içme mekânlarına yürüyerek gidilebilmesine katkıda bulunur.
- Altyapı ve kalkınma için yatırımlar çeker.
- Küçük işletmeler TOD etrafında gelişme gösterir.

Sosyal

- Gelir düzeyine bakılmaksızın herkesin işe gidiş geliş alışveriş ve sosyal aktiviteler için uygun fiyatlı seçeneklere sahip olmasını sağlar.
- Karma gelirli mahalleler oluşturarak farklı sosyo-ekonomik gruplar arasındaki boşluğu kapatmaya yardımcı olur.
- Engelli bireyler, yaşlılar için erişilebilir toplu taşıma hizmetleri sunar.
- Evrensel tasarım ve erişilebilirliğe vurgu yapar.
- Yeşil alanlar TOD için önemli bir unsurdur, bu alanlar sakinlere rekreasyon ve rahat sosyal etkileşim fırsatları sunar.

TOD konsepti, çevresel etkileri bakımından daha sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır. Bu model, motorlu taşıtlara olan bağımlılığı azaltarak şehirlerdeki hava kalitesini iyileştirir ve karbon salınımını düşürür. Toplu taşıma sistemlerine yakın yerleşim alanları oluşturulması, bireylerin araç kullanma ihtiyacını azaltır ve bu durum, trafik yoğunluğunu ve hava kirliliğini önemli ölçüde azaltır. Ayrıca, TOD sayesinde yürünebilirlik artar, bu da kent sakinlerinin daha sağlıklı bir yaşam tarzı benimsemesine olanak tanımaktadır.

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, ulaşım sistemleriyle desteklenen kentsel alanların kullanımı artmakta ve bu durum yerel ekonomiyi canlandırmaktadır. Kentsel kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması, enerji verimliliğini artırırken maliyetleri de düşürmektedir. Bu sayede hem bireyler hem de işletmeler için ekonomik avantajlar sağlanmakta, şehirlerin genel ekonomik dinamizmi güçlenmektedir.

Sosyal açıdan incelendiğinde, TOD modeli, mahalle sakinlerinin aynı bölgede bir arada yaşayıp etkileşimde bulunmalarına imkân tanır. Kaynaklara, açık alanlara ve iş fırsatlarına eşit erişim sağlayarak, şehirdeki bireylere yaşamak istedikleri çevre üzerinde söz hakkı tanımaktadır. Bu durum, toplulukların sosyal bağlarını

güçlendirir ve insanların birlikte vakit geçirebilecekleri sosyal alanların oluşmasına katkıda bulunur.

Genel olarak, TOD'un planlama üzerine bahsedilen ekonomik, çevresel ve sosyal katkıların sonuçlarından yola çıkarak, TOD stratejileri ile akıllı büyüme ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabildiği görülmektedir.

2.2.3 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'ye Yönelik Eleştiriler

Toplu Taşıma Odaklı Gelişme, sürdürülebilir kentleşmeyi teşvik eden ve erişilebilirlik, çevresel etki azaltımı ile kentsel yaşam kalitesini artırma potansiyeli taşıyan çok yönlü bir planlama yaklaşımıdır. Ancak bu planlamaya dair olan katkıların etkin biçimde gerçekleşebilmesi, TOD uygulamalarının önünde çeşitli kurumsal, mali, yönetişimsel ve teknik engellerin aşılmasıyla mümkündür. TOD'un çok aktörlü yapısı, yüksek yatırım maliyetleri, karmaşık ilişkisel bağımlılıklar ve erişim altyapısındaki yetersizlikler, bu faydaların hayata geçirilmesini zorlaştıran başlıca etmenler arasında yer almaktadır.

TOD uygulamalarının etkili biçimde hayata geçirilebilmesi için, çok aktörlü bir yönetişim süreci gereklidir. Bu aktörler arasında ulusal ve/veya bölgesel toplu taşıma otoriteleri; ulaşım altyapısı çevresinde arazi geliştirme faaliyetlerinde bulunan kurumlar (örneğin özel geliştiriciler); yerel yönetimler ve toplu taşıma hizmetlerini üstlenen sözleşmeli özel şirketler yer almaktadır. Bu çok katmanlı ve dinamik aktör ağı, özellikle bölgesel ve yerel otoriteler arasındaki koordinasyon eksikliği ile kamu-özel sektör paydaşları arasındaki örgütsel parçalanma nedeniyle TOD'un uygulanabilirliğini karmaşık ve zorlu hale getirebilmektedir (Curtis, 2012; Hakaart ve Morrissey, 2014; Hrelja, 2015).

Thomas ve Bertolini (2017), TOD uygulamalarının başarısını etkileyen temel faktörleri; ulusal düzeydeki siyasi istikrar, yerel ve bölgesel aktörler arasındaki etkileşim düzeyi, uygulama sürecinde görev alan disiplinler arası ekiplerin varlığı ile etkin kamu katılımı mekanizmalarının işletilmesi olarak tanımlamaktadır.

Geliştiriciler, TOD yaklaşımını sıklıkla yüksek maliyetli ve riskli bir yatırım modeli olarak değerlendirmektedir. Bu maliyet algısı, daha nitelikli kentsel çevrelerin oluşturulması ve yüksek yoğunluklu yapılaşma ihtiyacının getirdiği finansal yüklerden kaynaklanmaktadır. Özellikle dikey karma kullanımlı gelişmeler,

konvansiyonel maliyet modellerinin uygulanmasını zorlaştıran özgün tasarım ve mühendislik çözümlerini gerektirdiğinden dolayı daha yüksek yatırım maliyetleri doğurmaktadır (Venner ve Ecola, 2007). TOD uygulamalarındaki risk algısı ise, bu modelin sürdürülebilir şekilde işlemesi için gereken aktörler arası ilişkilerin karmaşıklığı ve karşılıklı bağımlılıkların varlığıyla ilişkilidir (James, 2009; Utter, 2009).

Birçok araştırmacı tarafından TOD uygulamalarında karşılaşılan en temel engellerden biri olarak yönetişim gösterilmektedir. Yönetişim, yalnızca bir zorluk kaynağı değil; aynı zamanda TOD süreçlerini kolaylaştırıcı bir çerçeve sunabilen bir unsur olarak da değerlendirilir. Bu kavram, resmi ve gayri resmi kurumlarla güçlü biçimde ilişkili olan dinamik bir yapı olarak öne çıkar ve TOD'un uygulanmasında farklı biçimlerde etki edebilir. Ayrıca yüksek kaliteli toplu taşıma sistemlerinin eksikliği ya da kullanıcılar tarafından yeterince algılanamaması, TOD uygulamalarının etkinliğini sınırlayan temel sorunlardan biridir.

2.2.4 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Ölçekleri

TOD planlaması, bölge, koridor, istasyon alanı ve yerleşim düzeyi gibi unsurların ayrı ayrı ele alınmasını ve bu farklı planlama düzeylerinin en etkili sonuçları elde etmek için koordine edilmesini gerektirir. Bölgesel düzeyde yapılan planlama, trafik yoğunluğunu azaltmak ve halk sağlığını iyileştirmek gibi genel hedefleri, nüfus artışı ve önemli istihdam merkezlerinin konumu gibi bölgesel dinamiklerle birleştirmeye yardımcı olur. TOD planlaması genellikle istasyon alanı düzeyinde gerçekleştirilir; bu alan, sakinler için ulaşım maliyetlerini düşürme ve yerel bir topluluk hissi oluşturma gibi yerel faydaları anlamanın en kolay olduğu yerdir. Geliştirme projeleri ise yerleşim düzeyi ölçeğinde planlanmaktadır (CTOD, 2010).

CTOD'a (2010) göre TOD ölçekleri ile ilgili yapılan tanımlar aşağıda yer almaktadır.

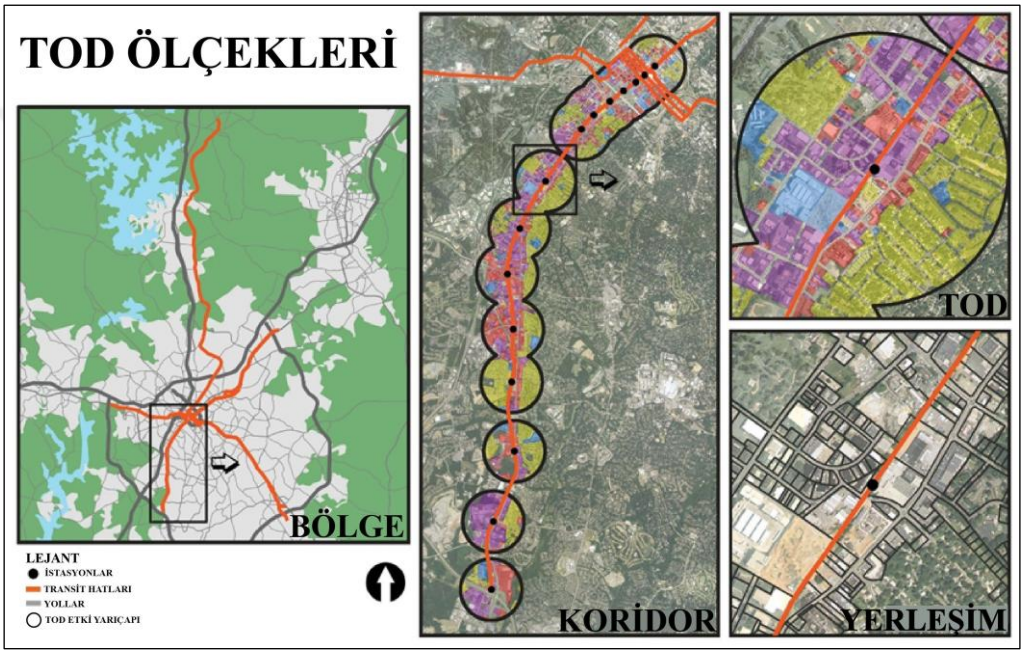
Bölge, bitişik bir kentsel alanın geniş bir bölümünü kapsar ve büyük ölçüde idari yetki alanlarıyla sınırlıdır.

Koridor, bir toplu taşıma hattı içindeki belirli bir bölümünü ifade eder ve bu hattın çevresindeki alanlar, transit hizmetlerden faydalanan bölgeleri kapsar.

İstasyon, bir toplu taşıma istasyonunun etrafındaki alanı, genellikle 10 dakikalık yürüme mesafesi içinde tanımlar. Tek bir toplu taşıma hattı boyunca bulunan tüm istasyon alanlarının birleşimi, bir çizgi koridoru oluşturur.

Yerleşim Düzeyi, bir koridor veya istasyon alanı içinde, istasyona yakın konumda yer alan bir geliştirme parselini ifade eder. Bir arazi parselinin transit istasyonuna ve platforma olan yakınlığı, TOD potansiyelini artıran önemli bir faktördür.

Aşağıdaki şekilde bahsedilen TOD ölçeklerine dair bir gösterim yer almaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 TOD ölçekleri (CTOD, 2010)

TOD planlamasının hangi ölçekte yapılacağı ile ilgili literatürde birbirinden farklı görüşler yer almaktadır. Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Merkezi (CTOD) ve Reconnected America (Zimbabwe & Anderson, 2011), TOD planlamasının bölgesel, kentsel ve yerel düzeylerde gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu yaklaşım, her ölçek için belirlenen planlama hedeflerinin uygun bir şekilde entegre edilebilmesini sağlar. Ayrıca, toplu taşıma odaklı odaklı gelişmenin duraklar ve istasyonlar çevresinde sürdürülebilir gelişimle ilgili olması nedeniyle, yerel planlama ölçeği TOD için en kritik faktördür.

Bu araştırmada TOD Ölçeklerinden olan ‘İstasyon’ ölçeği üzerinde durulacaktır.

Newman (2009), TOD planlamasının yalnızca yerel düzeyde gerçekleştirilemeyeceğini ele almaktadır. Yoğunluklar ve arazi kullanım çeşitliliğine yönelik planlama yaparken, yerel yönetimlerin stratejilerinin bölgesel önceliklerle uyumlu olması gerektiğini vurgulamaktadır. Yerel yönetimler genellikle yerel siyasete bağlıdır ve kentsel dönüşüm projelerine ve yoğunluk artışlarına karşı çıkan topluluk gruplarının bulunabileceği gerçeği karşımıza çıkmaktadır.

2.2.5 Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Kriterleri

Bu bölümde Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'nin ilk olarak '3D' sonrasında da '5D' kriterleri kapsamında zaman içerisinde nasıl ele alındığı anlatılacaktır. Sonrasında 5D kriterleri olan; yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, tasarım, hedef erişilebilirliği, toplu taşımaya olan uzaklık hakkında literatürde yer alan tanımlara yer verilecektir.

3D (Density, Diversity, Design)

Toplu Taşıma Odaklı Gelişme'nin hedeflerine ulaşılması ve bu hedeflerin sağladığı katkıların ortaya çıkabilmesi için, seyahat talebini etkileyen birbirine bağlı '3D' kavramları geliştirilmiştir. Bu kavramlar, sistemin etkinliğini artırarak sürdürülebilir ulaşımın desteklenmesine katkıda bulunur. Cervero ve Kockelman'a (1997) göre yapılı çevre çeşitliliğinin seyahat talebini üç ana boyutta etkilediği düşünülmektedir. Bu kavramlar '3D' (density, diversity, design) yoğunluk, çeşitlilik ve tasarım olarak adlandırılmaktadır.

Yapılı çevrenin arazi kullanım biçimleri, yoğunlukları tasarım özellikleri sadece üretilen yolculuk sayısını değil, rekabet eden başlangıç ve varış kavşaklarının özelliklerinin, aynı zamanda seyahat modları ve rotalarının da seyahat talebini etkilediği bilinmektedir. (Cervero ve Kockelman, 1997).

Yoğunluk, toplu taşıma istasyonlarına makul bir yürüme mesafesinde yeterli sayıda sakin, çalışan ve alışveriş yapan kentlilerin bulunmasını ifade etmektedir, bu durum yüksek yolcu sayısını artırır. Özetle, ne kadar yüksek yoğunluk, kompakt bir yerleşim var ise toplu taşıma sistemlerinin etkinliği o kadar artmaktadır. Çeşitlilik, arazi kullanımlarının, konut türlerinin, bina stillerinin ve mahalleler içindeki dolaşım yollarının karışımını gerektirir. Tasarım ise yürümeyi, bisiklet sürmeyi ve toplu taşıma kullanmayı teşvik eden fiziksel özellikler, alan düzenlemeleri, estetik

unsurlar ve olanaklar içerir, ayrıca sosyal etkileşimi de desteklemektedir (Cervero ve Kockelman, 1997).

Cervero ve Murakami'nin (2008) de vurguladığı gibi, yüksek kaliteli kentsel tasarımın ve yayaların ihtiyaçlarının ön planda tutulmasının, kentlerin büyümesini istasyonlar etrafında yoğunlaştırmaya yönelik önemli bir etkisi vardır. Bu yaklaşım, yalnızca sermaye altyapısının finansmanını kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda yaşam alanlarının oluşturulmasına ve toplulukların gelişimine de önemli katkılarda bulunur. Bu bağlamda, sürdürülebilir kentsel gelişim için yaya odaklı bir planlama anlayışının benimsenmesi kritik öneme sahiptir.

5D (Density, Diversity, Design, Distance to Transit, Destination Accessibility)

Cervero ve Kockelman (1997), inşa edilmiş çevreyi ulaşım modelleri üzerinde etkili olan üç ana kriterini 3D olarak sınıflandırmıştır. Yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği ve yaya odaklı tasarıma sahip bir alanın geliştirilmesi, genellikle yolculuk oranlarını azaltmaktadır ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde otomobil dışı seyahatleri teşvik etmektedir. Ewing ve Cervero (2010), bu kriterlere hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklık kriterlerini de ekleyerek bunları beş kategoriye ayırmış ve bu durumu '5D' (density, diversity, design, distance to transit, destination accessibility) olarak adlandırmışlardır.

TOD günümüzde özel araç kullanımını azaltmayı ve toplu taşımaya uygun yerleşim düzenlerini teşvik etmeyi amaçlayan bir yaklaşım olarak dünya genelinde yaygın bir şekilde benimsenmektedir. Bu model, kentsel kalkınmanın en sürdürülebilir yöntemlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Calthrope, 1993; Cervero vd., 2004).

TOD, toplu taşıma sistemlerinin etrafında yoğun ve karma kullanımlı yerleşim alanları oluşturarak, insanların ulaşım ihtiyaçlarını daha sürdürülebilir bir şekilde karşılamalarına olanak tanır. Böylece, toplu taşıma erişimi artırılırken, özel araçların kullanımı da azaltılmaktadır.

2.2.5.1 Yoğunluk

Yoğun nüfuslu bölgeler, daha sık ve etkin toplu taşıma hizmetlerini teşvik ederek, canlı ve yürünebilir toplulukların oluşumuna katkı sağlar (Bach ve diğerleri, 2006). Yüksek yoğunluklu gelişme, artan seyahat talebinin ve buna bağlı olarak artan yüksek toplu taşıma kullanımının göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Singh ve

diğerleri, 2014). Bu durum, yüksek yoğunluklu bölgelerin TOD seviyelerinin de yüksek olduğunu göstermektedir.

İnsan ve aktivite yoğunluğu, kamusal alanların canlandırılması ve güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynar. Ancak burada bahsedilen yoğunluk, aşırı kalabalık anlamına gelmemektedir. Aksine, yeterli yaşam alanı, doğal ışık, hava dolaşımı ve kamusal hizmetlerin uygun kapasitede sağlanmasıyla dengelenmelidir. Bu unsurlar, kanalizasyon, su, elektrik ve toplu taşıma gibi altyapı sistemleri tarafından etkin bir şekilde desteklenerek mahallelerin sürdürülebilirliğini ve yaşanabilirliğini artırmaktadır (ITDP, 2017).

Cervero'ya (1997) göre bir durağa erişilebilirlik ölçümlerinin bir mahalledeki göreceli yakınlığı ve yoğunluğu ifade etmektedir. Bu durum da doğrudan yerleşim kompaktlığını etkilen bir durumdur.

Steiner (1994), Ewing ve diğer araştırmacılar (1994) yoğunluk ile yerel ulaşım davranışları arasında doğrudan bir ilişki olduğunu öne sürmüşlerdir. Yoğunluk genel olarak daha küçük konutlar, daha az park yeri, daha yoğun arazi kullanımı ve karma arazi türleri ile ilişkilendirilmektedir (Cervero, 1997). Yoğunluk sadece seçilen yerin nüfus yoğunluğunu değil, aynı zamanda konut birimi yoğunluğunu ve toplam inşaat alanının parsel alanına oranını (kat alan oranını) da ifade etmektedir.

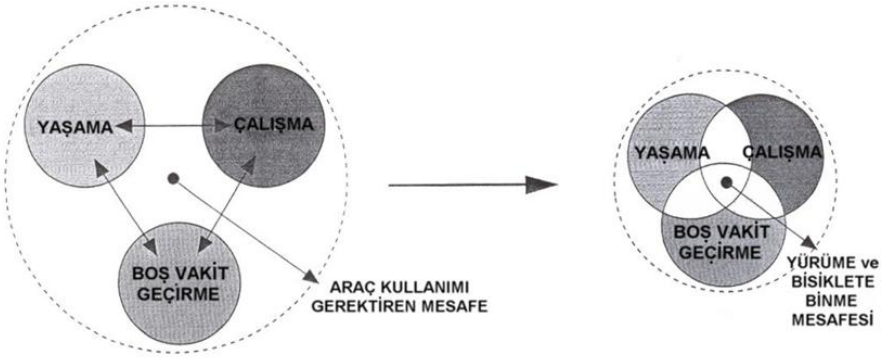
Calthorpe'nin (1993) birincil alan kavramı, toplu taşıma istasyonlarına yakın yüksek yoğunluklu yerleşim bölgeleri ile bu alanların çevresinde yoğunluğun kademeli olarak azaldığı bir yapıyı öngörmektedir. Calthorpe'a göre, çekirdek bölgeden en fazla bir ABD mili (1,6 km) uzaklıkta yer alan ikincil TOD alanlarında, düşük yoğunluklu konutlar, park alanları, okullar ve yerel topluluk için diğer tesisler konumlandırılabilir. Bu alanlar arasında, özellikle bisikletle erişimi kolaylaştıran bir sokak ağı oluşturulmalı ve istasyonlarda park etme ve biniş alanları sağlanmalıdır.

Mees (2010) ve Dodson ve diğerleri (2011), kentsel yoğunluğun toplu taşıma kullanımındaki farklılıklarının açıklanırken genellikle abartıldığını savunmuşlardır. Çalışmaları, benzer yoğunluk seviyelerine sahip şehirlerin toplu taşıma kullanımında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, kentsel yapıların özgüllüklerinin ve toplu taşımanın göreceli çekiciliğinin yeterince dikkate alınmadığını göstermektedir.

2.2.5.2 Arazi Kullanım Çeşitliliği

TOD bölgesindeki arazi kullanımı, ulaşım sistemleri ile bütünleşmiş bir şekilde planlandığında, günlük seyahat amaçlarıyla uzak mesafelere gitme gereksinimini azaltır. Cervero ve Kockelman (1997) tarafından tanımlanan bu yaklaşım, farklı arazi kullanım fonksiyonlarının birbirine yakın yerleştirilmesi ile sağlanmaktadır. Bu durum hem toplu taşıma kullanımını artırır hem de bireylerin ihtiyaç duyduğu hizmetlere erişimini kolaylaştırmaktadır.

Kompakt, karma kullanımlı düğümler yolculuk gereksinimlerini azaltarak canlı ve sürdürülebilir mahalleler yaratmaktadır. 'Kompakt Kent' yaklaşımı, tek işlevli gelişmelerden ve otomobil hakimiyetinden kaçınarak, toplulukların gelişebileceği ve hareketliliğin artırılabileceği kentler tasarlamayı hedeflemektedir. Yaya ve bisiklet ulaşımını destekleyerek, toplu taşıma sistemleriyle bütünleşen, çeşitli aktivitelerin bir arada bulunduğu mahalleler oluşturmak amaçlanmaktadır (Rogers, 1997).



Şekil 2.5 Kompakt ve karma kullanımların yürüme ve bisiklete binmeye imkân sağlaması. (Orijinal kaynak: Rogers, 1997; Aktuğlu Aktan, 2006'dan uyarlanmıştır.)

Şekil 2.5'te de görüldüğü üzere, yaşama, çalışma ve boş zaman geçirilen alanların gruplanarak birbirinden ayrılması araç kullanımı gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ancak yaşam, çalışma ve boş zaman geçirilen alanların kesişim kümelerinin olduğu yani bir arada yer aldığı mekânların oluşturulması ise, yürüyüş ve bisiklet kullanımını teşvik etmektedir.

Calthorpe (1993), TOD modelinin, toplu taşıma istasyonlarının hemen yakınında büyük ticari ve istihdam alanlarının bulunmasını ve kamusal alanların mahalle

canlılığını desteklemesini gerektirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Cervero ve Dai (2014) de binalar içindeki kullanımların dikey olarak karma kullanımına dair benzer görüşler sunmaktadır. Yüksek katlı binaların toplu taşıma düğümünün yanına yerleştirilmesi, binaların alt katlarının perakende kullanımına ayrılması, bu perakende alanlarının üstüne ofislerin inşa edilmesi ve ofislerin üst katlarında konut birimlerinin sağlanması gerektiğini önermektedirler. Bu yaklaşımlar, TOD'un etkinliğini artırmak için önemli stratejiler sunmaktadır.

2.2.5.3 Tasarım

Yaya dostu alanların tasarımı, başarılı bir TOD için kritik öneme sahiptir. Kaliteli kentsel tasarım, insanların yoğunluk algısını hafifleterek, bina yüksekliklerinin maliyet etkin ulaşım hizmetlerini sürdürebilmek için sakinlerin kabul edebileceği seviyenin ötesine geçmesine olanak tanır (Suzuki, vd., 2013).

Cervero ve Kockelman (1997), 'dejenere' araba yolculuklarına katkıda bulunan sokak ve mahalle düzeyindeki tasarımların önemini vurgulamakta ve iş yerleri ile diğer sosyal işlevlere erişimi sürdürebilmek için araba erişimine olan ihtiyacı belirtmektedir. Bu tasarım özellikleri arasında, perakende tesislerinin arka tarafına otoparkların yerleştirilmesi, ana girişin yalnızca yayalar ve bisikletliler tarafından erişilebilir olması ve bisiklet yolları ile yaya yürüyüş yollarının güvenli hissettirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, bu yolların yeterli hava koşullarına dayanıklı olması, örneğin gölge veya yağmur ve rüzgârdan koruma gibi unsurlar da dikkate alınmalıdır.

Yapılı çevre bileşenleri, toplu taşıma kullanımını önemli ölçüde etkiler. Dikkatlice planlanmış arazi kullanımı çeşitliliği, güvenli ve erişilebilir toplu taşıma istasyonları (yaya yolları, bisiklet yolları, sokak aydınlatmaları gibi unsurlarla desteklenen) ve oturma alanları, parklar, peyzaj düzenlemeleri ile kütüphaneler gibi donatı alanları, kaliteli bir yapılı çevrenin oluşumuna katkı sağlar. Yürünebilirlik ve bisiklete binme odaklı tasarlanan mahalleler, sürdürülebilir kent içi ulaşımı destekleyerek toplu taşıma kullanımını artırır (Ogra ve Ndebele, 2014). Bu yaklaşım, özellikle TOD prensipleri ile doğrudan örtüşmekte olup, kent içinde hareketliliği artırarak otomobil bağımlılığını azaltmaya yönelik etkili çözümler sunmaktadır.

2.2.5.4 Hedef Erişilebilirliği

Bir ulaşım sisteminin en önemli kriterlerinden biri, erişilebilirlik ya da insanların varış noktalarına rahatça ulaşabilme yeteneğidir. Bu durum, bireylerin hareket etme ihtiyaçlarının nasıl karşılandığına dair bilgi sunmakta ve aynı zamanda yaşam kalitesini değerlendirmektedir. Erişilebilirlik, iki temel unsura dayanmaktadır. Bunlardan ilki, insanların nitelikleri; diğeri ise insanların ihtiyaçlarıdır. İnsanların özellikleri ve ihtiyaçları, gerçekleştirdikleri faaliyetlerin büyüklüğü, kalitesi ve türü ile bağlantılıdır. Ayrıca, trafik koşulları ve mekânsal dağılım gibi faktörler, her bir varış noktasına ulaşmanın ne kadar kolay olduğunu etkiler. Bu unsurlar arasında önemli bir ilişki vardır. (Hillman ve Pool, 1997; Handy ve Niemeier, 1997). Genel olarak, erişilebilirlik, toplumsal yaşamın kalitesini artıran kritik bir unsurdur.

TOD'un temel ilkeleri arasında 10 dakika içerisinde tüm temel hizmetlere yürüme mesafesinde erişim sağlayan bir kentsel yapıyı gerektirmektedir. Kavşaklardaki bekleme süreleri de dahil olmak üzere saatte ortalama 3 kilometrelik bir şehir içi hızla 500 metrelik bir mesafe yaklaşık 10 dakikalık yürüyüşe denk gelmektedir (ITDP, 2017).

TOD kapsamında hedef erişilebilirliği, bir bölgenin perakende mağazalar, etkinlik merkezleri ve diğer popüler destinasyonlarla ne ölçüde bağlantılı olduğunu ifade eder. Bu bağlamda, toplu taşıma, bir istasyon çevresindeki mahalleyi geniş bir bölgeye yayılan çeşitli aktivitelerle nasıl etkili bir şekilde bütünleştirdiğini gösterir (Cervero ve Murakami, 2008).

Motorsuz ulaşımın desteklenmesi, kullanıcıların toplu taşımaya teşvik edilmesi adına erişilebilirliği yüksek alanların TOD açısından sürdürülebilir ve entegre bi ulaşım ağı oluşturmada etkili olduğu söylenebilir.

2.2.5.5 Toplu Taşımaya Olan Uzaklık

Literatürde yer alan araştırmalar incelendiğinde genel olarak, tren istasyonlarından uzaklaştıkça sakinler ve çalışanlar arasındaki seyahat sayısının genellikle bir düşüş gösterdiğini ortaya koymaktadır. Konut tercihlerine bakıldığında ise, bu durum çoğunlukla bireylerin ulaşım seçeneklerine yönelik bilinçli seçimlerinden kaynaklanmaktadır. İşe veya diğer noktalara ulaşımda toplu taşımayı otomobile tercih eden bireyler, toplu taşımaya rahat erişim sağlayan bölgelerde konut kiralamayı veya satın almayı daha cazip bulmaktadır (Cervero, 2004). Buradaki

tanımdan da hareketle TOD alanları istihdam düzeyiyle ilgili yüksek iş fırsatları sunmaktadır sonucuna ulaşılmaktadır.

Konut alanlarının donatı alanlarına yakın konumlandırılması, bireylerin günlük ihtiyaçlarını daha kısa mesafede karşılamasını sağlayarak seyahat sürelerini azaltır. Bu mekânsal düzenleme, yürümeyi, bisiklet kullanımını ve toplu taşıma sistemlerine yönelmeyi teşvik ederek sürdürülebilir ulaşım alternatiflerini destekler. Böylece kent içindeki hareketlilik daha çevreci ve erişilebilir hale gelir (Ogra ve Ndebele, 2014).

Toplu taşımaya olan uzaklık azaldıkça kentte yaşayanların özel araç kullanımına yönelmesi kaçınılmaz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplu taşıma sistemlerinin birbirleriyle entegre bir biçimde çalışması, konut, ticaret, donatı alanlarına yakın olacak şekilde konumlandırılması TOD planlaması açısından önem arz etmektedir.

2.3 Bölüm Değerlendirmesi

Araştırmanın bu bölümünde Yeni Şehircilik Akımı'nın yürünebilirlik, toplu taşıma kullanımının artırılması, yoğun ve karma kullanımlar, sürdürülebilirlik gibi ilkeleri ile bağlantılı olarak ortaya çıkan Toplu Taşıma Odaklı Gelişme kavramından bahsedilmiştir. Toplu taşıma istasyonları çevresinde erişilebilir ve yaşanabilir alanları artırmayı benimseyen TOD kavramının planlamaya sağladığı katkıları bu araştırmada üç başlık altında anlatılmıştır. Bunlar ekonomik, çevresel ve sosyal katkılardır. Hepsi birbiriyle entegre bir şekilde ele alındığında TOD planlamasının amaçları doğrultusunda elde edilen sonuçları bir bütün olarak kullanıcılara sunmaktadır. Ancak zaman zaman TOD planlamasının uygulamaya geçilmesi adımında önünde engeller bulunmaktadır. TOD'un faydalarının gerçekleştirilmesi, çok aktörlü yapı, yüksek yatırım maliyetleri, karmaşık ilişki ağları ve yetersiz erişim altyapısı gibi engeller nedeniyle güçleşmektedir.

TOD birden çok ölçekte uygulanabilmektedir. Bunlar; bölge, koridor, istasyon ve yerleşim düzeyi ölçekleridir. TOD planlaması genellikle istasyon alanı seviyesinde gerçekleştirilmektedir; çünkü kentliler için ulaşım maliyetlerini düşürülmesi ve yerel bir topluluk hissi oluşturma gibi yerel katkıları anlamanın en kolay olduğu yer olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araşırmanın ana çıkış noktasını oluşturan TOD kriterlerinden bu bölümde bahsedilmektedir. Bu kriterler ‘3D’ adı altında, Cervero ve Kockelman (1997) tarafından yapılı çevreyi ulaşım modelleri üzerinde etkili olan üç ana kriteri sınıflandırmak adına kullanılmıştır. Sonrasında Ewing ve Cervero (2010), bu kriterlere hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklık kriterlerini de ekleyerek bunları beş kategoriye ayırmış ve bu durumu ‘5D’ olarak adlandırmışlardır. Bu kriterler yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, tasarım, hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklıktır. Bahsedilen kriterler, TOD'un önem arz eden her yönü için karşılanması gereken optimum koşulları temsil etmektedir.

3
TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME İLE İLGİLİ ÖRNEKLER

Bu bölümde incelenen çalışmalar gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerden elde edilen deneyimlere dayanmaktadır. Ancak, bu deneyimlerin özellikle Türkiye için yerel koşullara doğrudan aktarılması ve uygulanması, bazı uyarlamalar ve düzenlemeler gerektirmektedir. Bu bölümün temel amacı, belirli uygulamaları doğrudan aktarılmasından ziyade, büyük ölçekli ulaşım sistemlerini planlayan veya bu alanda yatırım yapan şehirlerin planlama süreçlerine ve uygulamalarına rehberlik edebilecek temel ilkeleri ve önemli noktaları paylaşmaktır.

3.1 TOD Endeksi Hesaplama Yöntemi

TOD başarısını değerlendirmek için literatürde yazarlar tarafından birçok yöntem ve teknik belirlenmiştir. Evans ve diğerleri (2007), TOD Endeksi kavramını ortaya koyarak toplu taşıma çevresindeki bölgelerin TOD seviyelerini belirlemede önemli bir araç olabileceğini savunmuştur.

TOD Endeksi, ulaşım etkinliği, arazi kullanımı ve geliştirme kapasitesi gibi farklı boyutlara ait göstergeleri bir araya getirerek TOD seviyelerinin bütüncül bir değerlendirmesini sunmaktadır. Bir istasyonun hangi yönlerinin iyi olduğunu ve hangi alanlarının geliştirilmesi gerektiğini belirlemek için farklı göstergeler arasında karşılaştırmalar yapılabilmesine imkân sunmaktadır.

TOD kapsamında planlanan her bir istasyon çevresi, sahip olduğu özgün yapısal ve işlevsel nitelikler doğrultusunda çeşitlenebilmektedir ve bu çeşitlenme istasyonların farklı hizmet alanlarında değişken düzeylerde etki alanları oluşturmasını beraberinde getirmektedir (Demir, 2022).

Renne (2009), TOD projelerinin başarısını değerlendirmek için yoğunluk, yolculuk ve mülk değer artışı göstergelerini ölçmeyi önermiştir. ITDP (2017), kentsel hareketlilik ilkelerine dayalı sekiz ilke önererek TOD'u nicelleştirmiştir. Birçok

araştırmacı tramvay istasyonlarının etrafındaki TOD seviyesini değerlendirmek için ITDP'nin sekiz ilkesinden (yürüme, bisiklete binme, bağlantı, toplu taşıma, karıştırma, yoğunluk, kompaktlık) geliştirilen göstergeler seçmişlerdir.

Birtakım araştırmacı bir bölgenin TOD planlamasında iki farklı yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini öne sürmüştür: İlk yaklaşım, toplu taşıma yönelimi yüksek olmasına rağmen TOD seviyelerinin düşük olduğu alanları belirlemeye odaklanmaktadır. İkinci yaklaşım ise, toplu taşıma bağlantısı için potansiyel bölgeleri veya yüksek TOD seviyelerine sahip olmasına rağmen toplu taşıma erişiminin yetersiz olduğu alanları tespit etmeyi amaçlamaktadır (Ibrahim vd., 2023).

Singh ve diğerleri (2014), alan, ölçek ve ölçüm göstergeleri açısından farklılık gösteren iki yaklaşımın varlığından dolayı tek bir TOD Endeksinin yeterli olmadığını savunmaktadır. Bu sebeple, her bir yaklaşımı ayrı ayrı değerlendirebilmek adına 'TOD Endeksi' ve 'Potansiyel TOD Endeksi' olarak adlandırılan iki farklı TOD Endeksi önermişlerdir. Bu hesaplanabilir endeksler, genellikle çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemleri ve teknikleri ile analiz edilmektedir. MCDM süreci, özellikle ulaşım planlamasında kullanılan, 1970'lerden bu yana çok kriterli problemlere yönelik optimum kararlar almak amacıyla önerilen çeşitli yöntemlerden biridir.

Çeşitli araştırmalarda seçilen göstergelerin ağırlıklarının belirlenmesi ve bunların bütünleştirilmesi çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Her boyutun ağırlıkları, genel yapı içindeki önem derecesini ortaya koyarken, bileşenlerin bir araya getirilmesi, değiştirilebilirlik ve bütünleşme kapasitelerini yansıtmaktadır (Sun vd., 2024).

Göstergeler, mekânsal faktörler olarak yoğunluk ve arazi kullanımını, mekânsal olmayan faktörler olarak ise yolcu hacmi ve toplu taşıma hizmetlerinin sıklığını içermektedir. Bu göstergeler genellikle ArcGIS kullanılarak hesaplanmaktadır. Farklı ölçek ve ölçek birimine sahip olmaları nedeniyle, veri analizinin sonuçlarını doğrudan etkileyebilir ve hesaplama süreçlerini zorlaştırabilir. Bu nedenle, karşılaştırılabilirliği sağlamak için tüm göstergelerin normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalizasyon tamamlandıktan sonra, göstergeler ağırlıklandırılabilir ve bütünleşik hale getirilebilir.

Ağırlıklandırma yöntemleri, farklı teknikleri kapsamaktadır. Zhang ve diğerleri (2019) ile Taki ve diğerleri (2017), göstergelerin ağırlıklarını belirlemek amacıyla AHS yöntemini tercih etmiştir. Rabiei ve diğerleri (2022), göstergelerin ağırlıklarını saptamak ve hedefleri değerlendirmek için TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıra Tercihi Tekniği) yöntemini kullanmıştır. Uddin ve diğerleri (2023), CRITIC (Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriter Önemi) yöntemini uygulayarak nesnel ağırlıklı bir mekânsal çok kriterli analiz sunmuştur (Sun vd., 2024).

3.2 TOD Endeksinin Hesaplanması ile İlgili Örnekler

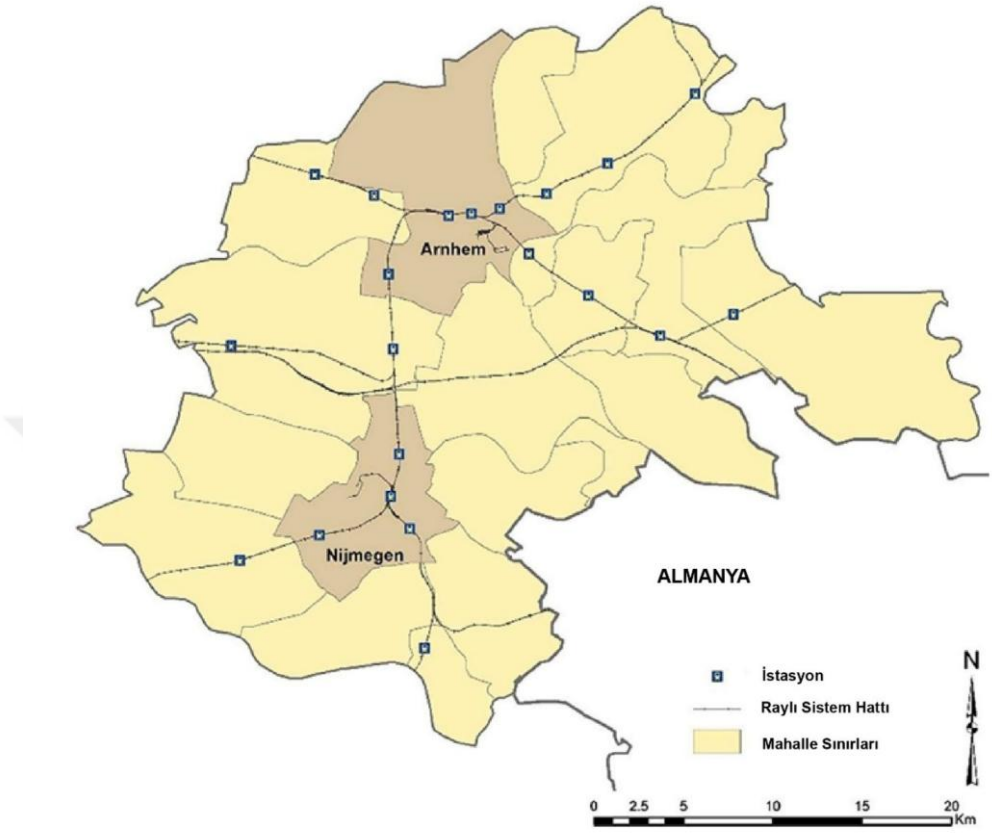
Araştırmanın bu bölümünde, TOD değerlendirmesi kapsamında toplu taşıma istasyonları çevresinde yapılan çalışmalardan incelenen örneklerin, TOD Endeksinin hesaplanmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinin nasıl uyarlandığından bahsedilmektedir. Örnekler seçilirken, 'Toplu Taşıma Odaklı Gelişme, TOD, TOD Endeksi, AHS, CBS, TOD Ölçümü, SMCDM' anahtar kelimeleri çerçevesinde son yıllarda en çok atıf alan makaleler bağlamında toplu taşıma odaklı gelişim üzerine çalışılan, farklı nüfuslara sahip kentlere dair örnek çalışmaların seçilmesine özen gösterilmiştir.

Bu araştırmada kapsamında incelenen çalışmalarda yaygın olarak kullanılan TOD değerlendirme modeli olan 'TOD Endeksi' anlatılmaktadır. Bu bölümde incelenen dünya örnekleri doğrultusunda, bir sonraki bölümde (4. bölüm) çalışma alanı için TOD Endeks değeri hesaplama yöntemi uygulanmıştır.

3.2.1 The Arnhem-Nijmegen, Hollanda

The Arnhem-Nijmegen Şehir Bölgesi, incelenen araştırmanın kapsamı doğrultusunda çalışma alanı olarak seçilmiştir; çünkü otomobil kullanımından toplu taşımaya doğru sürdürülebilir büyüme vizyonu doğrultusunda modal bir geçiş içermektedir. Çalışma 2012-2014 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. O yıllarda Gelderland Eyaletinde bulunan sekiz şehir bölgesinden Arnhem–Nijmegen Şehir Bölgesi, üçüncü en büyük şehridir. 2012 yılında Arnhem–Nijmegen Şehir Bölgesi'nin nüfusu 735.000'dir, nüfusun %40'ı şehir bölgesinde yaşamaktadır ve 1000 km^2'den fazla bir alanı kaplamaktadır. Bu dönemde bölgede 21 tren istasyonu

yer almaktadır daha sonradan birkaç tane daha eklenmiştir; ancak araştırma kapsamında 21 tren istasyonu üzerinde çalışılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesinde TOD çalışmasına yönelik seçilen istasyonlar (Singh vd., 2014)

Yapılan araştırmadaki amaç, TOD Endeksi değerlerini kullanarak, TOD'un belirli alanlarda nasıl iyileştirilebileceğini ve hangi alanların daha iyi düzeyde ulaşım bağlantısı için değerlendirilebileceğini önermektir.

Araştırmanın yöntemi ise, öncelikle kriterlerin yani TOD Endeksini oluşturan göstergelerin belirlenmesi ve sonrasında bu göstergelerin ArcGIS'te mekânsal olarak değerlendirilmesidir.

TOD Endeks değerleri kullanılarak, şehir bölgesi için TOD planlama yaklaşımında araştırmada iki adet hedef belirlenmiştir:

(a) Toplu taşıma bağlantısının olduğu ama TOD seviyelerinin düşük olduğu bölgelerdeki TOD seviyelerinin artırılması için planlama yapmak,

(b) TOD seviyelerinin yüksek olduğu ama toplu taşıma bağlantısının olmadığı veya zayıf olduğu yerlerde toplu taşıma bağlantısı için plan yapmak.

Araştırmada, bu iki hedefin gerçekleştirilmesi amacıyla iki farklı endeks oluşturulmuştur: 'TOD Endeksi' ve 'Potansiyel TOD Endeksi'. TOD Endeksi, mevcut geçiş noktalarının etrafındaki TOD'u değerlendirmektedir. Potansiyel TOD Endeksi ise, geçiş bağlantıları için potansiyel alanları belirlemek üzere bir bölgedeki TOD'u ölçmektedir (Singh ve diğerleri, 2014).

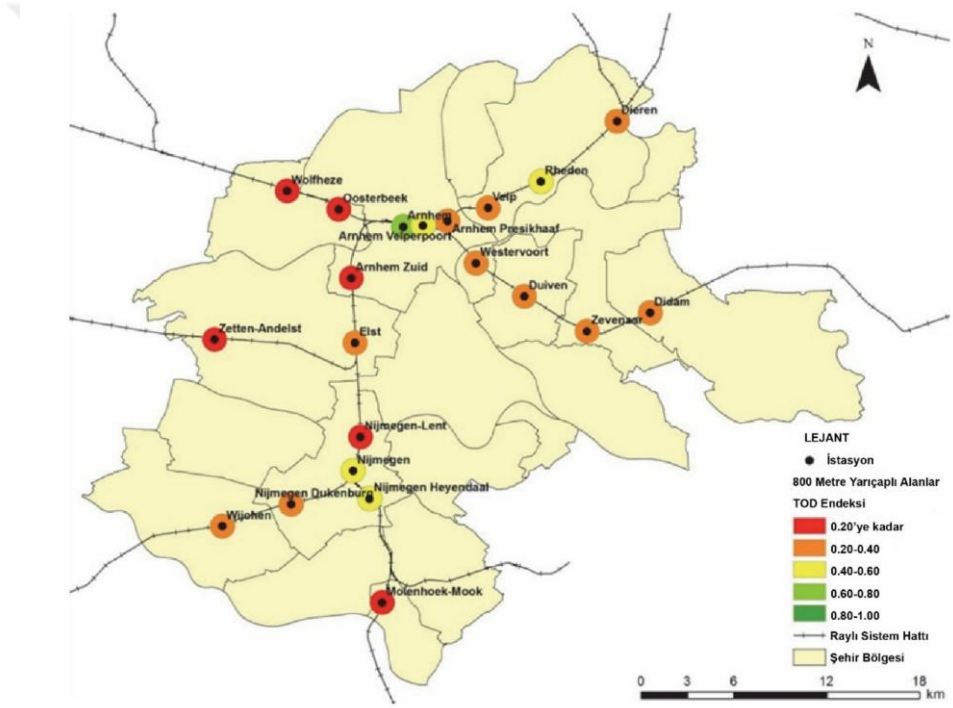
TOD, mekânsal bir kavram olduğundan, planlama ve değerlendirme süreçlerinin mekânsal analizler aracılığıyla gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, her iki endeks de geçerliliğini koruyacak şekilde Çok Kriterli Karar Verme (MCDM) veya Mekânsal Çoklu Kriterli Karar Verme (SMCDM) araçları kullanılarak ölçülmektedir (Singh ve diğerleri, 2014).

Bu araştırma için TOD Endeksine dair göstergeler 800 m yarıçapındaki alanda ölçülmüştür. Her iki endeks için, ölçüm amacıyla ilgili göstergelerin tanımlanması gerekmektedir. Bu nedenle, TOD'u ölçmek için literatürde yer alan 5D kavramına dayalı gelişimle ilgili göstergelerin ölçülmesinde öncü olarak belirlenmiştir. Yapılı çevre faktörleri; yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, kentsel tasarım, hedef erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan uzaklık olarak belirlenmiştir.

TOD Endeksinin ölçülebilmesi için 8 kriter bağlamında 18 gösterge belirlenmiştir. Bunların bazıları mekânsal bazıları ise mekânsal olmayan niteliktedir. Potansiyel TOD Endeksinin ölçülebilmesi için ise, Şehir Bölgesini kapsayan 12.000'den fazla ızgara hücresi (bir ızgara hücresinin boyutu 300 m×300 m'dir) için sekiz gösterge belirlenmiştir. Bunların hepsi mekânsal göstergelerdir.

Araştırmada incelenen Arnhem-Nijmegen Şehir Bölgesi'ndeki 21 istasyonun tamamının TOD Endeks değerleri sonuçları Şekil 3.2'de gösterilmektedir. Araştırmadaki sonuçlara bakıldığında, TOD Endeksinin 1 üzerinden en yüksek değerinin 0,76 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu sonuç iyi bir puan değeri olarak görünse de bu araştırma türü literatürde benzerleri olsa dahi birebir bu yöntemle çalışılan tek örnek olduğu için, kıyaslanabileceği bir örnek bulunmamaktadır. Araştırma sonuçlarında en düşük değerin ise 0,16 ile Wolfeze istasyonunun aldığı görülmektedir.

Arnhem'in en yüksek TOD puanını almasının nedeni, bu istasyonun yoğun kentsel bir merkezde yer alması ve çevresinde iyi ulaşım bağlantıları, hizmetler ve altyapı bulunmasıdır. Bu durum, istasyonun toplu taşıma kullanımını teşvik eden bir ortam oluşturmasına katkı sağlamaktadır. Wolferze'nin en düşük puanı almasının nedeni ise, bu istasyonun daha az gelişmiş bir bölgede yer alması ve ulaşım altyapısının sınırlı olmasıdır. Özetle TOD Endeksinin yüksek olduğu alanların toplu taşıma istasyonlarının yakınında ve kentsel alanlarda yer aldığı görülmektedir (Singh ve diğerleri, 2014). Öte yandan bu durumun aksi olan alanlarda ise, yerel toplulukların toplu taşımayı kullanma olasılığı düşmekte ve bu durumda da istasyonun TOD Endeksinin olumsuz etkilendiği söylenebilir.

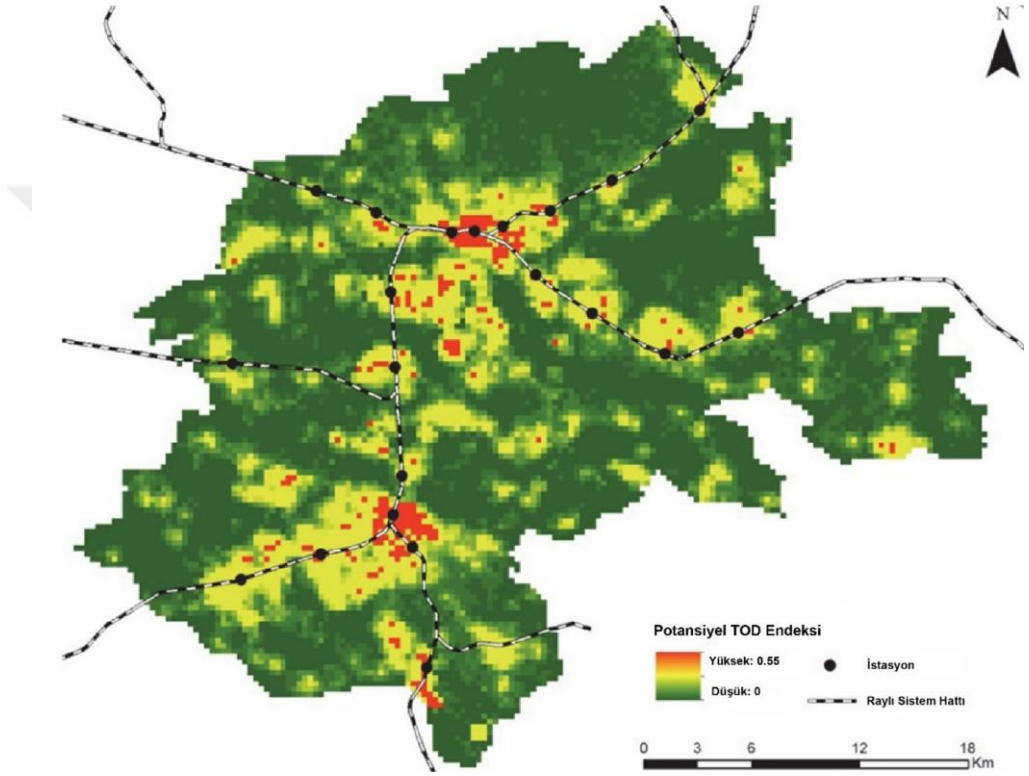


Şekil 3.2 The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi TOD Endeksi (Singh vd., 2014)

Potansiyel TOD Endeks değerleri sonuçları Şekil 3.3'te gösterilmektedir. Araştırmada bölgenin ana şehirleri etrafında yüksek TOD değerlerine ve bölgenin kalanda düşük TOD değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Araştırma sonucundan özetle, TOD planları uygulandıktan sonra, aynı endeks kullanılarak TOD koşullarının ölçülmesi ve girişimlerin başarısının değerlendirilmesinin mümkün olduğu söylenebilir. Bu yöntem, yüksek kaliteli

toplu taşımaya erişimden faydalanacak alanların belirlenmesine yardımcı olurken, karar vericilerin görüşlerinin de dahil edilmesi, TOD'un tanımlanması ve ölçülmesinde önemli bir katkı sağlamaktadır. Ayrıca, diğer çalışmalardan elde edilen TOD Endeksi sonuçları, şehir plancıları için bölgesel ve yerel ölçeklerde etkili planlama önerileri geliştirmede son derece faydalı olmaktadır (Singh ve diğerleri, 2014).



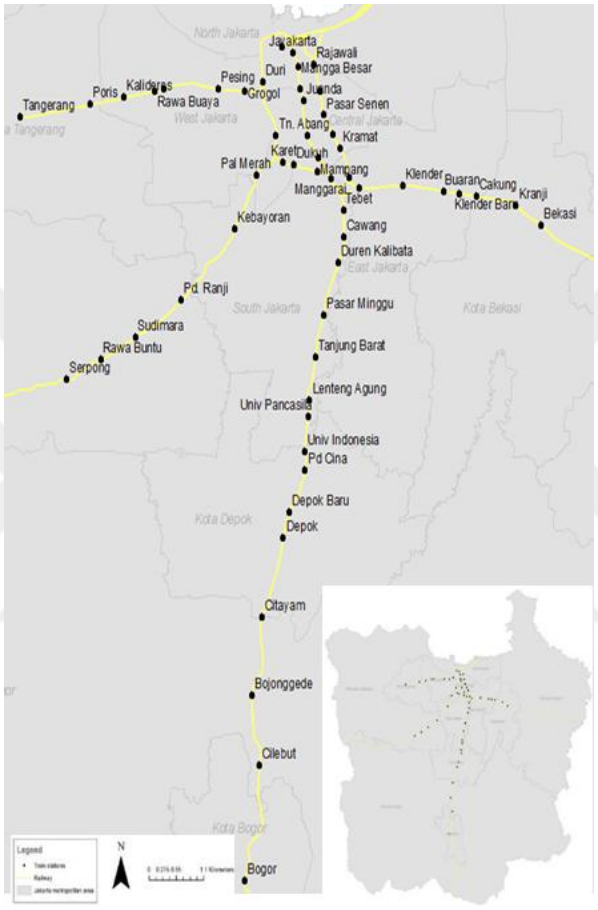
Şekil 3.3 The Arnhem-Nijmegen şehir bölgesi potansiyel TOD Endeksi (Singh vd., 2014)

3.2.2 Jakarta Metropoliten Alanı

Çalışma kapsamında Jakarta metropol bölgesindeki banliyö demiryolu ulaşım sistemi ele alınmıştır. Jakarta yalnızca Endonezya'nın başkenti değil, aynı zamanda TOD konseptinin benimsendiği stratejik bir planlama alanı olarak değerlendirilmektedir (Hasibuan ve diğerleri, 2014).

Jakarta metropol alanında demiryolu ulaşımı, ekonomik etkinliği ve zaman tasarrufu sağlaması nedeniyle kent sakinleri tarafından en sık tercih edilen ulaşım türüdür. Başkent merkezinden dört ana koridor boyunca uzanan banliyö tren hattı;

Bekasi (doğu koridoru), Bogor (güneykoridoru), Serpong (güneybatı koridoru) ve Tangerang (batı koridoru) olmak üzere toplamda 54 istasyondan oluşmaktadır. Tanah Abang, Manggarai, Jatinegara, Pasar Senen, Gambir ve Jakarta Kota gibi ana aktarma merkezleri, yolcu yoğunluğu bakımından mevcut kapasitelerinin üzerine çıkmaktadır. Çalışma kapsamında incelenen demiryolu ağına ilişkin istasyonların mekânsal dağılımı aşağıdaki şekilde yer almaktadır (Taki vd., 2017) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 JMA banliyö hattı tren güzergâhı (Taki vd., 2017)

Bu araştırmanın temel amacı, otomobil merkezli kentleşme eğilimi gösteren metropoliten bölgelerdeki büyüme sorununa, bireyleri özel araç kullanımından ziyade toplu taşıma sistemlerini tercih etmeye yönlendirerek sürdürülebilir bir çözüm alternatifi sunmaktır (Taki vd., 2017).

Bu araştırmada, kriter göstergelerinin değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) temelli çok kriterli karar verme yöntemi, istatistiksel testler ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamaları birlikte kullanılmıştır ve TOD

Endeksi elde edilmiştir. Araştırmada hem mekânsal hem de mekânsal olmayan veriler kullanılmıştır.

TOD'un ölçülmesinde kullanılacak kriter ve göstergelerin belirlenmesi adına, bu çalışmada, TOD yaklaşımının kuramsal temelini, Cervero ve Kockelman (1997) tarafından geliştirilen ve yoğunluk, çeşitlilik ile tasarım bileşenlerinden oluşan 3D model oluşturmaktadır. Ekonomik kalkınma kriterleri de çalışmada olduğu gibi TOD kavramının önemli bir parçasıdır (Fard, 2013).

Yoğunluk, Higgins ve Kanaroglou (2016) tarafından istasyon alanı içindeki etkileşimleri tanımlamak için kullanılmıştır. Bu kriterinde kullanılan göstergeler; ticari, konut, açık alan, park alanı, okul ve hastane için yoğunluktur.

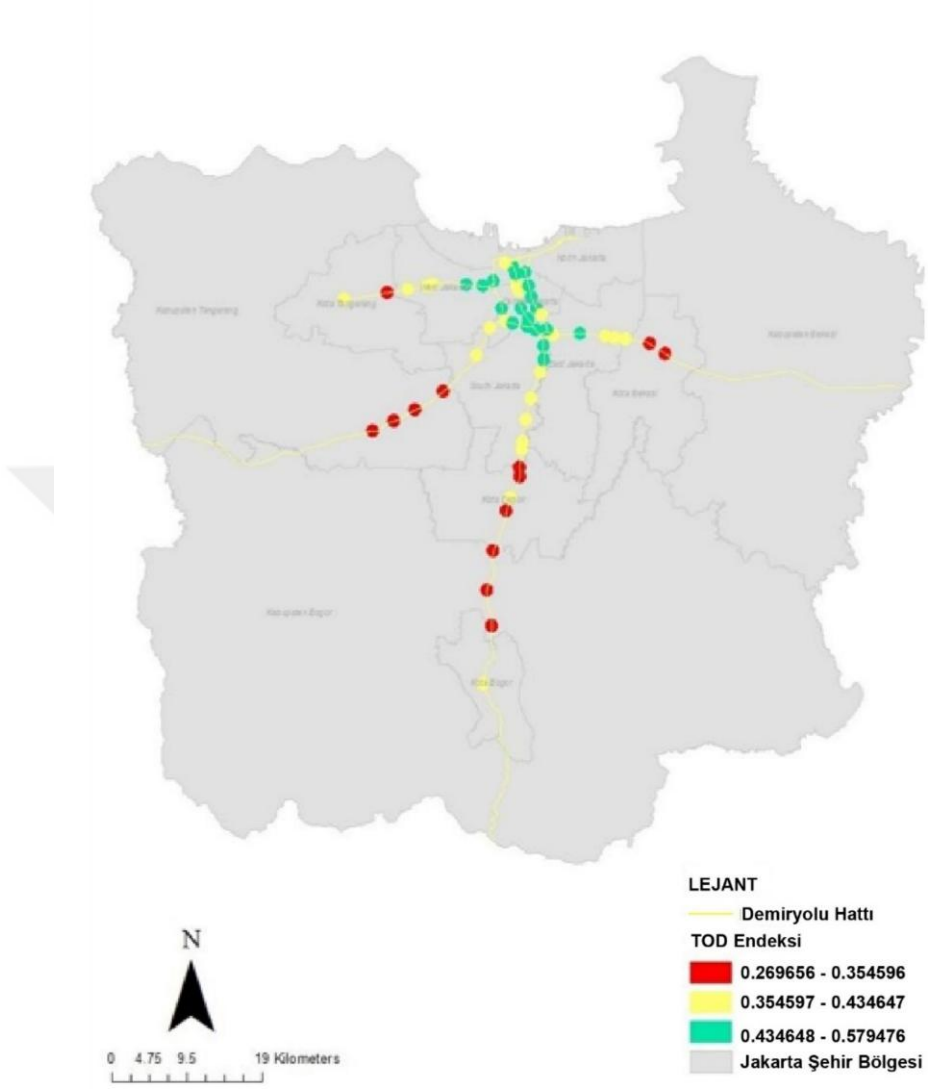
Çeşitlilik endeksi, belirli arazi kullanım türlerinin sayısını ve bunların diğer kullanım türleri arasındaki dağılımını ölçen nicel bir göstergedir. Arazi kullanım çeşitliliğini hesaplamak için farklı metodolojiler bulunmaktadır. En yaygın kullanılan iki endeks Simpson ve Shannon endeksleridir. Bu çalışmada, istasyon çevresindeki birincil arazi kullanım oranlarını belirlemek için Simpson endeksi kullanılmıştır, çünkü bu endeks çeşitliliğin yanı sıra belirli kullanım türlerinin baskınlığını da değerlendirmektedir.

Ekonomik performans, istasyon alanındaki mevcut ekonomik faaliyetlerin derecesini ifade etmektedir (Fard, 2013). Bu kriter, iş sayısı, istihdam yüzdesi ve işletme kuruluşu gibi faktörler üzerinden hesaplanır. Bu çalışmada, ekonomik durumu değerlendirmek için nüfus yoğunluğu, ‘Taban Alanı Katsayısı’ ve ‘Kat Alanı Katsayısı’ kullanılmıştır.

Bu araştırma, istasyon analizi için 800 metrelik etki yarıçapını benimsemektedir. İlgili göstergeler, istasyonların TOD uygunluğunu değerlendirmek amacıyla AHS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu süreçte, belirlenen parametreler ağırlıklandırılarak normalleştirilmiş ve TOD Endeksleri oluşturulmuştur.

Araştırma sonucu TOD Endeksi değerlerinin 54 istasyon için 0,26 ile 0,58 arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. İstasyonlar, TOD kriterlerine göre konumlarına bağlı olarak farklı kategorilere ayrılmıştır. 6 istasyon banliyö bölgelerinde (0,26-0,35 aralığında), 11 istasyon banliyö ve kentsel geçiş alanlarında (0,36-0,43 aralığında) ve 37 istasyon kentsel alanlarda veya şehir merkezinde (0,37-0,58 aralığında) yer almaktadır. (Şekil 3.5). Yüksek TOD Endeksine sahip istasyonların

çoğunlukla kentsel alanlarda yer aldığı, düşük endeks değerine sahip istasyonların ise banliyö bölgelerinde konumlandığı belirlenmiştir (Taki vd., 2017).



Şekil 3.5 Jakarta metropoliten alanı banliyö hattı TOD Endeksi (Taki vd., 2017)

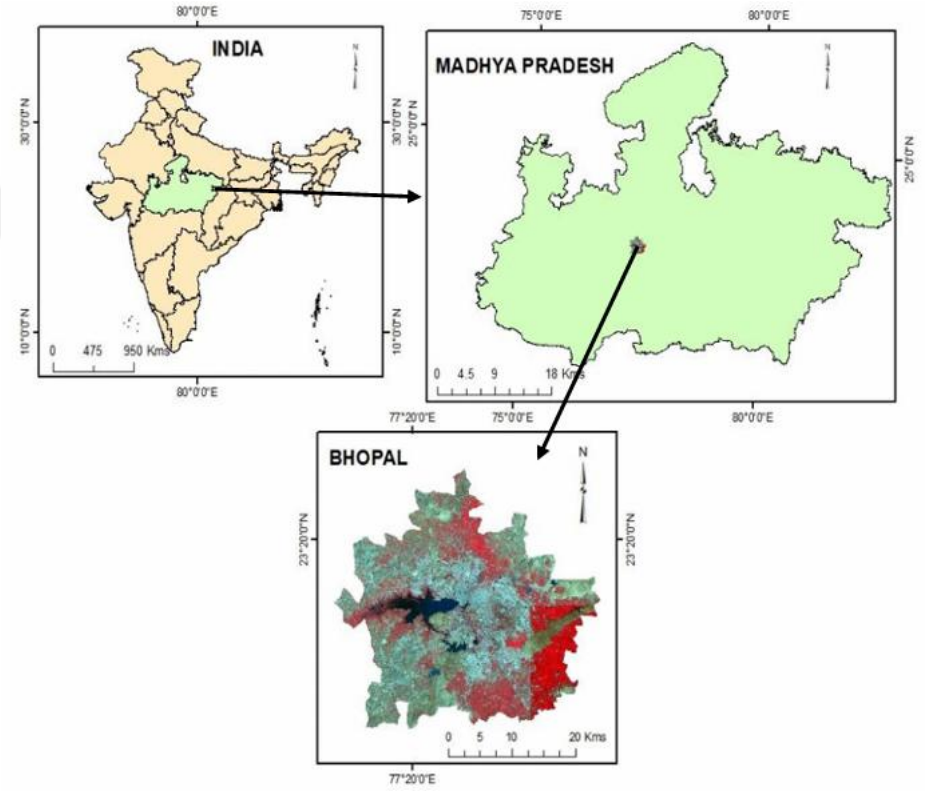
3.2.3 Bhopal, Hindistan

Hindistan'ın Bhopal kenti, incelenen araştırma kapsamında çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın temel amacı, nicel ölçekte istasyon düzeyindeki TOD'un ölçülmesidir.

Çalışma kapsamında 7 kriter ele alınmaktadır. Bu kriterler kapsamında TOD seviyesinin belirlenmesi adına çok kriterli bir değerlendirme yöntemi (MCDM) kullanılmıştır. MCDM sonuçları, farklı istasyonların performans değerlerini karşılaştırarak sıralamakta ve bu değerlerin nicel gösterimini sağlamaktadır.

Bhopal, Hindistan'ın başkenti ile idari bir Merkez olan Madhya Pradesh arasında yer almaktadır (Şekil 3.6). Ülkenin en güzel ve en yeşil şehirlerinden biri olup, Akıllı Şehirler misyonu kapsamında, Bhopal, ilk yirmi Hint şehrinden biri olarak seçilmiştir (Khare vd., 2021).

TOD istasyon alanı seçimi olarak sıklıkla rastlanılan raylı sistemler yerine metrobüs istasyonu (BRT) seçilmiştir. Bu araştırma TOD Endeksi hesaplamalarının farklı toplu taşıma modlarında da uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 3.6 Bhopal Şehir Bölgesi, Hindistan (Khare vd., 2021)

Araştırma kapsamında seçilen 7 kriter 3D ilkesine dayanmaktadır; Yoğunluk, Çeşitlilik ve Tasarım (Cervero ve Kockelman 1997).

Yoğunluk kriteri kapsamında iki adet performans ölçümü belirlenmiştir bunlar nüfus ve istihdam yoğunluğudur. Bu iki yoğunluk hesabı yapılırken, hektar başına düşen kişi sayısı nüfus yoğunluğunu, hektar başına düşen iş sayısı ise, istihdam yoğunluğu bilgisini vermektedir (Khare vd., 2021).

Arazi kullanım çeşitliliği, aşağıda (3.1) formülünde yer alan entropi formülü ile değerlendirilmiştir.

$$Lud\ (i) = \frac{-\sum Qlui \times ln(Qlui)}{ln(n)} \quad (3.1)$$

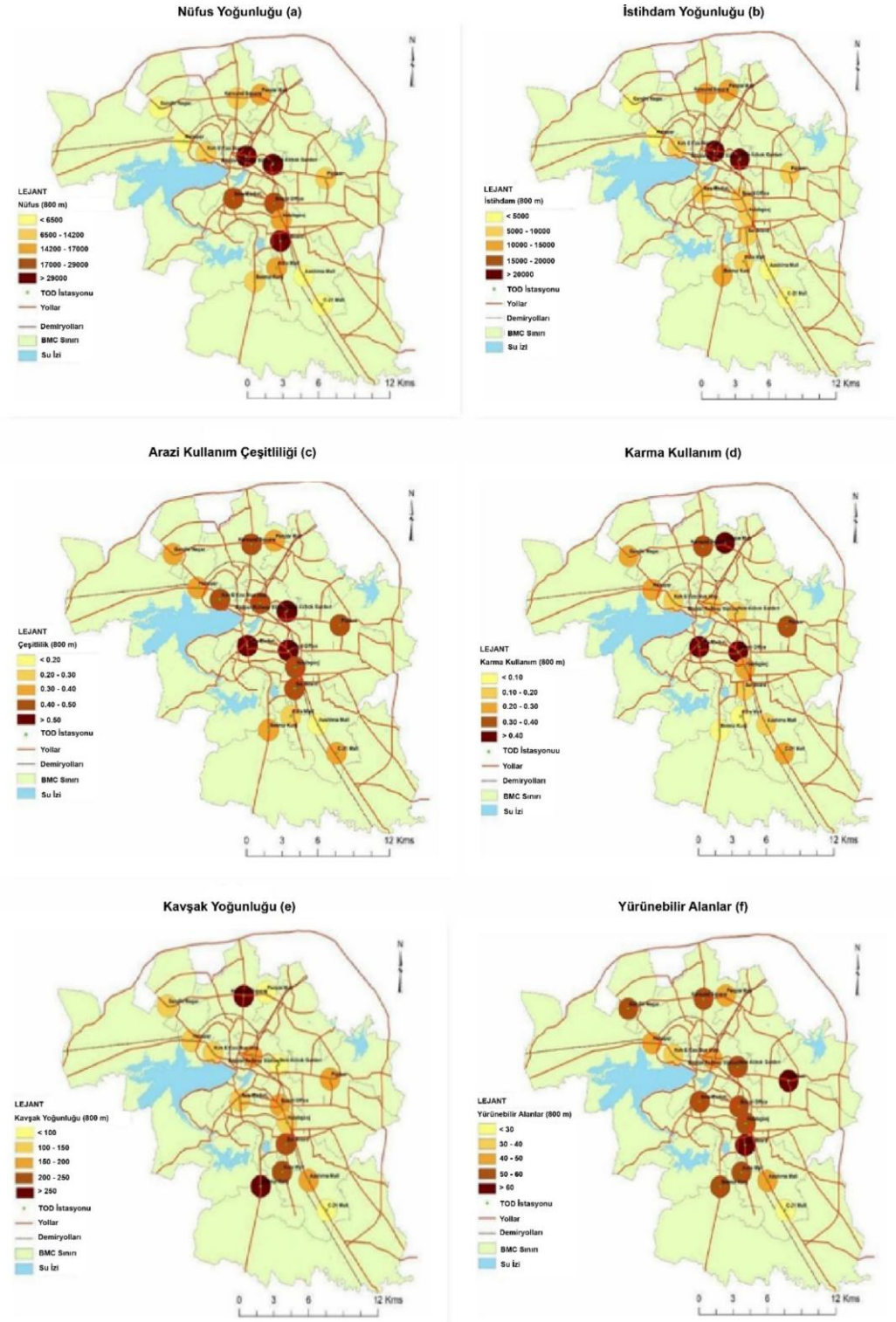
Bu formül, belirli bir alan içerisindeki farklı arazi kullanım türlerinin dağılımını analiz ederek çeşitliliği belirlemektedir. Çalışmada, TOD istasyonlarının çevresindeki 800 metrelik bölge incelenmiş ve Google Earth görüntüleri ile belediye kayıtları kullanılarak arazi kullanım verileri elde edilmiştir. Hesaplamalar entropi formülü ile gerçekleştirilmiş olup, her arazi kullanım türünün toplam alan içindeki oranı dikkate alınarak çeşitlilik derecesi belirlenmiştir. Çeşitlilik değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, 1 en yüksek çeşitliliği, 0 ise tek bir arazi kullanım türünün baskın olduğunu göstermektedir. Çalışmada, konut, ticari, vs. olmak üzere birden çok temel arazi kullanım türü değerlendirilmiştir (Khare vd., 2021).

Karma kullanım seviyesini ölçmek için 'Karmalık Endeksi' formülü kullanılmıştır, bu formül Zhang ve Guindon (2006) çalışmalarından uyarlanmıştır. Endeks, analiz alanındaki konut ve diğer arazi kullanım türlerinin dağılımını değerlendirir. 0 ile 1 arasında değişen bu endekste, 0,5 ideal çeşitlilik seviyesini ifade etmektedir (Singh ve diğerleri, 2014).

Araştırmada, 5 dakikalık yürüme mesafesi için 400 m yarıçapı ve 10 dakikalık yürüme mesafesi için 800 m yarıçapı kullanılmıştır. Bu kapsamda, ideal yürünebilir alanın toplam çalışma alanının %60'ından fazlasını kapsadığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler, istasyonların yaya erişilebilirliği ve kentsel hareketlilik üzerindeki etkisini analiz etmek için kullanılmıştır (Khare vd., 2021).

Seyahat davranışı verileri, insanların ulaşımı nasıl kullandığını anlamak için toplanmış ve TOD alanındaki toplu taşıma kullanım sıklığı anket yöntemiyle değerlendirilmiştir. Uygun yürüme mesafeleri 400 m ve 800 m olarak belirlenmiştir, bu mesafeler toplu taşıma istasyonlarına erişimi kolaylaştırmaktadır.

Aşağıda belirlenen kriterlerin performans ölçümlerini gösteren şekil yer almaktadır. Sırasıyla Nüfus Yoğunluğu (a), İstihdam Yoğunluğu (b), Arazi Kullanım Çeşitliliği (c), Karma Kullanım (d), Kavşak Yoğunluğu (e), Yürünebilir Alanlar (f) (Şekil 3.7).



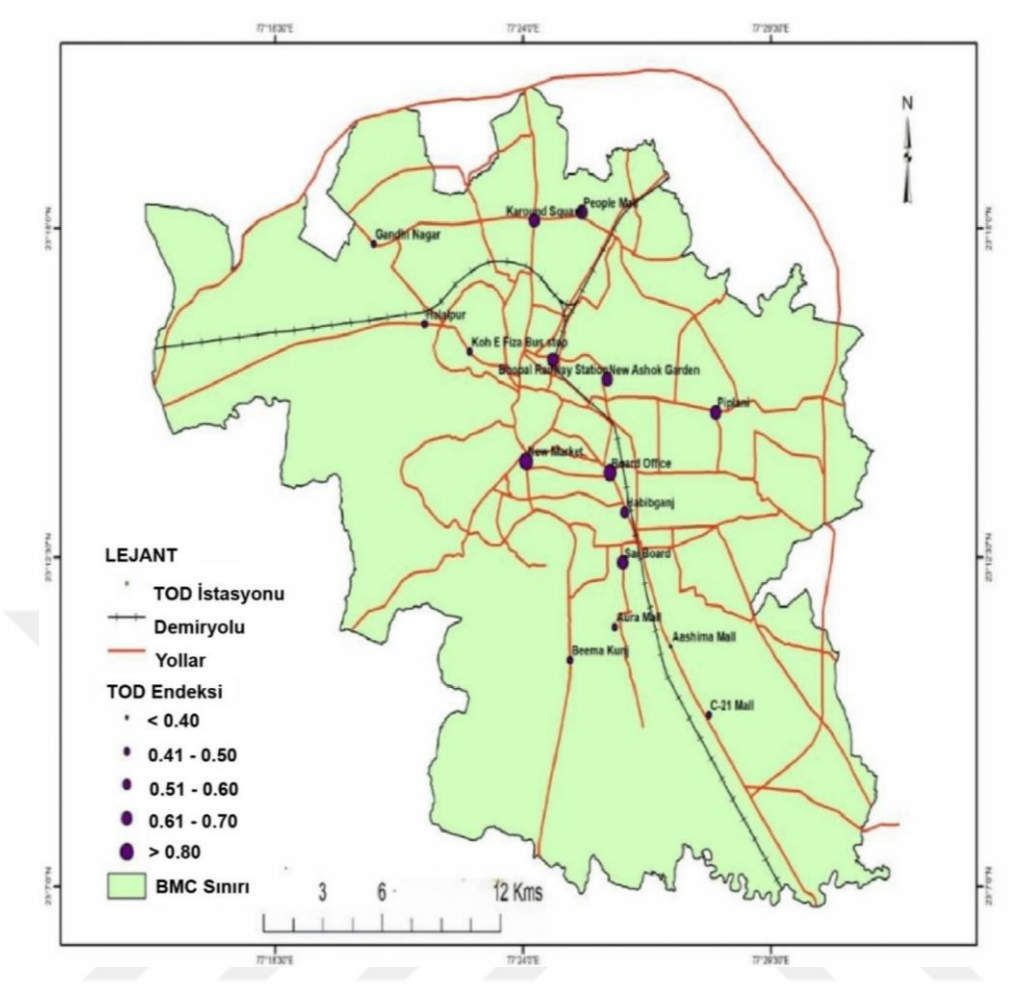
Şekil 3.7 Çalışma alanına dair performans ölçümleri (Khare vd., 2021)

Bu araştırma, çok kriterli değerlendirme (MCDM) yönteminin GIS ile entegrasyonunu benimsemektedir. Kriterlerin seçiminden sonra, normalizasyon ve ağırlıklandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, maksimum yöntem ile normalizasyon yapılmış, performans ölçümlerinin ağırlıkları sıralama toplamı

yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. TOD Endeksi hesaplamasında, her kriterin önem derecesi uzman görüşüne göre sıralanmış ve ağırlıkları belirlenmiştir. Sıralama toplamı yöntemi kullanılarak kriterler normalleştirilmiş, bu süreç TOD planlamasında performans ölçütlerinin katkısını değerlendirmek için uygulanmıştır.

Bu çalışma, Bhopal'daki 16 BRT istasyonu için TOD seviyesinin detaylı analizini sağlamaktadır. İstasyonlar, TOD puanlarına göre sıralanmış ve yüksek puanlı istasyonların genellikle kentsel alanlarda konumlandığı belirlenmiştir. MCDM analizine göre TOD Endeksi 0 ile 1 arasında değişmekte olup, en yüksek puan 0,74'tür. Bu sonuçlar, Bhopal'ın genel TOD seviyesinin iyi olduğunu göstermektedir (Şekil 3.8).

Daha düşük TOD puanına sahip istasyonlar genellikle düşük yoğunluklu veya karma kullanım eksikliği olan alanlarda bulunmuştur. TOD seviyesini artırmak için ekonomik faaliyetlerin ve karma arazi kullanımının geliştirilmesi gerektiği önerilmektedir. Karma kullanım kriterleri TOD seviyesinin belirlenmesinde en önemli faktörlerden biri olarak değerlendirilmiştir (Khare vd., 2021).



Şekil 3.8 Çalışma alanına dair TOD seviyesi (Khare vd., 2021)

3.3 Bölüm Değerlendirmesi

Araştırmanınn amacına yönelik olarak yapılan literatür araştırmaları sonucu TOD Endeksi hesaplama yöntemlerine dair seçilen 3 çalışma incelenmiştir.

Çalışmalarda yöntem olarak hesaplanabilir endeksler, çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemleri ve teknikleri ile analiz edilmektedir. Bu araştırma kapsamında da yöntem olarak MCDM benimsendiği için incelenen 3 çalışma da MCDM yöntemini kullanmaktadır. İncelenen tüm çalışmaların ortak amacı TOD Endeks değerlerinin ölçümünü belirlenen kriterler ve parametreler doğrultusunda ağırlık değerleri vererek ölçümlerinin yapılabilmesini sağlamaktır. Araştırmalar TOD kriterlerinin belirlenmesinde Cervero ve Kockelman (1997) tarafından benimsenen 3D'ye dayandırılmaktadır.

TOD Endeksi hesaplamasına yönelik çalışmalar genellikle toplu taşıma sistemlerinden birisi olan raylı sistemler üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak bu

araştırmada incelenen örneklerde toplu taşıma modlarına dair çeşitlilik olması adına Hindistan'ın Bhopal kentinde BRT kapsamında yapılan araştırması incelenmiştir.

Bu bölümde açıklanan örneklerin etki yarıçapı 800 metre olarak seçilmiştir ve bölgesel, istasyon ve koridor olmak üzere farklı ölçeklerde çalışılmıştır (Tablo 3.1). Önceki bölümlerde de açıklandığı üzere TOD etki yarıçapının kaç metre olacağına dair kesin yargılar bulunmamaktadır. Bu araştırmada ITDP'nin (2017) belirlemiş olduğu TOD Standartları kapsamında etki yarıçapı ve yürüme mesafesine dair belirttiği durum kabul olarak alınmıştır. ITDP'ye (2017) göre, optimum olarak 500 metre ve tüm sapmalar dahil olmak üzere yürüme mesafesinin 1 kilometreden fazla olmamasını önerilmektedir. Kavşaklardaki bekleme süreleri de dahil olmak üzere saatte ortalama 3 kilometrelik bir şehir içi yaya hızı ile 500 metrelik bir mesafe yaklaşık 10 dakikalık yürüyüşe tekabül etmektedir.

İncelenen çalışmaların sonuçlarına bakıldığında TOD Endeks değer aralıklarının her çalışma özelinde farklılaştığı görülmektedir. Tüm çalışmalarda TOD Edeks değeri sonuçlarında maksimum değer 1, minimum değer 0 olarak kabul edilmektedir. İncelenen araştırmalarda bu değerler çalışma alanının farklılaşması, seçilen parametre ve kriterlerin farklılaşması ve her parametre ve kriter için belirlenen ağırlık değerlerinin farklılaşması gibi sebeplerden dolayı değişkenlik göstermektedir. Bu sebeple üç örnek üzerinden TOD Endeksine dair sonuç değerlerini kıyaslamak sağlıklı bir sonuç vermemektedir.

Tablo 3.1 İncelenen örneklerin karşılaştırılması

	The Arnhem-Nijmegen, Hollanda	**Jakarta Metropoliten Alanı**	**Bhopal, Hindistan**
Yazar ve Yılı	(Singh vd., 2014)	(Taki vd., 2017)	(Khare vd., 2021)
Amaç	TOD alanlarının iyileştirilmesi ve ulaşım bağlantısının artırılması gereken bölgelerin belirlenmesi için öneriler sunmak	Metropoliten büyüme sorununa karşı, özel araçlar yerine toplu taşıma kullanımını teşvik eden çözüm önerileri geliştirmek	Nicel ölçekte istasyon düzeyindeki TOD'un ölçülmesi

Tablo 3.1 İncelenen örneklerin karşılaştırılması (devamı)

Yöntem	MCDM	MCDM	MCDM
İstasyon	Raylı Sistem	Raylı Sistem	BRT
TOD Ölçeği	Bölgesel	Koridor	İstasyon
İstasyon Sayısı	21	54	16
Mevcutta TOD Alanı mı?	Evet	Evet	Hayır
Etki Yarıçapı	800 m	800 m	800 m
TOD Kriterlerinin Belirlenmesi	5D Kriterleri	3D Kriterleri	3D Kriterleri
Kriter Sayısı	8	3	7

4
BURSA M1 METRO HATTI ÖRNEĞİ

Araştırmanın bu bölümünde ilk olarak, Bursa ilinde çeşitli ulaşım modlarının entegrasyonu ile şekillenen toplu taşıma sistemlerine ilişkin bilgilere yer verilecek, ardından çalışma alanı olarak seçilen M1 Metro Hattındaki 7 istasyona yönelik gerçekleştirilecek analiz ve hesaplamalar öncesinde istasyonlara dair açıklayıcı bilgiler sunulacaktır.

Sonrasında, araştırmada kullanılan yöntemlerden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Toplu Taşıma Odaklı Gelişme kriterleri ve parametreleri doğrultusunda nasıl uygulandığına ilişkin bir anlatım yapılacaktır. TOD yaklaşımının ulaşım planlaması süreçlerinde hangi bileşenleri optimize etmeyi hedeflediği, AHS yöntemiyle nasıl sistematik bir çerçevede değerlendirildiği ortaya koyulacaktır.

Son olarak, üçüncü bölümde sunulan TOD Endeksi hesaplama yöntemlerinden esinlenilerek Bursa ilinde belirlenen çalışma alanına yönelik analizler ve hesaplamalar yapılacaktır. Bu bağlamda, çalışma alanının TOD planlaması açısından uygunluğu değerlendirilecek ve metodolojik yaklaşımlar doğrultusunda elde edilen sonuçlar ile kent içi ulaşımda yaşanan problemlere oluumlu yönde katkı sağlayacak şekilde değerlendirilmesi yapılacaktır.

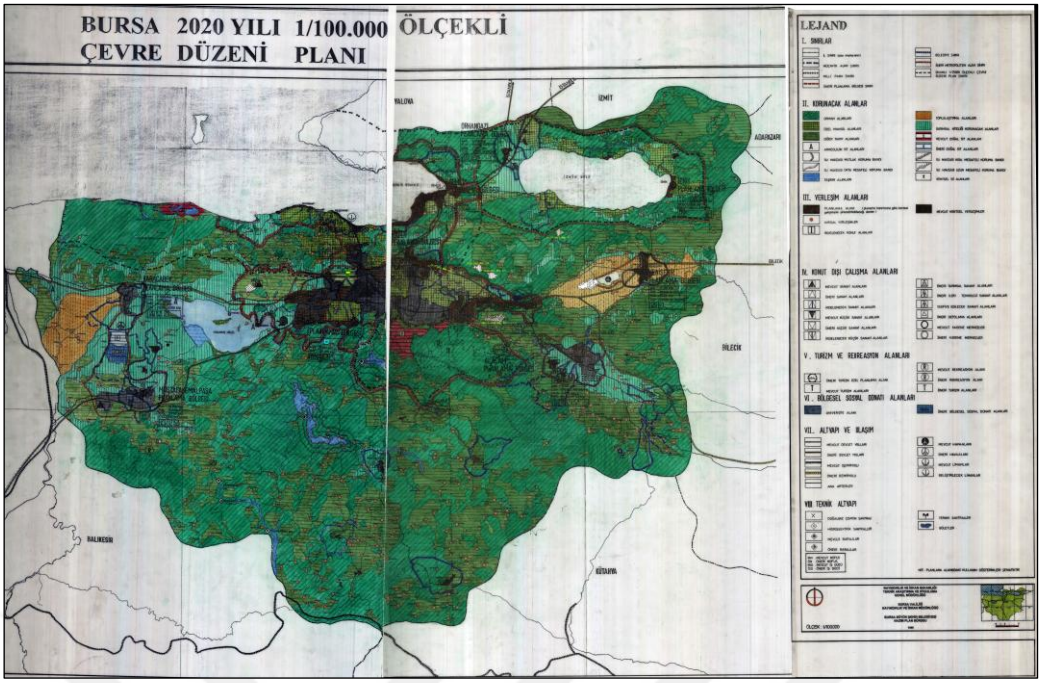
4.1 Çalışma Alanının Seçilme Nedenleri

Bursa ili TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi 2024 yılı verilerine göre 3.238.618 kişi ile Türkiye'nin 4. büyük şehridir, bu sebeple nüfus bağlamında bakıldığında hızlı bir gelişim göstermektedir. Araştırmanın giriş kısmında da belirtildiği üzere hızlı nüfus artışının beraberinde getirmiş olduğu kent içi ulaşım problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamında Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan BUAP (Bursa Ulaşım Ana Planı) (2018) raporunda da bahsedildiği üzere Bursa ilinde ulaşım problemlerine çözümler bulmak için ulaşım adına yatırımlar yapılmıştır.

Bahse konu araştırma raporu, Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı'nın hazırladığı Bursa ili 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı ve Plan Hükümleri baz alınarak hazırlanmıştır (Şekil 4.1). Üst ölçekli mekânsal plan kararlarına ilişkin düzenlemelere bakıldığında, Bu planda merkez kent olarak Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gürsu, Kestel, Mudanya ve Gemlik; zon yapısında ise Karacabey (batı), Mustafakemalpaşa (güneybatı), Orhaneli, Keles, Harmancık, Büyükorhan (güney), İnegöl (güneydoğu), Yenişehir, İznik (doğu) ve Orhangazi (kuzeydoğu) ilçeleri konumlandırılmıştır. Bursa Merkez Kent, kentleşme süreciyle birlikte büyük ölçüde yapılaşmasını tamamlamış; orman, sit alanları ve verimli tarım arazileri gibi doğal-fiziksel eşiklere dayanmıştır. Planlama kararları kapsamında, yeni gelişme alanları her ilçeye yönelik olmasa da özellikle Nilüfer ilçesi için öngörülmüştür. Bu bağlamda arazi kullanım kararlarına bakılarak yorumlanacak olursa, Nilüfer ilçesinde artan istihdam ve nüfusun, kent merkezi çekirdeğindeki konut bölgelerinin, işlevsel dönüşüm geçirerek ticari alanlara evrilmesi beklenmektedir. Bu dönüşüm bağlamında, mevcut raylı sistemlerin erişilebilirliğinin artırılması ve Görükle, Balkan, Başköy ile Çalı gibi gelişme konut alanlarının kent merkezi, otogar, üniversite ve başlıca çalışma alanlarıyla entegrasyonu kritik önem taşımaktadır (BUAP, 2018).

Ulaşım altyapısı ve fiziki planlama kararları kapsamında; kent içi ulaşım aksları yalnızca otomobil yollarından ibaret olmayıp; yaya, bisiklet, raylı sistem gibi ulaşım türleriyle birlikte kentsel tasarım öğelerine de hizmet vermektedir. BUAP'a göre (2018), aksların planlanmasında yaya ve bisiklet erişimi ile peyzaj unsurları dikkate alınarak, üzerinde konumlanacak kentsel fonksiyonların bütüncül biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ulaşım ve trafik yükü üreten büyük kullanım alanlarında mevzi imar planları ve plan tadilatlarıyla AVM, iş merkezleri, sanayi alanları, kampüsler gibi trafik ve ulaşım talebi doğuran çekim odakları planlanmaktadır. Bu tür kullanımlara karar verilirken, oluşacak trafik yükü, otopark ihtiyacı ve ulaşım sistemlerinin entegrasyonu dikkatle değerlendirilmelidir (BUAP, 2018).



Şekil 4.1 Bursa 2020 yılı 1/100.000 ölçekli çevre düzeni planı (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2018)

Araştırmada, literatür taraması sonucu ortaya koyulan kent içi ulaşım problemlerine çözüm niteliğinde geliştirilmiş TOD kavramından bahsedilmiştir. TOD çerçevesinde ele alınan, Ewing ve Cervero (2010) tarafından önerilen TOD kriteri olarak belirlenen 5D'ler ile TOD Endeksi ölçümü temel alınarak Bursa ilinde uyarlanarak çalışılması hedeflenmiştir. Araştırmanın asıl çıkış noktası olan soru giriş bölümünde de bahsedildiği üzere *'Toplu taşımanın teşvik edilmesi TOD kriterleri ile ilişkili midir'* olarak belirlenmiştir. Bu soru bağlamında kent içi ulaşımdaki problemlerin çözülmesi adına bu araştırmada kentte yaşayanların toplu taşımaya teşvik edilmesi gerektiği savunulmaktadır.

Bursa ilinde kent içi ulaşımda yaşanan bazı sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunlar:

- Bursa ilinde Doğu-Batı yönünde doğrusal bir gelişim olduğu için kentlerin çeperlere doğru giderek yayılması sebebiyle ev-iş, ev-okul, ev-boş zaman gibi yolculuk sürelerinin katlanarak artması,
- Kuzeyde bulunan Marmara denizi, güneyde bulunan Uludağ gibi doğal sınırlayıcı eşikler sebebi ile kentin genel olarak doğu-batı askında gelişim göstermesi,
- Kent biçiminin oluşmasında etkili bir rolü olan ulaşım sistemlerinin, Bursa ilinde durdurulamaz bir şekilde batı yönünde kent çeperlerine

uzanması, kompakt bir şekilde gelişme göstermemesi sebebi ile kentin batısında verimli arazilerin imara açılması,

- Toplu taşıma sistemlerinden birisi olan raylı sistemlerin teşvik edilmesi yerine, karayolu ulaşımına ağırlık verilerek özel araç sahipliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesi,
- Özel araç artışını karşılaması beklenen karayolu şebekesinin aynı doğrultuda gelişme göstermemesi ve nüfus artışının gerisinde kalması,
- Yürüme mesafesindeki toplu taşıma istasyonlarına önem verilmemesi,
- Mevcut toplu taşıma sistemlerinin entegre içerisinde olmaması
- Bursa ili genelinde özellikle merkez ilçelerde otopark sorununun fazla olması,
- Yürünebilirliği destekleyen yeşil alanların giderek azalması. 'Yeşil Bursa' olarak tanınan kentin yeşil alanlarının imara açılması ile Türkiye'deki çoğu ilin gerisine kalması,
- Bursa ilindeki ilçelerin nüfus dağılımlarının dengeli bir biçimde olmaması, merkez ilçelerde oldukça yüksek nüfuslar, çeper ilçelerde ise çok düşük nüfus dağılımlarının olması,
- İstihdam alanlarının genellikle merkez ilçelerde yer alması,
- Bursa OSB'nin Bursa kentinin gelişim yönü sebebi ile, kent merkezinde konut alanlarının içerisinde kalması.

Çalışma alanı kapsamında seçilen hat üzerindeki istasyonlara dair sorunlar:

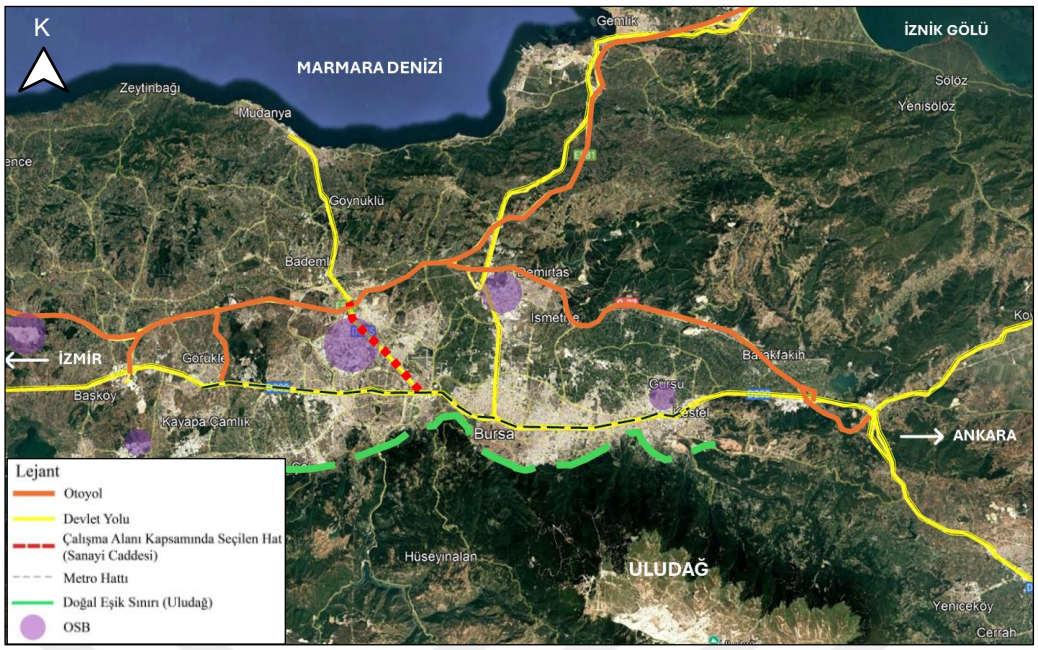
- İstasyonlar Bursa ilindeki ana ulaşım arterlerinden birisi olan Sanayi Caddesi üzerinde yer aldığı için, taşıt trafiğinin yoğun ve hızlı akması nedeniyle yayaların güvenle yürüyebileceği alanların kısıtlı olması,
- Seçilen hattın genellikle karayolu ulaşımı ile paralel bir şekilde çalışması ve alternatif bir ulaşım güzergâhı sunmaması,
- Seçilen hat üzerinde arazi kullanım çeşitliliğinin yüksek olması (AVM, OSB, sağlık alanları, eğitim alanları, çeşitli istihdam alanları vs.),
- Nilüfer ilçesinde, Bursa kentindeki imar planaları göz önünde bulundurularak değerlerlendirme yapıldığında ilçedeki nüfusun giderek artması,
- İstasyonlar çevresinde otopark alanlarının yetersizliği,

- Birbirine oldukça yakın olan ve bir cadde (üzerinde de Emek istasyonu bulunan) ile ayrılan iki mahallesin arasındaki nüfus farkı çok fazladır. Nüfus dağılımlarında homojenlik bulunmamaktadır. Emek mahallesinde nüfus yoğunluğunun çok yüksek, Minareliçavuş mahallesinin ise bünyesinde OSB olması sebebi ile çok düşük nüfus yoğunluğa sahip olması,
- Ticaret alanlarının Sanayi Caddesi üzerinde ve hat üzerinde bulunan OSB çevresine toplanmış olması, mahallelerin içerisinde arazi kullanım çeşitliliğinin artıracak ticari kullanımların az olması,
- Konut alanlarının az olduğu mahallelerde arazi kullanım çeşitliliğinin yüksek, konut alanlarının fazla olduğu yerde arazi kullanım çeşitliliğinin düşük olması,
- Seçilen istasyonlar çevresinde yeşil alan yoğunluğunun düşük olması.



Şekil 4.2 Bursa ili ilçelerini gösteren harita (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2025)

Şekil 4.2'de Bursa ili ilçelerini ve il sınırını gösteren harita yer almaktadır. Aşağıda yer alan Şekil 4.3'te ise yukarıda yer alan sorunların mekânsal olarak harita üzerinde gösterimine yer verilmektedir.



Şekil 4.3 Sorunlara dair mekânsal gösterim (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

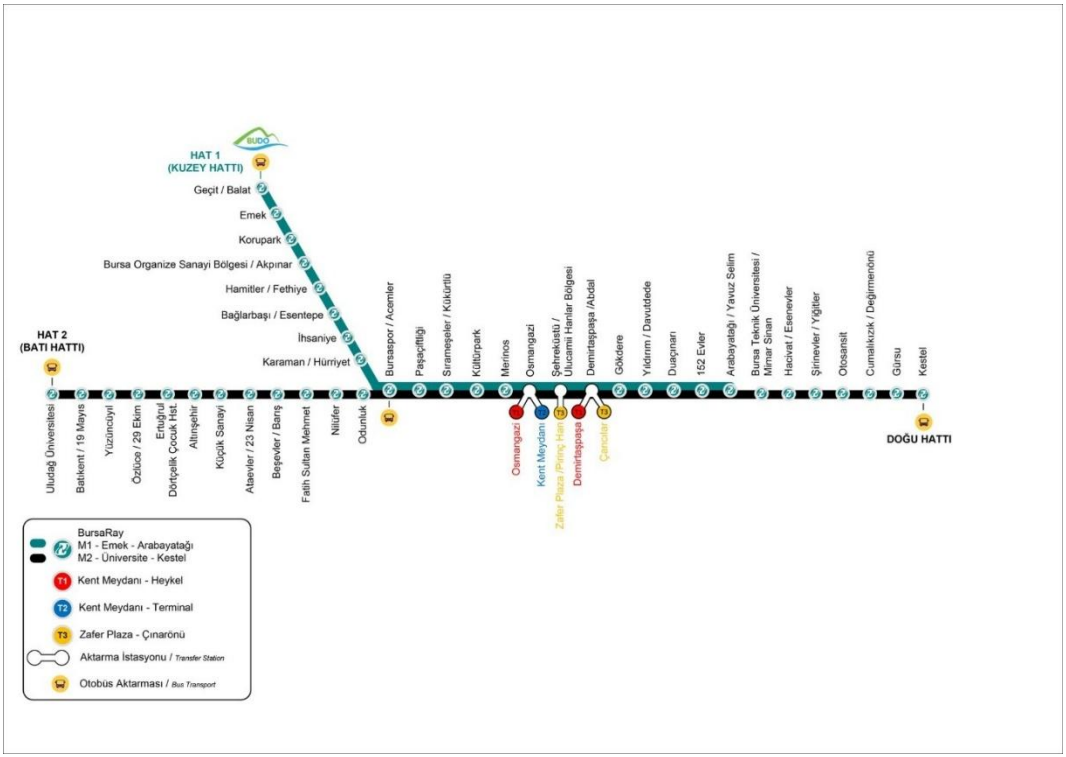
4.2 Bursa İlinde Toplu Taşıma Sistemleri

Bursa kentinde toplu taşıma sistemleri ile ulaşım, çeşitli ulaşım modlarının entegrasyonu ile şekillenmektedir. Ulaşım verimliliğinin desteklemek isteyen bu sistem, lastik tekerlekli taşıma, raylı ulaşım ağları ve deniz taşımacılığı gibi farklı seçenekleri içermektedir. Kent içi ulaşım ağı, minibüs, taksi-dolmuş, servis ve taksi gibi farklı işletmelerle desteklenirken, çevre yerleşimlere toplu taşıma hizmeti sunan minibüsler de Bursa ilinde ulaşım sisteminin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Bursa'da belediye otobüsleriyle kent içi toplu taşıma hizmeti, 1945 yılında Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından BOİ (Bursa Büyükşehir Belediyesi Otobüs İşletmesi) adıyla başlatılmıştır. 1998 yılında ise Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin kurucu ortaklığı ile BURULAŞ (Toplu Taşım İşletmeciliği Turizm Sanayi ve Ticaret A.Ş.) kurulmuş olup, günümüzde kentteki tüm toplu taşıma hatlarını bünyesinde barındırmaktadır (BUAP, 2018).

BURULAŞ, Bursa Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak faaliyet gösteren ulaşım işletmesidir. BursaRay, BurTram ve otobüs hizmetleri aracılığıyla kent içi ulaşımı sağlamaktadır.

Bursa kentinde, BURULAŞ tarafından işletilen hafif raylı sistem ve tramvay olmak üzere iki farklı raylı toplu taşıma sistemi bulunmaktadır. Kent makroformuna bakıldığında, güneyde Uludağ ve kuzeyde Bursa Ovası, Marmara Denizi gibi doğal eşiklerle kısıtlandığı için Doğu-Batı doğrultusunda lineer bir gelişim göstermektedir. Bu doğrultuda, Hafif Raylı Sistem'in (HRS) güzergâhı da aynı eksene paralel olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).

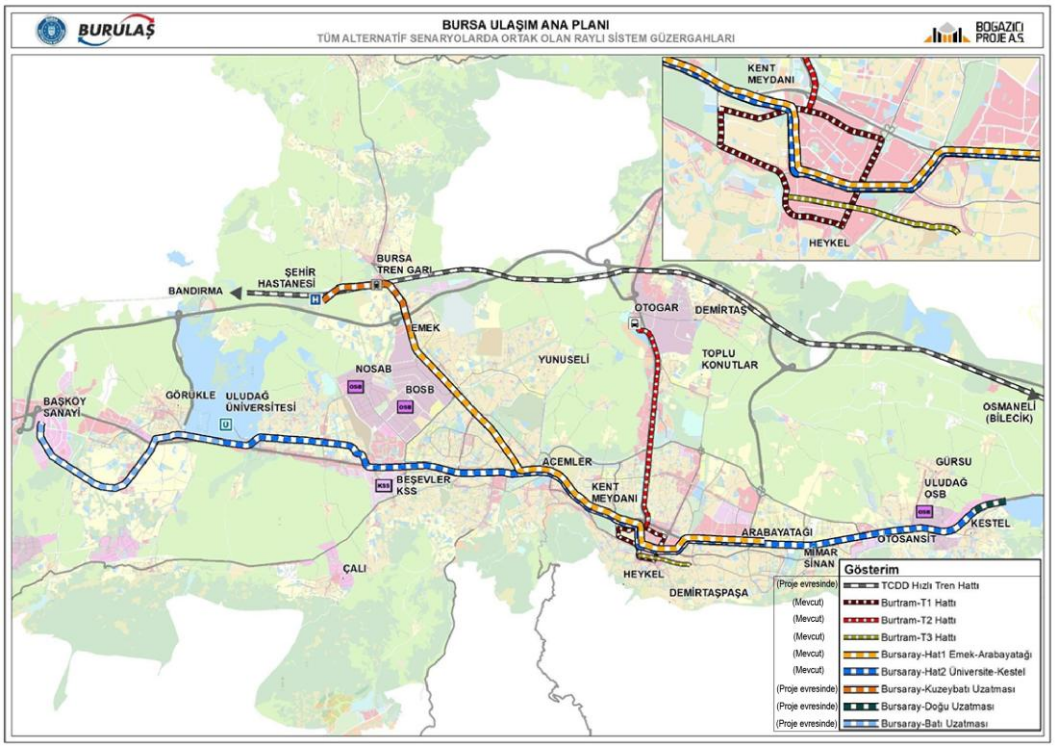


Şekil 4.4 BursaRay hat güzergâhı (BURULAŞ, 2025)

İlk etapta Hat-2 Küçük Sanayi ile Şehreküstü İstasyonu arasında ve Hat-1 Mudanya Yolu üzerinde Organize Sanayi ile Şehreküstü İstasyonu arasındaki iki hat şeklinde 2002 yılında açılarak hizmet vermeye başlayan BursaRay, zaman içerisinde çeşitli uzatma projeleriyle aşamalı olarak genişletilmiştir. 2009 yılında başlatılan çalışmalar ile, Hat-2 Küçük Sanayi istasyonu kentin batısında yer alan Uludağ Üniversitesi'ne kadar uzan Üniversite istasyonu ile uzatılmış, doğuda ise hem Hat-1 hem de Hat-2 üzerinde Şehreküstü istasyonu Arabayatağı istasyonuna kadar uzatılmıştır. Daha sonra 2014 yılında Arabayatağı istasyonu Kestel istasyonuna kadar uzatılmıştır. Hat-1 üzerinde ise, 2009 yılında başlatılan çalışmalar kapsamında, son istasyon olan Organize Sanayi'ye iki yeni istasyon eklenmiş ve hat Emek'e kadar genişletilmiştir. Emek hattı, Şehir Hastanesi etabı çerçevesinde yapılan son düzenlemeyle Geçit/Balat yönüne doğru uzatılmıştır. Bu hattın Şehir

Hastanesi durağına kadar uzatılması hedeflenmektedir. 2025 yılı itibarıyla inşaat çalışmaları devam etmektedir.

2011 yılında hazırlanan ve hedef yılı 2035 olan BUAP (2018) raporu kapsamında mevcut ve planlanan hatlara ilişkin projeler, senaryo hedeflerine göre şekillendirilmiştir. Alternatif senaryoların tümünde ortak olarak belirlenen raylı sistem güzergâhları, Şekil 4.5'te yer almaktadır.



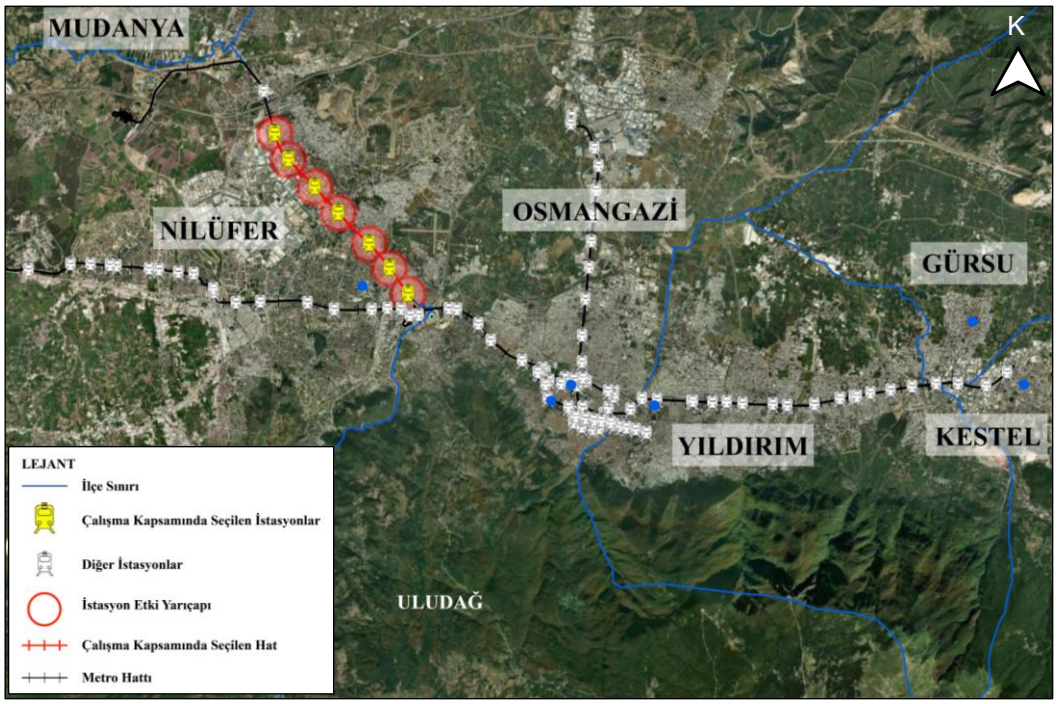
Şekil 4.5 Tüm alternatif senaryolarda ortak olan raylı sistem güzargahları (BUAP, 2018)

Günümüzde BursaRay, Mudanya Yolu üzerinde Geçit-Balat İstasyonu ile Arabayatağı İstasyonu arasındaki Hat-1 ve İzmir Yolu üzerinde Üniversite İstasyonu ile Kestel İstasyonu arasındaki Hat-2 şeklinde iki hat dahilinde işletilmektedir (BURULAŞ, 2025).

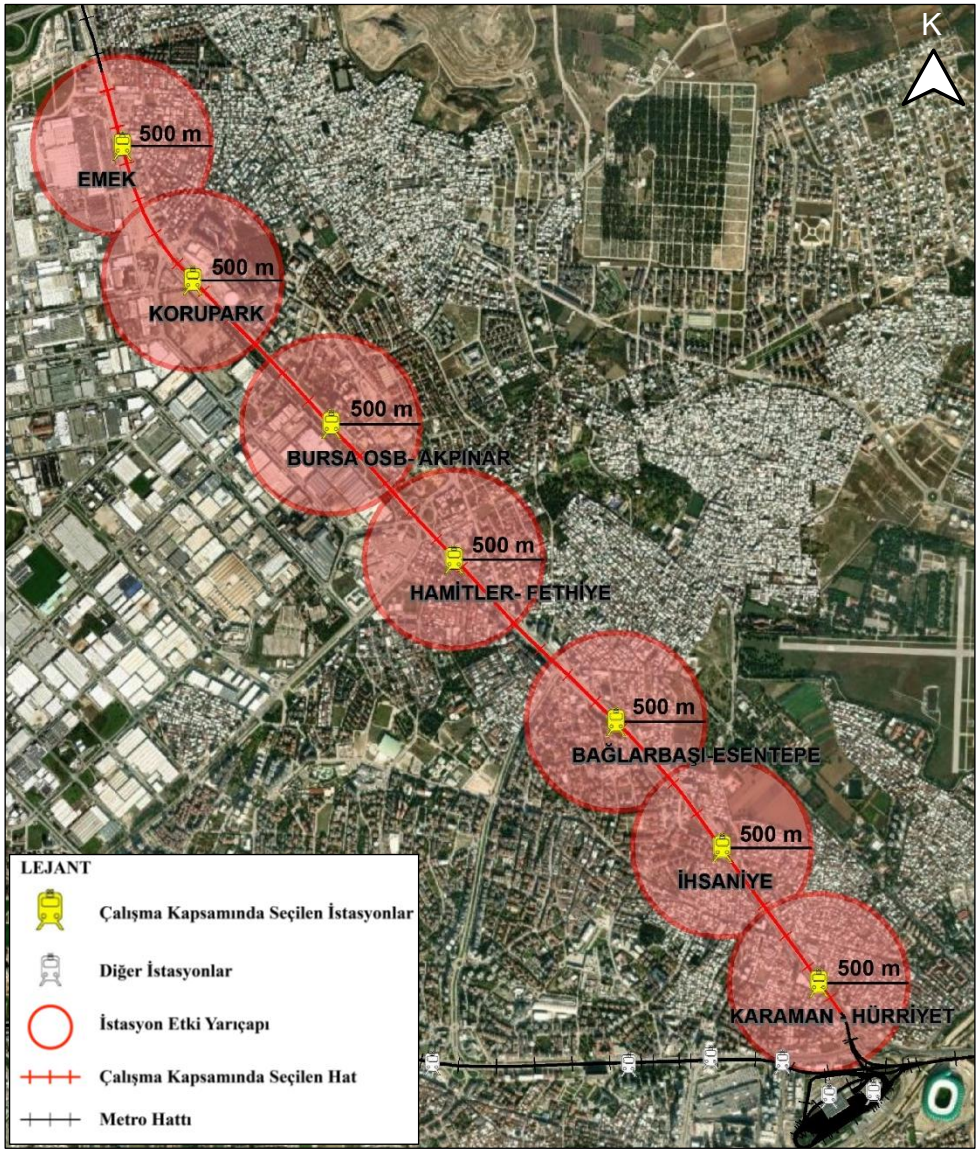
4.3 Çalışma Alanı, M1 Metro Hattı

Bursa ilinde bulunan hafif metro hattı olan M1 Metro Hattı üzerinde toplamda 24 istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonların 21 tanesi işletmededir, 3 tanesinin ise yapımı devam etmektedir. Araştırma kapsamında M1 Metro Hattının Karaman/Hürriyet istasyonu ile başlayan Emek istasyonu ile son bulan toplamda 7

istasyondan oluşan kuzey hattı çalışılmaktadır. Bursa ilinde Doğu-Batı yönünde doğrusal bir gelişim olduğu için kentlerin çeperlere doğru giderek yayılması sebebiyle ev-iş, ev-okul, ev-boş zaman gibi yolculuk sürelerinin katlanarak artması kent içi ulaşımda sorun teşkil etmektedir. 4.1 numaralı bölümde açıklanan çalışma alanındaki sorunlara dair olumsuzlukları gidermek adına bu hat seçilmiştir. Çalışılan hat toplamda 7 km uzunluğundadır. Emek istasyonunun devamında uzatılması amacıyla 2024 yılında faaliyete geçen kuzey hattında yer alan Geçit/Balat istasyonu çalışma kapsamına dahil edilmemiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Çalışma kapsamında seçilen hattın Bursa'daki raylı sistem hatları içerisindeki konumu (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)



Şekil 4.7 Çalışma kapsamında seçilen istasyonlar (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

İki ilçeyi birbirinden ayıran istasyonlar orta nokta kabul edilerek 500 metre yarıçaplı alanlar oluşturulmuştur (Şekil 4.7). Bu araştırmada TOD etki yarıçapı belirlenirken literatür araştırması bölümünde de yer verildiği üzere, ITDP'nin (2017) önermiş olduğu 500 metrelik yarıçap ve 3 km/sa yaya yürüme hızı baz alınmıştır. Bu alanlar içerisinde ArcGIS programı kullanılarak belirlenen kriterler ve parametreler bağlamında analizler yapılmıştır. Çalışma alanı kapsamında seçilmiş olan istasyonlar Nilüfer ve Osmangazi ilçe sınırını belirleyen Sanayi Caddesi üzerinde yer almaktadır. 7 istasyondan 6 tanesi yerüstü 1 tanesi yeraltı istasyonudur (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Çalışılan hattın özellikleri

Hattın Özellikleri	**Toplam**
İstasyon Sayısı	7
Yeraltı İstasyon Sayısı	1
Hattın Uzunluğu (km)	7
Hat Tipi	HRS
Hattın Konumu	Sanayi Caddesi

Çalışma alanı kapsamında seçilmiş olan 7 istasyonun mart ayında günlük yolcu biniş sayıları hafta içi, cumartesi ve pazar ortalama yolcu sayıları ile aşağıdaki şekilde yer almaktadır (Şekil 4.8). 7 istasyon arasında mart ayı içerisinde en çok kullanılan istasyonun Emek ve Korupark istasyonu olduğu görülmektedir.

	KARAMAN HÜRRİYET	İHSANİYE	BAĞLARBAŞI ESENTEPE	HAMİTLER FETHİYE	ORGANİZE SANAYİ	KORUPARK	EMEK
1 Mart 2025 Cumartesi	2.928	2.382	5.394	3.156	2.128	5.056	6.202
2 Mart 2025 Pazar	2.208	1.597	3.609	2.166	1.560	4.512	4.509
3 Mart 2025 Pazartesi	3.624	3.392	6.312	4.197	3.232	6.170	9.618
4 Mart 2025 Salı	3.884	3.447	6.532	4.431	3.274	6.434	9.534
5 Mart 2025 Çarşamba	3.846	3.637	6.844	4.499	3.392	6.763	9.936
6 Mart 2025 Perşembe	3.884	3.613	6.584	4.510	3.446	6.538	9.728
7 Mart 2025 Cuma	4.116	3.895	6.918	4.743	3.658	7.199	10.098
8 Mart 2025 Cumartesi	3.505	2.943	6.517	3.943	2.592	7.068	7.584
9 Mart 2025 Pazar	2.281	1.677	4.086	2.194	1.522	5.155	4.834
10 Mart 2025 Pazartesi	4.050	3.756	6.877	4.581	3.457	6.831	10.434
11 Mart 2025 Salı	4.013	3.636	7.064	4.614	3.552	6.914	10.365
12 Mart 2025 Çarşamba	4.072	3.699	7.174	4.573	3.470	6.966	10.277
13 Mart 2025 Perşembe	4.103	3.695	6.947	4.541	3.416	6.810	10.179
14 Mart 2025 Cuma	4.266	3.910	7.055	4.939	3.583	7.274	10.511
15 Mart 2025 Cumartesi	3.775	3.085	6.595	4.086	2.720	7.263	8.414
16 Mart 2025 Pazar	2.561	1.787	4.318	2.589	1.707	5.613	6.083
17 Mart 2025 Pazartesi	4.059	3.763	6.907	4.657	3.516	6.921	10.497
18 Mart 2025 Salı	3.718	3.400	6.485	4.187	3.221	6.399	9.449
19 Mart 2025 Çarşamba	3.697	3.468	6.409	4.328	3.222	6.541	9.422
20 Mart 2025 Perşembe	3.690	3.376	6.478	4.324	3.234	6.477	9.432
21 Mart 2025 Cuma	4.123	3.929	7.043	4.605	3.648	7.453	10.176
22 Mart 2025 Cumartesi	3.906	3.322	8.065	4.250	2.757	8.211	8.422
23 Mart 2025 Pazar	2.707	1.927	4.753	2.677	1.751	6.856	5.906
24 Mart 2025 Pazartesi	4.039	3.696	6.888	4.589	3.417	7.220	10.325
25 Mart 2025 Salı	4.291	3.936	7.317	4.787	3.513	7.584	10.835
26 Mart 2025 Çarşamba	4.020	3.890	7.142	4.630	3.499	7.575	10.446
27 Mart 2025 Perşembe	4.230	3.876	7.158	4.723	3.442	8.092	10.613
28 Mart 2025 Cuma	4.038	3.685	6.867	4.592	3.530	8.514	10.305
29 Mart 2025 Cumartesi	2.846	2.287	4.592	2.799	1.798	7.303	6.261
30 Mart 2025 Pazar	2.816	1.928	4.266	2.399	1.757	8.239	8.800
31 Mart 2025 Pazartesi	3.410	2.422	5.508	3.006	2.218	10.935	10.850
TOPLAM	**112.706**	**99.056**	**194.704**	**124.315**	**91.232**	**216.886**	**280.045**
Hafta İçi Ortalama	3.961	3.625	6.786	4.479	3.378	7.220	10.144
Cumartesi Ortalama	3.392	2.804	6.233	3.647	2.399	6.980	7.377
Pazar Ortalama	2.515	1.783	4.206	2.405	1.659	6.075	6.026

Şekil 4.8 M1 Metro Hattı günlük yolcu biniş sayıları (BURULAŞ, Nisan 2025)

4.4 Analitik Hiyerarşi Süreci

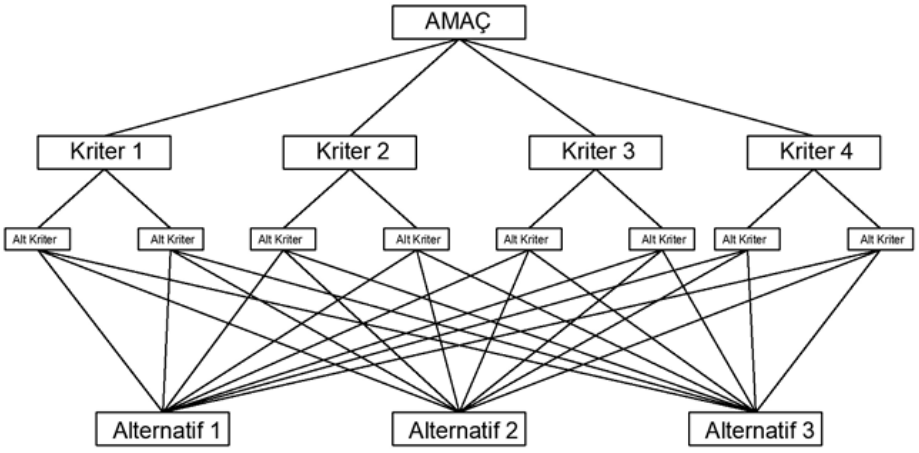
Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir ve Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiştir (Saat, 2000). Ulaştırma çalışmalarında yaygın olarak benimsenen bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Karmaşık kararlar alınırken, karar veren kişi için en iyi seçeneğin hiyerarşik olarak sıralanabilmesi amacıyla, karar verme problemini ikili karşılaştırmalar serisi şeklinde çözümleyen bir yaklaşımdır.

Analitik Hiyerarşi Süreci ikili karşılaştırmalara ve puanlamalara dayanarak kriterler arasında göreli öncelikleri belirlemeyi sağlayan hem nicel hem de nitel verilere dayalı çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem uygulanırken öncelikle problemin tanımlanması ve ulaşılmak istenen hedefin açık bir şekilde ortaya konması gerekmektedir. Daha sonra, hedefe ulaşmak için dikkate alınacak kriterler ve alt kriterler belirlenir. Karar verme sürecinde kullanılacak alternatiflerin

tanımlanmasının ardından, hiyerarşik yapının oluşturulması aşamasına geçilir (Saat, 2000).

Hiyerarşik yapının tasarımında ilk adım, karar verme sürecinin nihai amacını belirlemektir. Bu çalışmada ise temel amaç, Bursa M1 Metro Hattının TOD kriterlerine uygunluğunu değerlendirmektir. Bu değerlendirmeyi gerçekleştirebilmek amacıyla dört ana kriter belirlenmiş; bu kriterlerin alt başlıkları olarak toplamda 7 alt parametre tanımlanmıştır. Söz konusu alt kriterler doğrultusunda seçilen metro istasyonlarının analizleri gerçekleştirilmiştir. Örnek olarak ilgili hiyerarşik yapı, Şekil 4.9'da şematik olarak sunulmuştur.



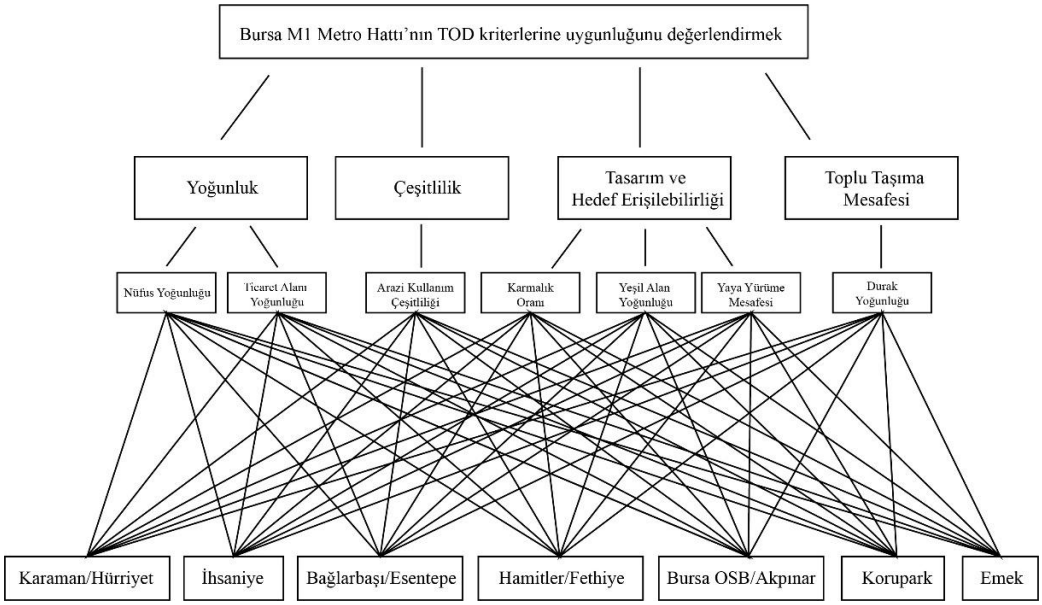
Şekil 4.9 AHS hiyerarşisi (Arslankaya & Göraltay, 2019)

Kriterlerin belirlenmesi ile problemin hiyerarşik yapısı oluşturulduktan sonra, kriterlerin ağırlıkları tespit edilerek ağırlık matrisi oluşturulmaktadır. Ağırlıkların belirlenmesi aşamasında öznel, nesnel ve entegre ağırlıklandırma adı ile üç sınıfa ayrılmaktadır. Ağırlıkların belirlenmesi uzman görüşlerine dayanıyor ise bu özneldir. Alanında uzman kişilerle yapılan anket çalışmaları ile hiyerarşik düzen çerçevesinde önceliğine göre ağırlık ataması yapılır. Nesnel ağırlıklandırma yöntemleri, kriterlerin ağırlıklarını karar vericinin subjektif değerlendirmesi olmadan doğrudan veri veya matematiksel modeller aracılığıyla belirlemektedir. Entegre ağırlıklandırma yöntemi ise, hem öznel hem de nesnel ağırlıklandırma tekniklerini bir araya getirerek bir değerlendirme süreci oluşturmaktadır (Odu, 2019).

Kriterlere ağırlık ataması yapılması aşaması ardından, her kriter farklı bir değerlendirme yöntemine tabi tutulmuş ise bu değerlerin karşılaştırılmasının yapılabilmesi adına normalizasyon işlemi yapılması gerekmektedir. Verilerin normalizasyon işleminin yapılması, maksimum-minimum yöntemi kullanılarak yapılabilmektedir. Maksimum-minimum yöntemi kullanılarak veri normalize edilirken, her parametre için minimum değer 0, maksimum değer 1 olacak şekilde ölçeklendirme yapılır. Bu yöntem, farklı ölçeklerdeki verileri kıyaslanabilir hale getirerek analiz süreçlerini daha tutarlı hale getirir (Singh ve diğerleri, 2014). Bu şekilde, TOD Endeksi hesaplanırken her istasyonun değerleri 0 ile 1 arasında ölçeklenir ve analizlerde kullanılabilir hale gelir.

4.5 Belirlenen Kriterler ve Parametrelerin Hesaplanması

TOD kriterlerinin ölçülmesi amacıyla bu çalışma kapsamında, literatürde TOD çalışmalarında kullanılan Ewing ve Cervero (2010) tarafından önerilen 5D'ler çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Parametreler ise Singh ve diğerleri (2014) tarafından işlevselleştirilen parametrelerden uyarlanmıştır. Kriterler; Yoğunluk, Çeşitlilik, Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği, Toplu Taşıma Mesafesi olarak belirlenmiştir. Bu kriterler doğrultusunda belirlenen parametreler Şekil 4.10'da yer almaktadır.



Şekil 4.10 Çalışma kapsamında belirlenen kriterler, parametreler ve istasyonlar (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

Belirlenen kriterler ve bu kriterler doğrultusunda seçilen parametrelerin ölçülebilmesi adına tez çalışmasında kullanılan veriler ve veri kaynakları aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Çalışma kapsamında belirlenen parametrelere dair veri kaynakları

KRİTERLER	PARAMETRELER	KULLANILAN VERİLER	VERİ KAYNAKLARI
YOĞUNLUK	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus ve Arazi Kullanımı	TÜİK VE BBB
	Ticaret Alanı Yoğunluğu	Arazi Kullanımı	BBB
ÇEŞİTLİLİK	Arazi Kullanım Çeşitliliği	Arazi Kullanımı	BBB
TASARIM VE HEDEF ERİŞİLEBİLİRLİĞİ	Karmalık Oranı (Mixed-ness Index)	Arazi Kullanımı	BBB
	Yeşil Alan Yoğunluğu		
	Yaya Yürüme Mesafesi	Ulaşım Haritası	OSM
TOPLU TAŞIMA MESAFESİ	Durak Yoğunluğu	BURULAŞ Durak Sayısı	BURULAŞ

Belirlenen kriterler bağlamında arazi kullanım verisi Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından temin edilen 1/5.000 ölçekli Nazım İmar Planı Değişikliği ve 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı arazi kullanımı çalışmalarındaki veriler kullanılarak, Google Earth yardımı ile Netcad programında yazar tarafınadan hazırlanmıştır. Hazırlanan veriler, 8 ayrı başlık ve alt başlıklar şeklinde gruplandırılmıştır. Başlıklar 'Konut Alanı, Sosyal Altyapı Alanları, Yeşil Alanlar, Kentsel Çalışma Alanları, Sağlık Alanı, Eğitim Alanı, Teknik Altyapı, Sınırlı Müdahale Alanı' olarak belirlenmiştir.

Arazi kullanım verisi kullanılarak çalışma alanındaki ticaret alanı yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği, yeşil alan yoğunluğu ve karmalık oranı parametrelerine dair analizler oluşturulmuştur. Arazi kullanım çeşitliliği hesaplamaları yapılırken

entropi formülü, karmalık oranı hesaplamaları yapılırken de karmalık endeksi formülü kullanılmıştır.

Nüfus yoğunluğuna dair hesaplamalar yapılırken, TUİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sisteminden temin edilen 2024 yılına ait mahalle bazlı nüfus verileri ve mahallelerin alan büyüklüklerinin, yine arazi kullanımı verisinden türetilen toplam çalışma alanına oranlanması ile hesaplanmıştır.

Yaya yürüme mesafesi analizleri oluşturulurken OSM (Open Street Map) ulaşım haritasındaki taşıt ve yaya yollarından temin edilen sayısal veriler ArcGIS programında Network Analizi modülü ile oluşturulmuştur.

Çalışma alanı kapsamında seçilen metro hattına dair istasyonların sayısal konum verisi Bursa Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Şube Müdürlüğü'nden, durak yoğunluğu hesaplamalarında, çalışma alan sınırı içerisinde yer alan BURULAŞ otobüslerine dair durak sayıları ve konumları BURULAŞ'tan temin edilmiştir.

4.5.1 Yoğunluk

Yüksek nüfus yoğunluklarının toplu taşıma hizmetleri daha fazla kullanılması yönünde etkilediği, canlı, yürünebilir toplulukların oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (Bach ve diğerleri, 2006). Özetle, yüksek yoğunluklu gelişmeler, yüksek seyahat talebinin yanı sıra bir bölgede yüksek TOD seviyelerinin de bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Yoğunluk göstergesi birim alan başına ilgili değişken şeklinde ölçülmektedir (Ibrahim vd, 2023).

Yoğunluk kriterinin ölçülmesi adına 2 adet parametre belirlenmiştir. Bunlar; nüfus yoğunluğu ve ticaret alanı yoğunluğudur.

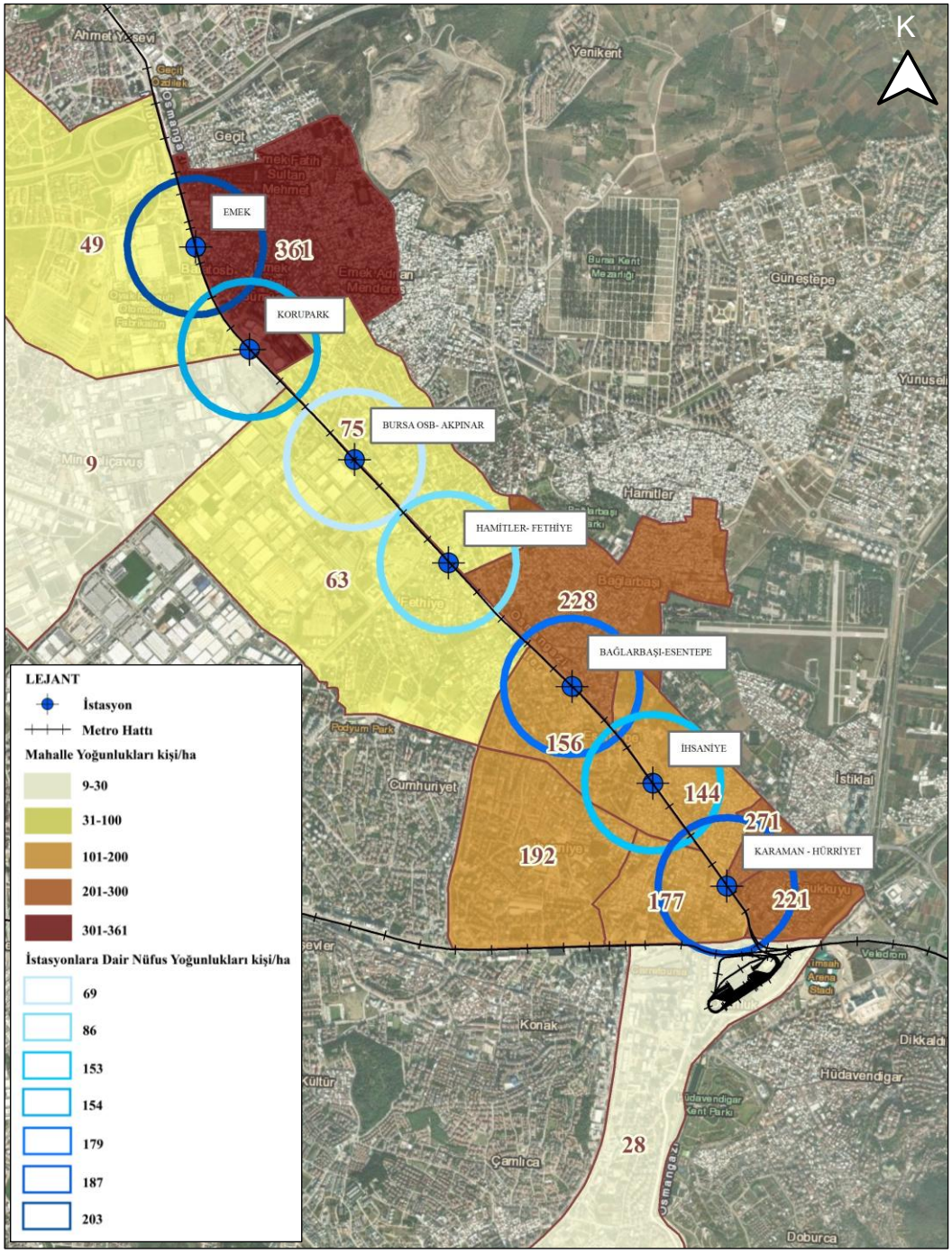
4.5.1.1 Nüfus Yoğunluğu

Nüfus yoğunluğu hesaplamalarında nüfus verileri TUİK'ten sağlanmış olup, mahalle bazında nüfus verileri kullanılmıştır. Nüfus yoğunlukları her istasyon alanı için, istasyonların dahil oldukları mahallelerin toplam alanları ve nüfuslarının çalışma alanına oranı bulunarak hesaplanmaktadır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 İstasyonlara dair nüfus yoğunluğu (kişi/ha)

	İstasyonlar	**Nüfus Yoğunluğu (kişi/ha)**
1	Karaman/Hürriyet	187
2	İhsaniye	153
3	Bağlarbaşı/Esentepe	179
4	Hamitler/Fethiye	86
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	69
6	Korupark	154
7	Emek	**203**

Şekil 4.11'de yer alan şekilde her mahallenin kendi nüfus yoğunlukları hiyerarşik olarak renklendirilmiş ve her mahallenin nüfus yoğunlukları yazılmıştır. Ardından her istasyon için 500 metre yarıçaplı alana dahil olan mahallelerin nüfus yoğunlukları istasyon özelinde dağılımlarına göre oranlanarak hesaplanmıştır. Nüfus yoğunluğu hesaplamasındaki sonuçlarda Emek istasyonunun en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11 İstasyonlara dair mahalle bazlı nüfus yoğunlukları (Yazar tarafından TÜİK, 2024 verileri ile GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

4.5.1.2 Ticaret Alanı Yoğunluğu

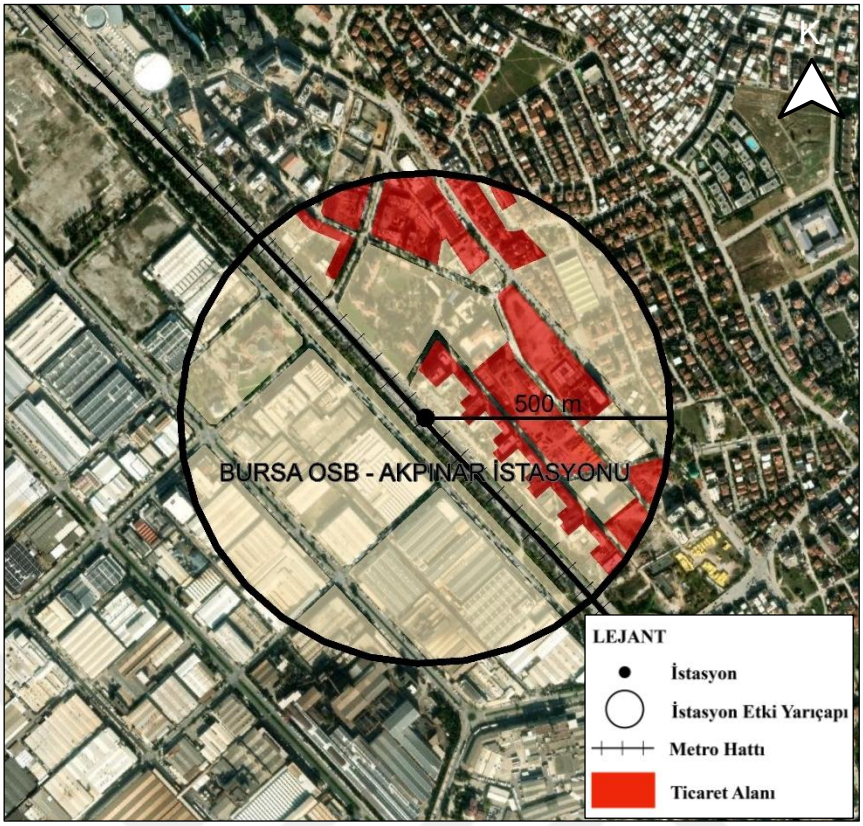
Ticaret alanı yoğunluk değeri arttıkça, birim alan içerisinde insan, istihdam ve ticaret alanı daha fazla yoğunlaşmaktadır. Bu da toplu taşıma kullanımını teşvik eden bir etkiye sahiptir.

Ticaret alanı yoğunluğu hesaplanırken, ticari kullanımda olan toplam alanın, incelenen bölgenin toplam alanına oranı alınarak hesaplanmaktadır. Ticaret alanlarının oranlanması bu araştırma kapsamında 'Ticaret Alanı Yoğunluğu' adı altında kabul edilmiştir. Bu hesaplamalar, iki boyutlu düzlemde alanların karşılaştırılabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ticari kullanımda olan alanlar içerisinde arazi kullanım verilerinden elde edilen ticaret alanı ve konut+ticaret alanı toplam alan büyüklükleri kullanılmıştır.

Tablo 4.4 Seçilen istasyonlara dair ticaret alanı yoğunluğu

	İstasyonlar	**Toplam Çalışma Alanı (m^2)**	**Ticaret Alanı (m^2)**	**Ticaret Alanı Yoğunluğu**
1	Karaman/Hürriyet	635.553,12	104.776,26	0,16
2	İhsaniye	665.851,73	107.783,24	0,16
3	Bağlarbaşı/Esentepe	641.083,55	97.311,90	0,15
4	Hamitler/Fethiye	602.161,13	64.552,71	0,11
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	622.309,95	133.301,28	**0,21**
6	Korupark	616.231,37	94.660,32	0,15
7	Emek	663.636,98	117.076,31	0,18

Sonuç tablosunda da görüldüğü üzere (Tablo 4.4) en yüksek ticaret alanı yoğunluğuna sahip istasyon Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar ve en düşük ticaret alanı yoğunluğuna sahip istasyon Hamitler/Fethiye istasyonudur. Şekil 4.12'de en yüksek ticaret alanı yoğunluğuna sahip istasyon yer almaktadır.



Şekil 4.12 Ticaret alanı yoğunluğu en yüksek çıkan istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

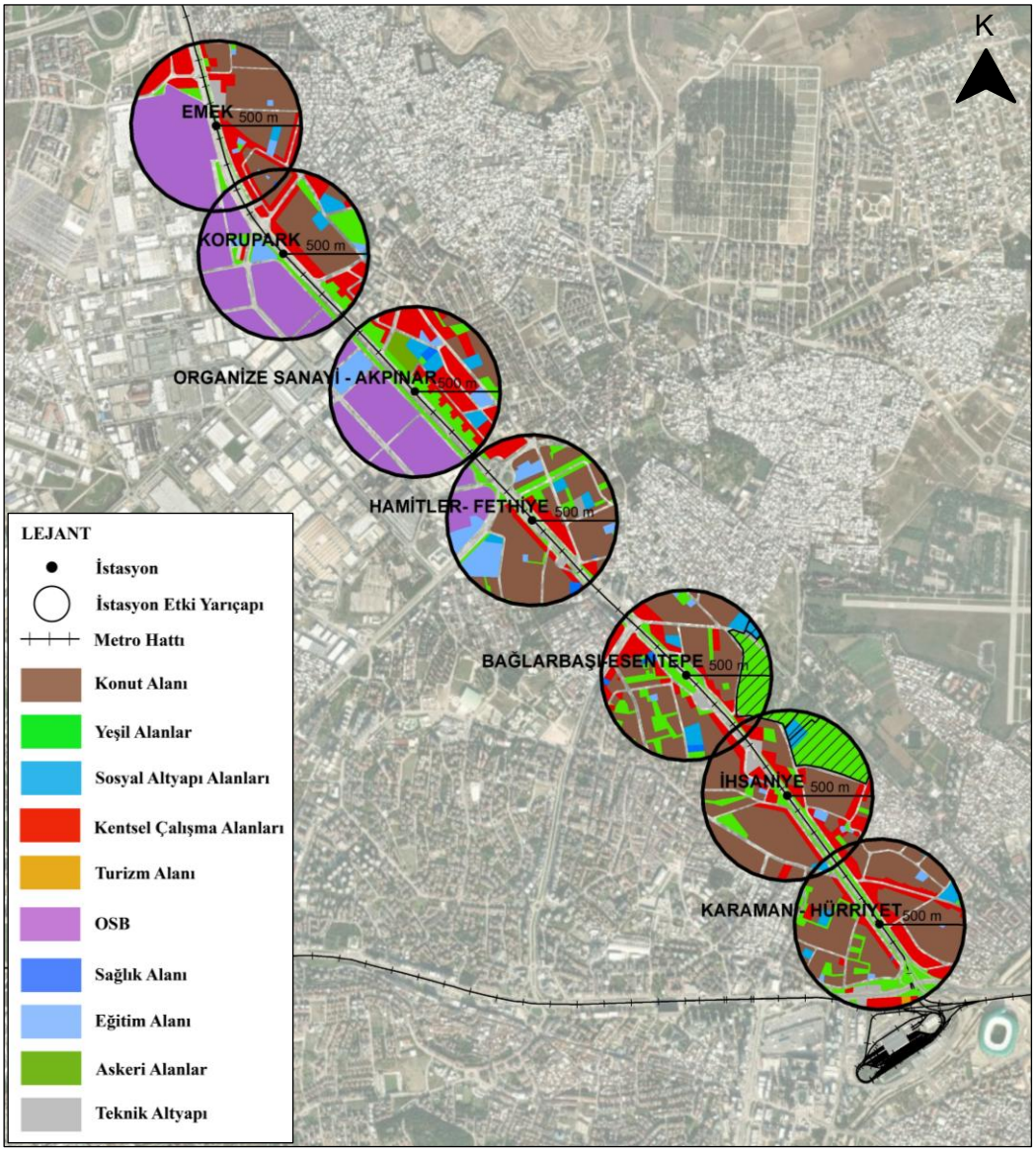
4.5.2 Çeşitlilik

Çeşitlilik kriteri altında incelenmek üzere arazi kullanım çeşitliliği parametresi seçilmiştir. Yüksek çeşitlilik, insanların daha uzun yolculuklar yapmasını engelleyerek, ihtiyaç duydukları şeylere daha yakın olmalarını sağlamaktadır (Khare vd., 2021).

4.5.2.1 Arazi Kullanım Çeşitliliği

Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından temin edilen 1/5.000 ölçekli Nazım İmar Planı Değişikliği ve 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı arazi kullanımı çalışmalarındaki veriler kullanılarak Netcad ortamında hazırlanan arazi kullanım verileri 8 ayrı başlık ve alt başlıklar şeklinde sınıflandırılmıştır. *Konut Alanı*, *Sosyal Altyapı Alanları* olarak ibadet alanı, sosyo-kültürel tesis alanı ve spor alanı; *Yeşil Alanlar* olarak ağalandırılacak alan, park alanları, pasif yeşil alan; *Kentsel Çalışma Alanları* olarak idari tesis alanı, KDKÇA (Konut Dışı Kentsel Çalışma Alanı), konut+ticaret, OSB, pazar alanı, ticaret alanı, turizm alanı; *Sağlık Alanı*, *Eğitim*

Alanı, *Teknik Altyapı* olarak akaryakıt alanı, otopark; *Sınırlı Müdahale Alanı* olarak da askeri alanlar belirlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Seçilen istasyonlara dair arazi kullanımı (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

Arazi kullanım çeşitliliği, belirli bir bölgede mevcut olan farklı arazi kullanımlarının çeşitliliği ve oranı ile ilgili bir performans ölçüsüdür (Zhao vd., 2018). Bu bağlamda, arazi kullanım çeşitliliğini ölçmek için 'Entropi Yöntemi' kullanılmıştır. Kullanılan Entropi Yöntemi için denklem Fard'ın (2013) çalışmasından uyarlanarak şu şekilde ifade edilmiştir:

$$LUd\ (i) = \frac{-\sum iQlui \times ln(Qlui)}{ln(n)} \quad (4.1)$$

$$\sum i\ Qlui\ \times ln(Qlui) = Qai\ x \ln(Qai) + Qbi\ x \ln(Qbi) + \ \ldots + Qni\ x \ln(Qni) \quad (4.2)$$

$$Qlui = \frac{Slui}{Si} \quad (4.3)$$

$LU_d\ (i)$= i istasyonundaki arazi kullanımına ait çeşitlilik değeri

Q_{lui} = i istasyon alanına dair belirli arazi kullanımına ait pay

Q_{ai}. Q_{bi} … Q_{ni} = a.b...n arazi kullanım sınıfları dahilinde bulunan belirli arazi kullanımına ait pay

n = istasyona dair arazi kullanım sınıfı sayısının toplamı

Slu_i = i istasyonuna dair belirli arazi kullanımı alanının toplamı

S_i = i istasyonuna dair çalışma alanının toplamı

Hesaplamaların sonucunda daha yüksek entropi değerinin çıkması, daha yüksek arazi kullanım çeşitliliği ve sonuç olarak daha yüksek TOD Endeksi seviyeleri anlamına gelmektedir. Bu bağlamda (4.1) formülüne ulaşabilmek adına (4.2) ve (4.3) formüllerinin sırası ile her istasyon için hesaplanması sonucu en yüksek arazi kullanım çeşitliliğine sahip istasyonun Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonu olduğu görülmektedir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 İstasyonlara dair arazi kullanım çeşitlilik değeri

	İstasyonlar	**Arazi Kullanım Çeşitlilik Değeri**
1	Karaman/Hürriyet	0,51
2	İhsaniye	0,59
3	Bağlarbaşı/Esentepe	0,56
4	Hamitler/Fethiye	0,65

Tablo 4.5 İstasyonlara dair arazi kullanım çeşitlilik değeri (devamı)

5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	**0,73**
6	Korupark	0,63
7	Emek	0,58

Bu bağlamda formüllerin nasıl uygulandığına ait örnek olarak, Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonu için (4.2) ve (4.3) formüllerinin hesaplarına dair tablo yer almaktadır (Tablo 4.6).

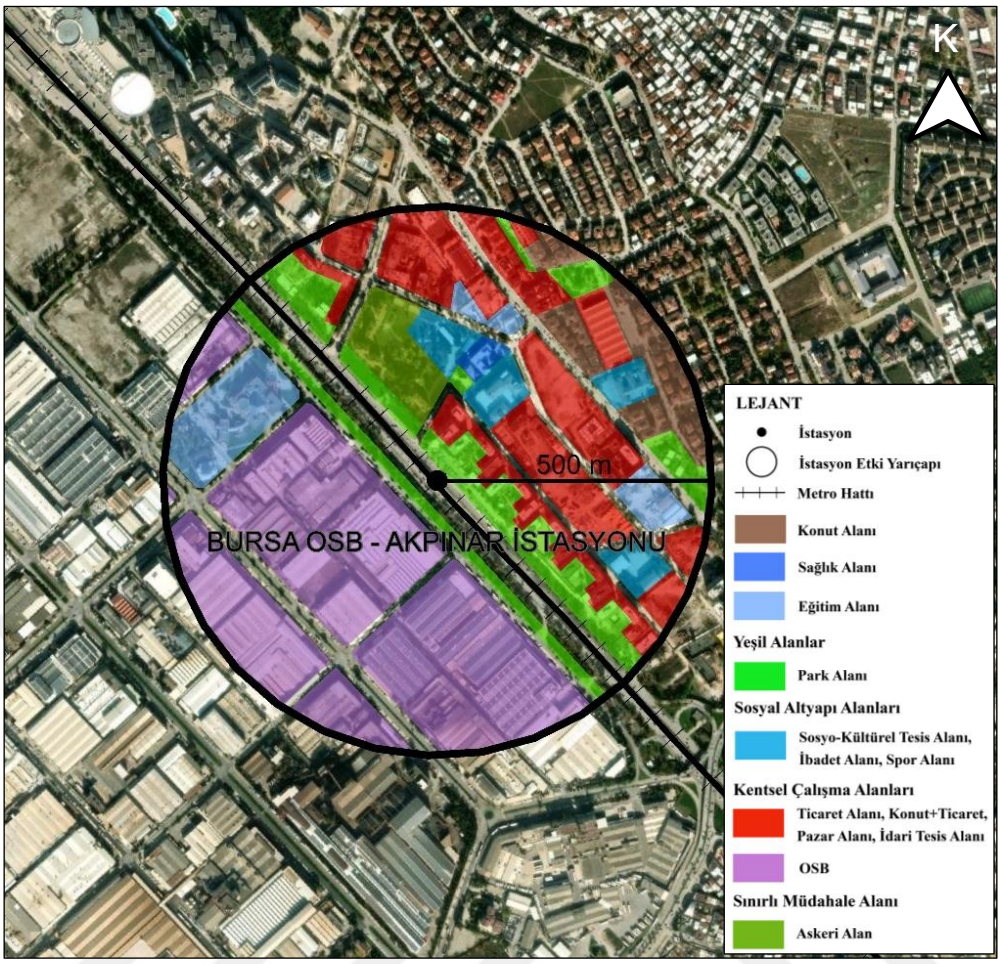
Tablo 4.6 Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonuna dair arazi kullanım çeşitliliğinin hesaplanması

İstasyondaki Toplam Arazi Kullanım Sınıfı Sayısı (n)	**Arazi Kullanım Sınıfları**	**Alan (m^2)**	**Qlui=Slui/Si**	**ln(Qlui)**	**Qlui*ln(Qlui)**
1	Konut Alanı	41.614,98	0,07	-2,70	-0,18
2	İbadet Alanı	2.447,00	0,00	-5,54	-0,02
3	Sosyo-Kültürel Tesis Alanı	6.130,29	0,01	-4,62	-0,05
4	Spor Alanı	2.918,79	0,00	-5,36	-0,03
5	Park Alanı	85.960,16	0,14	-1,98	-0,27
6	İdari Tesis Alanı	33.896,58	0,05	-2,91	-0,16
7	Konut+Ticaret	108.007,78	0,17	-1,75	-0,30

Tablo 4.6 Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonuna dair arazi kullanım çeşitliliğinin hesaplanması (devamı)

8	OSB	248.798,59	0,40	-0,92	-0,37
9	Pazar Alanı	7.868,88	0,01	-4,37	-0,06
10	Ticaret Alanı	25.293,50	0,04	-3,20	-0,13
11	Askeri Alan	23.052,69	0,04	-3,30	-0,12
12	Sağlık Alanı	4.227,84	0,01	-4,99	-0,03
13	Eğitim Alanı	32.092,87	0,05	-2,96	-0,15
TOPLAM	-	622.309,95	1,00	-	**-1,87**

(4.2) ve (4.3) formüllerinin tablodaki gibi uygulanması ile sonuç (-1,87) hesaplanmıştır. (4.1) formülünün uygulanması ise, istasyon alanındaki belirli arazi kullanımlarının payının toplamının eksi değeri, bu istasyon için arazi kullanım sınıfı sayısı olan 13 özelinde, ln13 değeri sonucu elde edilen 2,56'ya bölünmüştür. Bu işlem sonucunda Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonu için arazi kullanım çeşitlilik değeri 0,73 olarak (- (-1,87) / (ln13) = 0,73) hesaplanmıştır. Aşağıdaki şekilde Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonunun arazi kullanım çeşitliliğini gösteren şekil yer almaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Arazi kullanım çeşitliliği en yüksek çıkan istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

4.5.3 Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği

Tasarım ve hedef erişilebilirliği kriteri bağlamında; karmalık oranı, yeşil alan yoğunluğu ve yaya yürüme mesafesi parametreleri belirlenmiştir.

4.5.3.1 Karmalık Oranı (Mixed-ness Index)

TOD yaklaşımında farklı arazi kullanım türlerinin bir arada ve yürünebilir mesafelerde bulunması, insanların günlük hareketliliğini artırmak açısından önemlidir. Konut alanlarının diğer kullanımlar (ticaret, ofis vb.) ile uygun şekilde karıştırılması, insanları yürüyüş ve bisiklet kullanımına teşvik etmektedir (Cervero, 1997).

Karmalık oranının ölçülmesindeki amaç, istasyonların erişilebilirlik seviyesinin belirlenmesi ve insanların günlük yaşamlarında evlerinden çıkıp işlerine yürüyerek veya bisiklete binerek gidip gidemeyeceğini ortaya koymaktadır.

Bu kapsamda, arazi kullanım çeşitliliğinin ölçümü için 'Karmalık Endeksi' formülü kullanılmıştır. Bu formül, Zhang ve Guindon'dan (2006) uyarlanmış olup, konut kullanımının diğer kullanımlarla ne ölçüde karışık olduğunu göstermektedir.

$$MI\ (i)\ =\ \sum ni\ Sc\ /\ \sum ni\ (Sc\ +\ Sr) \qquad (4.4)$$

MI: i istasyonuna ait karmalık oranı değeri

S_c*:* i istasyonundaki toplam konut dışı arazi kullanım alanı

S_r*:* i istasyonundaki konut alanının toplamı

Formülde yer alan MI değeri 0 ile 1 arasında değişkenlik göstermektedir ve 0,5 değeri arazi kullanımlarının dengeli karma kullanımını göstermektedir (Zhang ve Guindon, 2006). Özetle 0,5 değeri konut alanları diğer kullanımlarla eşit oranda dağıldığını göstermektedir. Hesaplanan karmalık oranı değeri 1'e yaklaştıkça, alandaki motorlu taşıt trafiğinin baskın olduğu görülmektedir. Değer 0'a yaklaştığında ise, yaya ve bisikletli ulaşım için elverişli koşulların oluşturulduğu anlaşılmaktadır.

Aşağıdaki tabloda (4.4) formülünün her istasyon özelinde uygulanması sonucu yer almaktadır (Tablo 4.7). Tablodan elde edilen sonuçlara bakıldığında karmalık oranı en yüksek olan istasyon Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar istasyonu, en düşük karmalık oranına sahip istasyon ise Karaman/Hürriyet istasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 4.15).

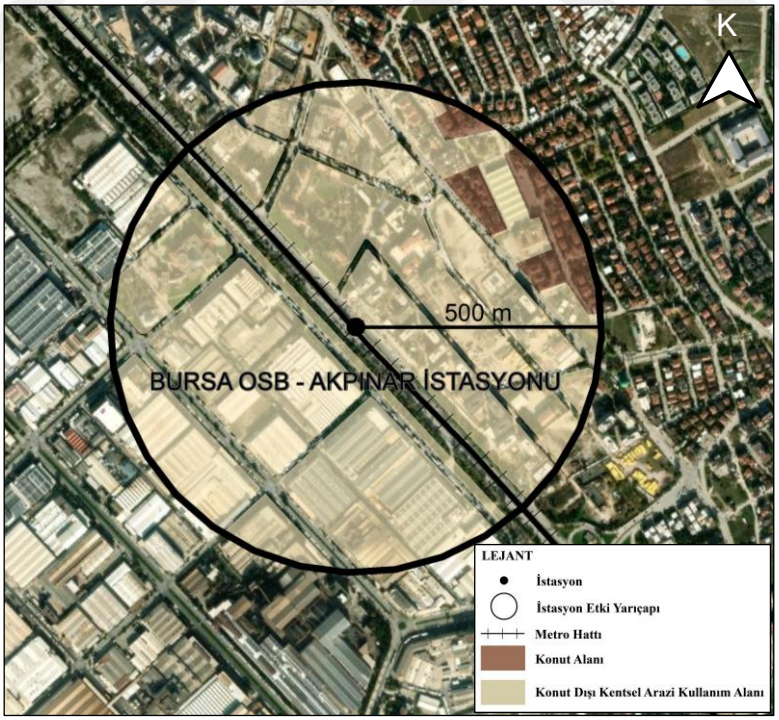
Yukarıda da bahsedildiği üzere karmalık oranının 1 değerine yaklaşması alandaki taşıt trafiğinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bu kapsamda Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar istasyonunun karmalık oranının en yüksek çıkması, o bölgede bulunan Organize Sanayi Bölgesi Alanı sebebiyle taşıt trafiğinin ve erişilebilirliğinin gerçekten yüksek olduğunu göstererek hesaplama sonuçlarının doğruluğunu ortaya koymaktadır.

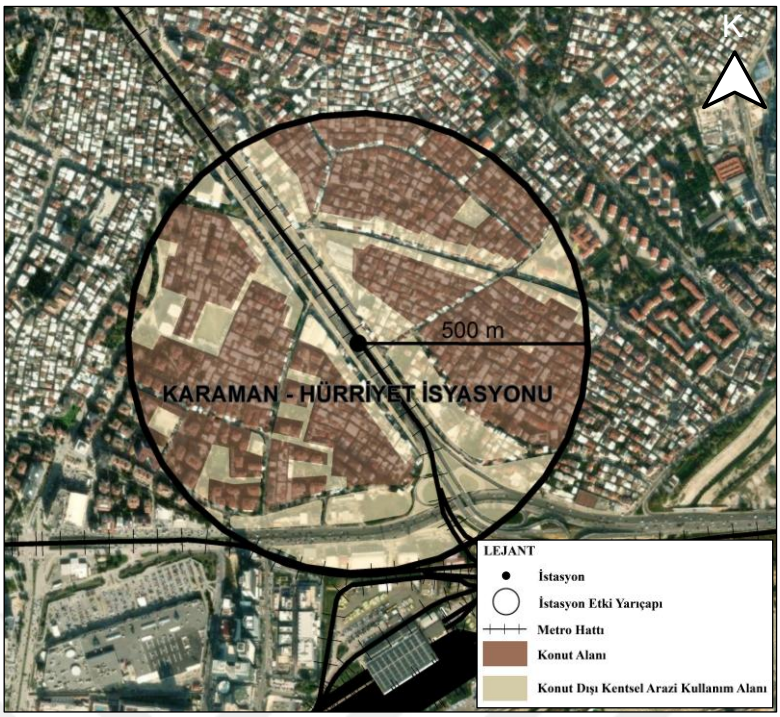
Tablo 4.7 İstasyonlara dair karmalık oranları

	İstasyonlar	**Konut Alanı (m^2) (Sr)**	**Konut Dışı Arazi Kullanım Alanı (m^2) (Sc)**	**Karmalık Oranı (Mixed-ness Index) (M1)**

Tablo 4.7 İstasyonlara dair karmalık oranları (devamı)

1	Karaman/Hürriyet	394.703,46	240.849,66	**0,38**
2	İhsaniye	344.026,03	321.825,70	0,48
3	Bağlarbaşı/Esentepe	327.572,23	313.511,32	0,49
4	Hamitler/Fethiye	313.588,27	288.572,86	0,48
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	41.614,98	580.694,97	**0,93**
6	Korupark	138.477,14	477.754,23	0,78
7	Emek	228.653,99	434.982,99	0,66





Şekil 4.15 Karmalık oranı en yüksek (Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar istasyonu) ve en düşük (Karaman/Hürriyet istasyonu) olan istasyonlar (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

4.5.3.2 Yeşil Alan Yoğunluğu

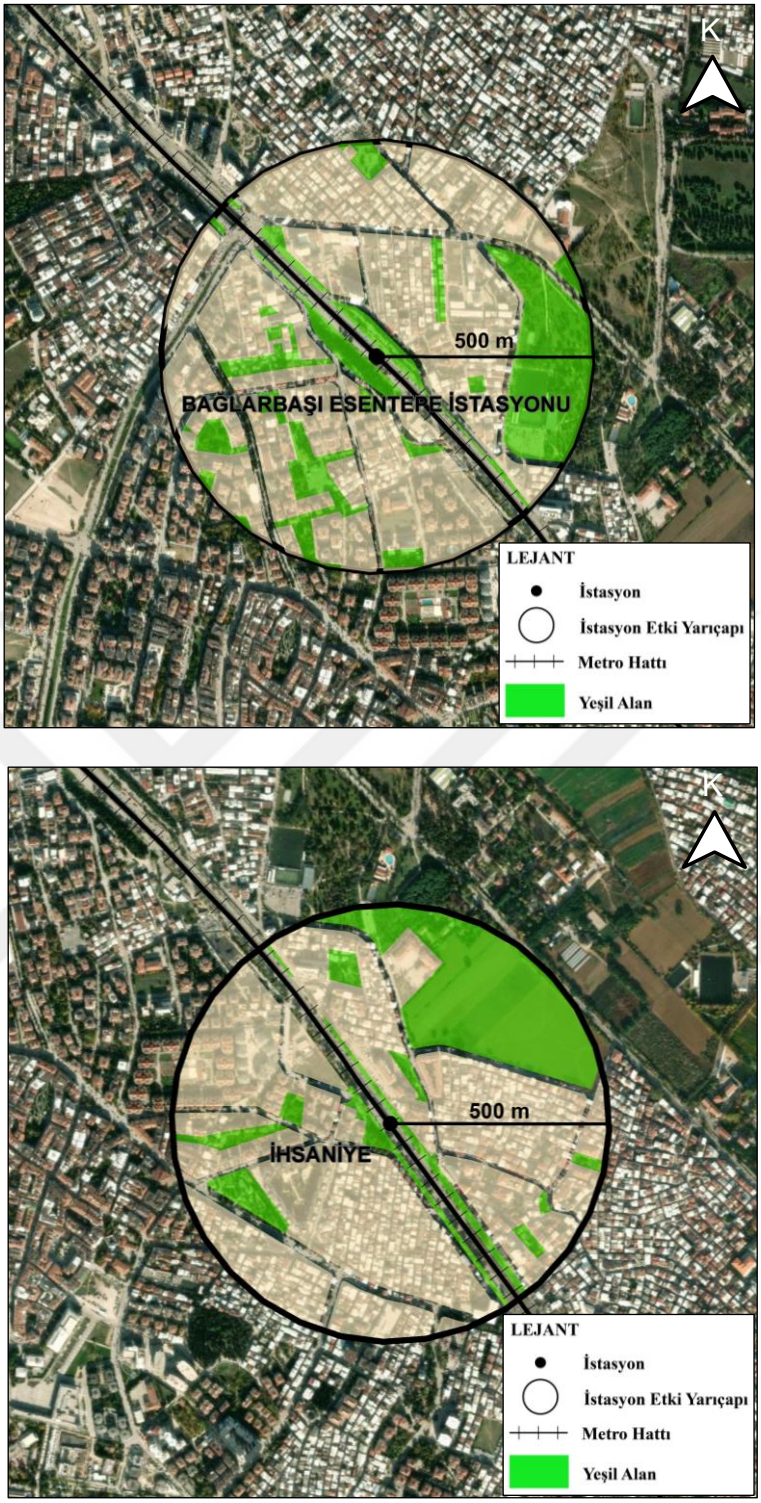
Kentsel yeşil alanlar, şehir yaşamının sürdürülebilirliğini artıran, ekolojik dengeyi koruyan ve insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratan unsurlar arasında yer almaktadır. Bu alanlar, yalnızca çevresel faydalar sağlamakla kalmamaktadır, aynı zamanda bireylerin fiziksel ve zihinsel sağlığını destekleyerek yaşam kalitesini yükseltmektedir. Bunun yanı sıra, kentsel yeşil alanların varlığı, yaya hareketliliğini artıran ve şehir içi ulaşım tercihlerini etkileyen bir faktör olarak da öne çıkmaktadır. Yeşil alanlar, yürüyüş ve bisiklet yolları gibi ulaşımı destekleyen unsurlar ile bir araya geldiğinde, bireylerin daha fazla yürüyerek seyahat etmelerini teşvik eder, böylece ulaşım sisteminde özel araç kullanımının azaltılmasına katkıda bulunur.

Bu kapsamda, kentsel yeşil alanların yoğunluğu hesaplanırken, çalışma kapsamında hazırlanan arazi kullanım sınıflarından biri olan ‘Yeşil Alanlar’ kategorisi temel alınmıştır. Yeşil alan kullanımı fonksiyonunu yerine getiren farklı bileşenler değerlendirilmiştir. Bu kategorinin içinde, ağalandırılacak alanlar, park alanları ve pasif yeşil alanlar yer almaktadır.

Yeşil alan yoğunluğu analizinde hesapları yapılan ağaçlandırılacak alanlar, park alanları ve pasif yeşil alanların toplamı her istasyon alanı özelinde, istasyon alanının toplamına bölündüğünde en yüksek yeşil alan yoğunluğu, Bağlarbaşı/Esentepe ve İhsaniye istasyonları olarak hesaplanmıştır. Bu istasyonlar için yeşil alan yoğunluğu değeri 0,26 olarak bulunmuştur (Tablo 4.8) (Şekil 4.16).

Tablo 4.8 İstasyonlara dair yeşil alan yoğunlukları

	İstasyonlar	**Toplam Çalışma Alanı (m^2)**	**Toplam Yeşil Alan (m^2)**	**Yeşil Alan Yoğunluğu**
1	Karaman/Hürriyet	635.553,12	82.537,79	0,13
2	İhsaniye	665.851,73	174.813,09	**0,26**
3	Bağlarbaşı/Esentepe	641.083,55	167.670,76	**0,26**
4	Hamitler/Fethiye	602.161,13	63.300,72	0,11
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	622.309,95	85.960,16	0,14
6	Korupark	616.231,37	66.382,80	0,11
7	Emek	663.636,98	19.243,15	0,03



Şekil 4.16 Yeşil alan yoğunluğu en yüksek çıkan iki istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

4.5.3.3 Yaya Yürüme Mesafesi

Handy ve Mokhtarian (2005) insanların daha yürünebilir topluluklarda yaşadıklarında yürüme eğilimlerinin arttığını ve bu yürüyüşlerin bir kısmının otomobil kullanımının yerini aldığını ortaya koymuştur.

Araştırmanın bu bölümünde yayaların istasyon alanı ve çevresinde yürüyebileceği alanları belirlemek adına, Yaya Yakalama Alanları, diğer bir adıyla 'PCA' (pedestrian catchment areas) temel alınarak ArcGIS programında Network Analizi modülünde istasyon bazında ölçüm yapılmıştır. PCA, bir tren istasyonundan belirli bir yürüme süresi içinde erişilebilen yaya alanlarını ifade etmektedir. (Schlossberg & Brown, 2004). Çalışmada yaya yolundaki yürünebilir alanları belirleme yöntemi Schlossberg ve Brown'un (2004) çalışmalarından uyarlanmıştır.

Bu araştırmada PCA ölçümleri, 500 metrelik bir yürüme mesafesi temel alınarak hesaplanmıştır. Bu mesafe, ortalama 3 km/saat yürüme hızıyla yaklaşık 10 dakikalık bir yürüme süresine karşılık gelmektedir. Söz konusu 3 km/saatlik hız, kavşaklarda bekleme sürelerini de içerecek şekilde ITDP'nin (2017) belirlemiş olduğu TOD Standardı'nda önerilen yaya hızıdır. Bu araştırma için yaya hızı ITDP'nin (2017) belirlemiş olduğu 3 km/saat olarak baz alınmıştır. Ayrıca yaya hızının 3 km/saat seçilmesinin bir diğer nedeni de çalışma alanının yoğun bir nüfusa sahip olması sebebi ile kavşakların, trafik ışıklarının fazla olmasının yaya hızını yavaşlatan bir durum olarak karşımıza çıkmasıdır.

PCA değeri 0 ile 1 arasında değişkenlik göstermektedir ve 1 değeri en yüksek yaya erişim alanını temsil eder. Bu değer 0'a yaklaştıkça yaya yürünebilirliğinin düşük olduğu anlaşılmaktadır. Aşağıdaki tabloda her istasyon alanı için hesaplanan yaya yürüme mesafesi oranı yer almaktadır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9 İstasyonlara dair yaya yürüme mesafesi oranları

	İstasyonlar	**Toplam Çalışma Alanı (m^2)**	**Yaya Yakalama Alanı (PCA)**	**Yaya Yürüme Mesafesi Oranı**
1	Karaman/Hürriyet	635.553,12	464.486,51	**0,73**

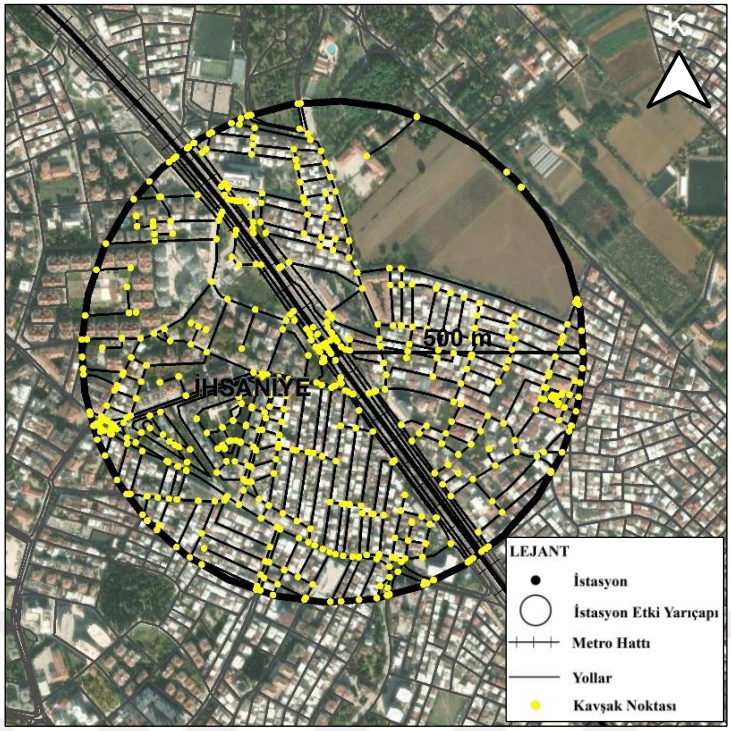
Tablo 4.9 İstasyonlara dair yaya yürüme mesafesi oranları (devamı)

2	İhsaniye	665.851,73	486.590,19	**0,73**
3	Bağlarbaşı/Esentepe	641.083,55	359.221,79	0,56
4	Hamitler/Fethiye	602.161,13	369.996,56	0,61
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	622.309,95	287.221,69	0,46
6	Korupark	616.231,37	206.760,81	0,34
7	Emek	663.636,98	313.436,60	0,47

Tablo 4.9'daki sonuçlara bakıldığında yaya yürüme mesafesi oranının Karaman/Hürriyet ve İhsaniye istasyonlarında en yüksek, Korupark istasyonunda ise en düşük olduğu görülmektedir.

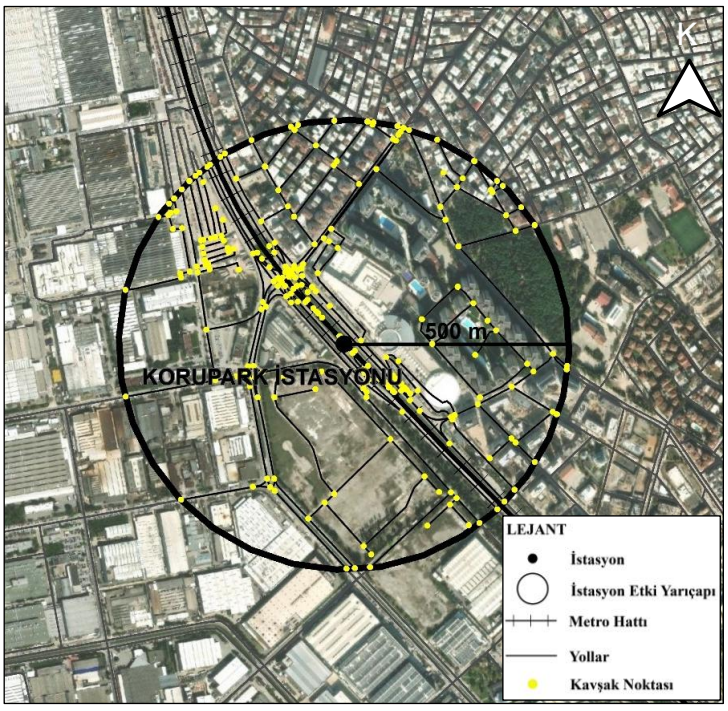
Ağ Analizleri yapılırken ilk adım OSM'den temin edilen yol verisinin yayaların erişebildiği son nokta olan kavşak ve düğüm noktalarının belirlenmesi ile oluşturulmaktadır. Kavşaklar, rotaları kısıtlayan ve kısaltan bir yardımcı eleman oldukları için yürümeyi ve bisiklete binmeyi kolaylaştırmaktadır. Kavşaklar ne kadar yoğunsa yürünebilirlik de o kadar yüksektir (Ewing & Cervero, 2010). Bu nedenle, yayalar rotalarını belirlerken gidecekleri süreyi kısaltma seçeneklerini dikkate aldıkları için bisiklete binme olasılığı da artmaktadır (Schlossberg & Brown, 2004).

Aşağıda yaya yürüme mesafesi oranı en yüksek istasyon olarak belirlenen İhsaniye istasyonuna dair Ağ Analizi işlemi yapılmadan önce hazırlanan kavşak noktalarını gösterir şekil yer almaktadır (Şekil 4.17).



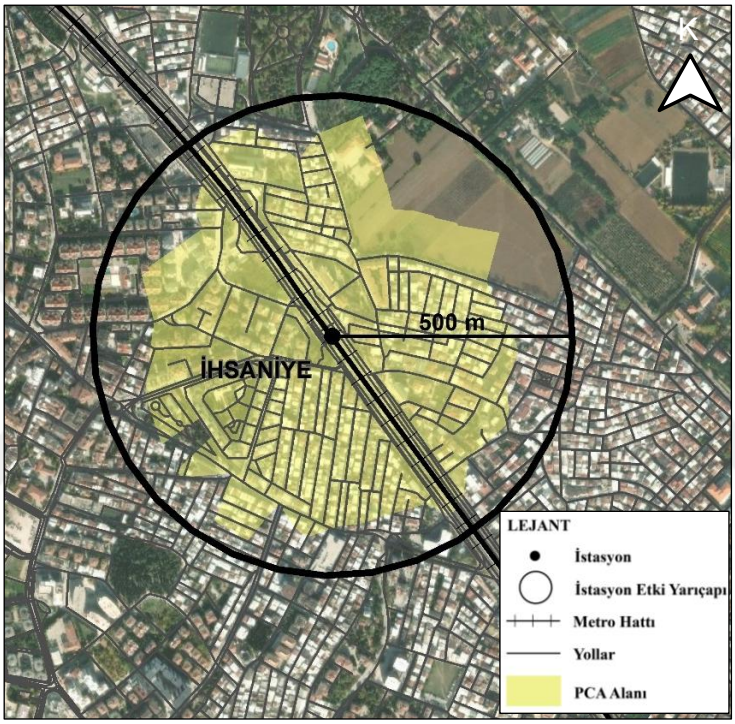
Şekil 4.17 İhsaniye istasyonuna dair kavşak noktaları (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

Şekil 4.18 de ise en düşük yaya yürüme mesafesi oranına sahip Korupark istasyonuna dair kavşak noktaları yer almaktadır. Iki istasyon arasında bir karşılaştırma yapılacak olursa, kavşak noktaları ne kadar fazla ise yürünebilirlik o kadar yüksek olur sonucu kanıtlanmaktadır.

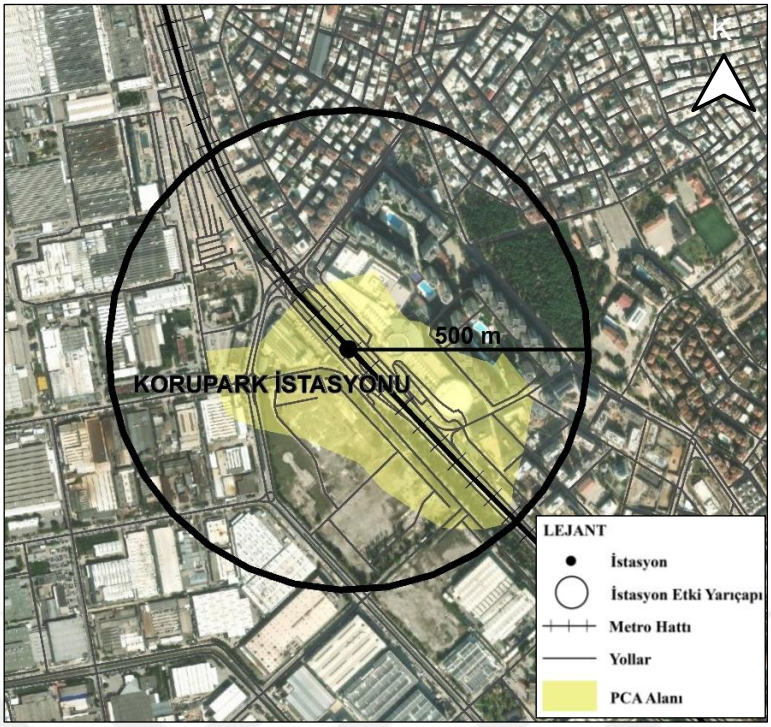


Şekil 4.18 Korupark istasyonuna dair kavşak noktaları (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

Her istasyon alanı özelinde hesaplamalar, Yaya Yakalama Alanı'nın (PCA) m^2 cinsinden alanının, toplam çalışma alanına oranı ile yapılmıştır. Yukarıda da bahsedildiği gibi PCA değeri 0 ile 1 arasında değişkenlik göstermektedir. Analiz sonuçlarına bakıldığında PCA alanı fazla olduğu için 0,73 oran ile İhsaniye istasyonu en yüksek, 0,34 oran ile Korupark istasyonu en düşük yaya yürüme mesafesi oranına sahiptir (Şekil 4.19) (Şekil 4.20).



Şekil 4.19 İhsaniye istasyonuna dair PCA alanı (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)



Şekil 4.20 Korupark istasyonuna dair PCA alanı (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

4.5.4 Toplu Taşıma Mesafesi

Toplu taşıma mesafesi kriteri altında incelenmek üzere, durak yoğunluğu parametresine dair analiz yapılmıştır. Burada bahsedilen durak yoğunluğu 500 metre yarıçaplı alan içerisinde yer alan otobüs duraklarının sayısının yoğunluğunu ifade etmektedir.

4.5.4.1 Durak Yoğunluğu

Raylı sistemlere erişilebilirlik, yalnızca yaya erişimini değil, diğer toplu taşıma modlarıyla olan entegrasyonu da kapsamaktadır. Diğer toplu taşıma modlarının sayısının fazla olması ve istasyonlara yakın bir şekilde stratejik olarak konumlandırılmış olması önemlidir. Bu bağlamda, istasyonların etki alanı içindeki otobüs duraklarının sayısı, erişilebilirlik açısından önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

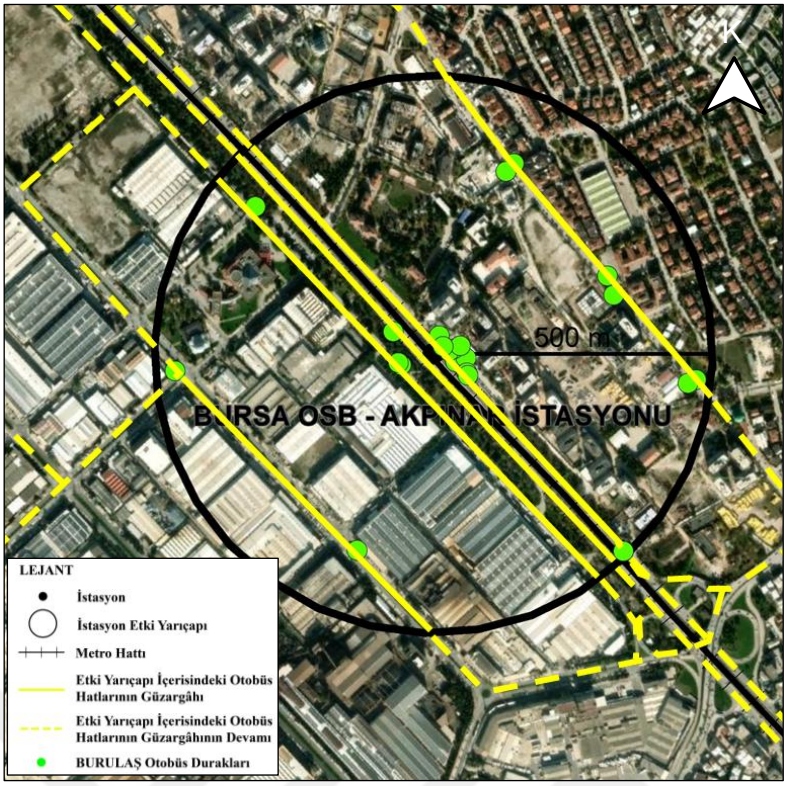
Bu parametredeki analiz kapsamında, her istasyonun 500 metre yarıçaplı etki alanı içindeki BURULAŞ otobüs duraklarının yoğunluğu belirlenmiştir. Hesaplama yöntemi olarak, her istasyon alanındaki durak sayısı, çalışma alanı dahilindeki toplam BURULAŞ durak sayısına (110) oranlanarak durak yoğunlukları ölçümü

gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.10). Bu analiz, raylı sistemlerin diğer toplu taşıma seçenekleriyle olan entegrasyon seviyesini değerlendirmek ve erişilebilirlik açısından daha kapsamlı sonuçlar elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Durak yoğunluğu hesaplamaları sonucunda Bursa Organize Sanayi/Akpınar istasyonunun BURULAŞ durak yoğunluğunun en yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu istasyon çevresinde yer alan BURULAŞ otobüs hatlarının güzergâhları işaretlenmiştir. Toplamda 26 hat bulunmaktadır. Hatlar genellikle Sanayi Caddesi üzerinden geçmektedir. 22 durak içerisinde duraklarda uğrayan otobüs hatlarının sayıları değişkenlik göstermektedir (Şekil 4.21).

Tablo 4.10 İstasyonlara dair durak yoğunlukları

	İstasyonlar	**BURULAŞ Durak Sayısı**	**BURULAŞ Durak Yoğunluğu**
1	Karaman/Hürriyet	8	0,07
2	İhsaniye	21	0,19
3	Bağlarbaşı/Esentepe	21	0,19
4	Hamitler/Fethiye	14	0,13
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	22	**0,20**
6	Korupark	17	0,15
7	Emek	7	0,06
	Toplam	110	1,00



Şekil 4.21 Durak yoğunluğu en yüksek çıkan istasyon (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

4.6 Parametrelerin Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

Parametrelere ağırlık değerleri ataması işlemi AHS yönteminin açıklandığı bölümde de belirtildiği üzere öznel, nesnel ve entegre olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Öznel ağırlıklandırma, uzmanların bilgi ve deneyimlerine dayanan AHS yönteminde en sık kullanılan yöntemdir. Nesnel ağırlıklandırmada kriter ağırlıkları tamamen matematiksel hesaplamalara belirlenir ve karar vericilerin müdahalesi yer almaz. Entegre ağırlıklandırma yönteminde ise hem öznel hem de nesnel yöntemlerin kombinasyonu ile dengeli bir ağırlıklandırma süreci oluşturulur. (Odu, 2019).

Bu araştırma kapsamında uzman görüşlerinin bilgi ve deneyimlerinden oluşan anket çalışması yapılmamıştır, çalışma entegre ağırlıklandırma yöntemine dayanmaktadır. Araştırmanın 3. bölümünde incelenen örneklerde parametrelere verilen ağırlık değerlerine dair bir tablo hazırlanmıştır (Tablo 4.11). Bu tabloda araştırma kapsamında incelenen 3 örnek çalışmanın ağırlık değerleri yazmaktadır.

Tablo 4.11 Çalışma kapsamında incelenen örneklerin parametre ağırlık değerleri

Kriterler	Parametreler	The Arnhem-Nijmegen	Jakarta	Bhopal
Yoğunluk	Nüfus Yoğunluğu	0,67	0,48	0,67
	Ticaret Alanı Yoğunluğu	0,33	0,32	0,33
Çeşitlilik	Arazi Kullanım Çeşitliliği	0,03	0,22	0,23
Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği	Karmalık Oranı	0,1	-	0,23
	Yeşil Alan Yoğunluğu	-	0,09	-
	Yaya Yürüme Mesafesi	0,3	-	0,13
Toplu Taşıma Mesafesi	Durak Yoğunluğu	0,1	-	0,29

Araştırmanın bu aşamasında her parametrenin ağırlık değerlerinin hesaplanması ve normalleştirilmesi işleminde kolaylık olması adına parametrelere kodlar verilmiştir. Aşağıdaki tabloda kod sütunu altında her parametre için belirlenen kod isimleri yer almaktadır (Tablo 4.12).

Tablo 4.12 Parametrelere verilen kod isimleri

KRİTERLER	PARAMETRELER	KOD
Yoğunluk	Nüfus Yoğunluğu	YGN_1
	Ticaret Alanı Yoğunluğu	YGN_2

Tablo 4.12 Parametrelere verilen kod isimleri (devamı)

Çeşitlilik	Arazi Kullanım Çeşitliliği	CST_1
Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği	Karmalık Oranı	TSR_1
	Yeşil Alan Yoğunluğu	TSR_2
	Yaya Yürüme Mesafesi	TSR_3
Toplu Taşıma Mesafesi	Durak Yoğunluğu	TPM_1

Bu araştırmada incelenen örnek çalışmalarda araştırma kapsamı dışında yer alan farklı parametrelerin ağırlık değerlerine yer verilmemiş, yalnızca araştırma çerçevesinde yer alan parametrelerin ağırlık değerleri yazılmıştır. İncelenen çalışmalarda yer almayan ağırlık değerleri araştırma kapsamında belirlenen parametreler doğrultusunda önem sırası göz önünde bulundurularak oranlama yapılmıştır. Tablo 4.13'te her çalışma için yazan ağırlık değerlerinin ortalamasının hesaplanmış hali yer almaktadır. Hesaplanan ortalama değerler, çalışma kapsamında belirlenen kriter ve parametreler için temel ağırlık değerleri olarak benimsenmiştir.

Tablo 4.13 Çalışma kapsamında belirlenen TOD kriter ve parametrelerine dair ağırlık değerleri

Kriterler	**Kriter Ağırlık Değeri**	**Parametreler**	**ParametreAğırlık Değeri**	**Kod**
Yoğunluk	0,35	Nüfus Yoğunluğu	0,66	YGN_1
		Ticaret Alanı Yoğunluğu	0,34	YGN_2

Tablo 4.13 Çalışma kapsamında belirlenen TOD kriter ve parametrelerine dair ağırlık değerleri (devamı)

Çeşitlilik	0,2	Arazi Kullanım Çeşitliliği	1	CST_1
Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği	0,26	Karmalık Oranı	0,4	TSR_1
		Yeşil Alan Yoğunluğu	0,18	TSR_2
		Yaya Yürüme Mesafesi	0,42	TSR_3
Toplu Taşıma Mesafesi	0,19	Durak Yoğunluğu	1	TPM_1

4.7 Belirlenen Parametre Değerlerinin Normalizasyon İşlemi

Araştırma kapsamında belirlenen kriterler ve parametreler farklı yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Bu sebeple her parametre özelinde yapılan hesaplama sonuçlarının normalize edilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada, maksimum-minimum yöntemi kullanılarak normalizasyon işlemi yapılmıştır. Maksimum-minimum yöntemi ile veri normalizasyonu yapılırken, her parametrenin minimum değeri 0, maksimum değeri ise 1 olacak şekilde ölçeklendirilir. Bu yöntem, farklı ölçekteki verileri karşılaştırılabilir hale getirerek analiz süreçlerinin güvenilirliğini artırır (Singh vd., 2014).

Parametreler hesaplanırken hem alansal hem de istatistiksel verilerden yararlanıldığı için değerlerin aynı yöntemler kullanılarak işleme alınması adına elde edilen değerler maksimum-minimum yöntemi kullanılarak normalize edilmiştir (Tablo 4.14).

Aşağıda (4.5) formülünde maksimum-minimum yönteminin formül hali yer almaktadır.

$$ri = \frac{xi \; - \; \min xi}{\max xi - \min xi} \tag{4.5}$$

r_i: normalize edilen değer

min x_i: mininmum parametre değeri

max x_i: maksimum parametre değeri

Tablo 4.14 Normalizasyon işlemi uygulanan parametre değerleri

Kriterler		**Yoğunluk**		**Çeşitlilik**	**Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği**			**Toplu Taşıma Mesafesi**
İstasyonlar/Parametre Kodları		**YGN_1**	**YGN_2**	**CST_1**	**TSR_1**	**TSR_2**	**TSR_3**	**TPM_1**
1	Karaman/Hürriyet	0,88	0,54	0,00	0,00	0,43	1,00	0,07
2	İhsaniye	0,63	0,51	0,36	0,18	1,00	1,00	0,93
3	Bağlarbaşı/Esentepe	0,82	0,42	0,23	0,20	1,00	0,57	0,93
4	Hamitler/Fethiye	0,13	0,00	0,64	0,18	0,33	0,71	0,47
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	0,00	1,00	1,00	1,00	0,47	0,32	1,00
6	Korupark	0,63	0,43	0,55	0,73	0,34	0,00	0,67
7	Emek	1,00	0,65	0,32	0,51	0,00	0,35	0,93

4.8 TOD Endeks Değerlerinin Hesaplanması

Parametrelerin normalize edilmesi işleminden sonra her istasyon için TOD Endeksinin hesaplanması adına (4.6) formülü kullanılmıştır. Bu formül Anane ve diğerleri (2012) tarafından hazırlanan çalışmalardan uyarlanmıştır.

$$Ri = \Sigma((\Sigma Wk.rik).Wkr) \quad (4.6)$$

R_i: i istasyonuna dair TOD Endeksi

W_k: kod (parametre) ağırlık değeri

W_{kr}: kriter ağırlık değeri

r_{ik}: k parametresi için hesaplanan normalize değer

Tablo 4.15 Belirlenen kriterlere dair TOD Endeksleri

İstasyonlar		**Yoğunluk**	**Çeşitlilik**	**Tasarım ve Hedef Erişilebilirliği**	**Toplu Taşıma Mesafesi**	**Tod Endeksi**
1	Karaman/Hürriyet	0,27	0,00	0,15	0,01	0,43
2	İhsaniye	0,21	0,07	0,22	0,18	**0,68**
3	Bağlarbaşı/Esentepe	0,24	0,05	0,18	0,18	0,64
4	Hamitler/Fethiye	0,03	0,13	0,12	0,09	0,37
5	Bursa Organize Sanayi Bölgesi/Akpınar	0,12	0,20	0,13	0,19	0,64
6	Korupark	0,20	0,11	0,07	0,13	0,50
7	Emek	0,31	0,06	0,06	0,18	0,61

Parametreler TOD Endeksi ile doğru orantılı bir ilişkiye sahiptir, böylece parametrenin daha yüksek bir değere sahip olması TOD Endeksi değerine olumlu katkıda bulunmaktadır. Özetle formül sonucunda elde edilen TOD Endeks değeri 1'e yaklaştıkça, bu alan TOD kriterleri açısından uygun olduğu anlamı taşımaktadır.

Tablo 4.15'te TOD Endeks değerlerinin her istasyon için hesaplanabilmesi adına (4.6) formülünün uygulanması sonucu elde edilen değerler yer almaktadır. Hesaplama işleminin nasıl yapılabildiğini detaylıca görebilmek adına TOD Endeks

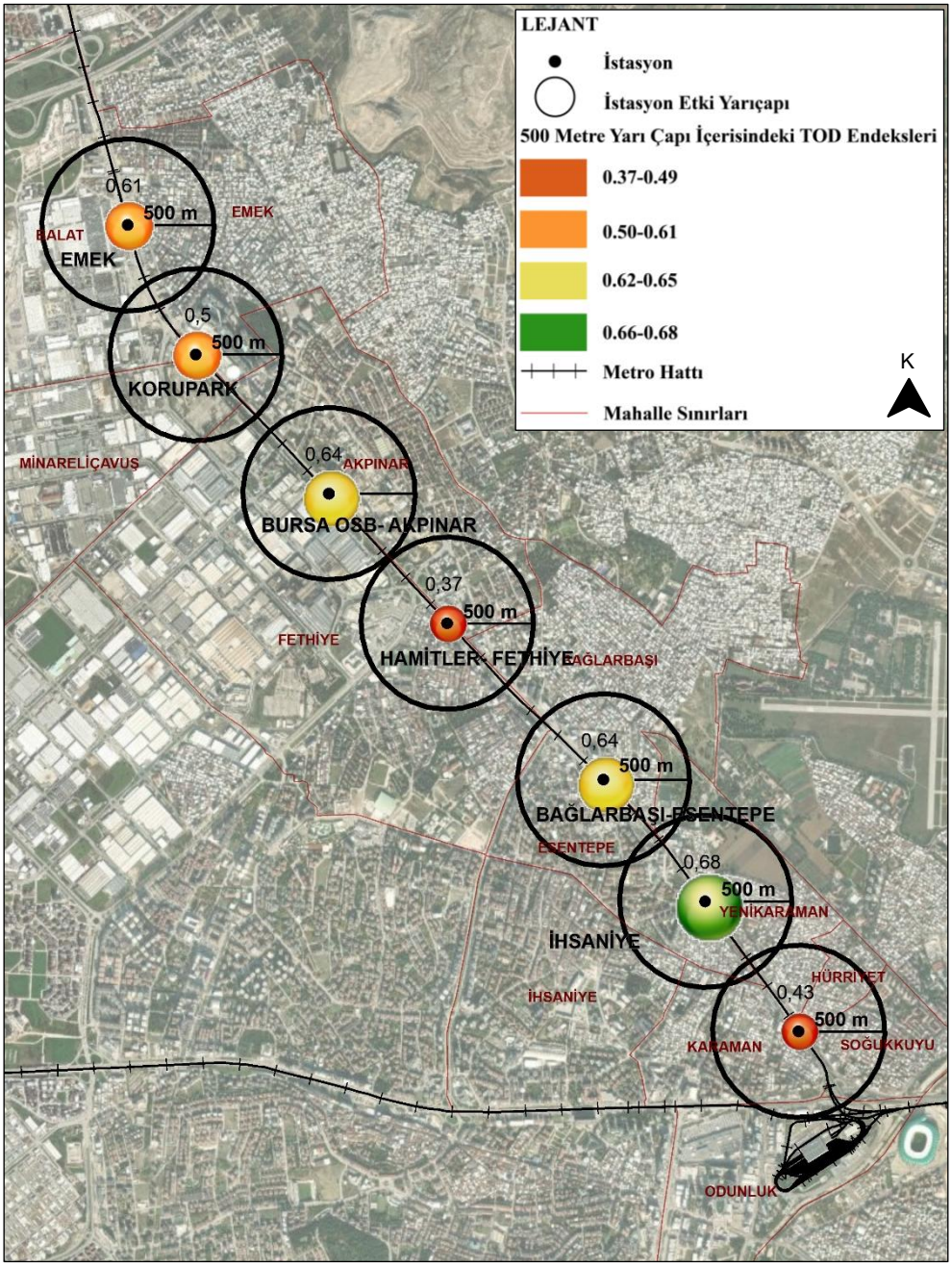
değeri en yüksek çıkan İhsaniye istasyonuna dair hesaplama işlemleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16 İhsaniye istasyonuna dair TOD Endeks değeri hesaplaması

PARAMETRE ADI	**PARAMETRE KODU**	W_k **(kod ağırlık değeri)**	r_{ik} **(normalizek değeri)**	$W_k r_{ik}$	$W_k \sum r_{ik}$	**KRİTERLER**	W_{kr} **(kriter ağırlık değeri)**	W_{kr} $(W_k \sum r_{ik})$	R_i **(TOD Endeks değeri)**
NÜFUS YOĞUNLUĞU	YGN_1	0,66	0,63	0,42	0,59	YOĞUNLUK	0,35	0,21	**0,68**
TİCARET ALANI YOĞUNLUĞU	YGN_2	0,34	0,51	0,17					
ARAZİ KULLANIM ÇEŞİTLİLİĞİ	CST_1	1	0,36	0,36	0,36	ÇEŞİTLİLİK	0,2	0,07	
KARMALIK ORANI	TSR_1	0,18	0,18	0,03	0,85	TASARIM VE HEDEF ERİŞİLEBİLİRLİĞİ	0,26	0,22	
YEŞİL ALAN YOĞUNLUĞU	TSR_2	0,4	1	0,40					
YAYA YÜRÜME MESAFESİ	TSR_3	0,42	1	0,42					
DURAK YOĞUNLUĞU	TPM_1	1	0,93	0,93	0,93	TOPLU TAŞIMA MESAFESİ	0,19	0,18	

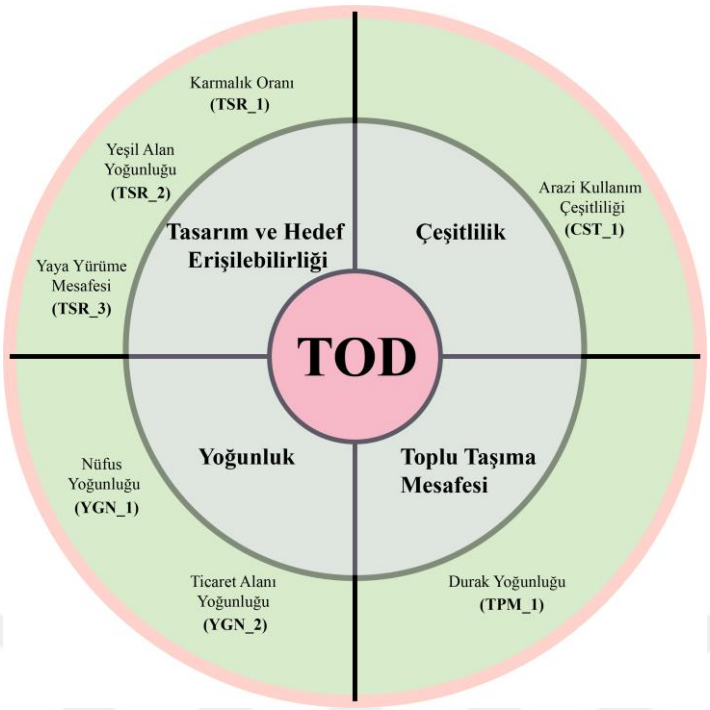
4.9 M1 Metro Hattı TOD Endeks Değeri Sonuçları

Araştırma kapsamında seçilen 7 istasyonun TOD Endeks değer aralığına bakıldığında, minimum değer 0,37 maksimum değer ise 0,68 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda 4 değer aralığı belirlenmiştir. En düşük aralık 0,37 ile 0,49 arasındadır. Bu değer aralığına 0,37 değeri ile Hamitler/Fethiye, 0,43 değer ile Karaman/Hürriyet istasyonu dahil olmaktadır. İkinci olarak belirlenen aralık 0,50 ile 0,61 arasındadır. Bu değer aralığında da iki istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonlar, 0,50 ile Korupark istasyonu, 0,61 ile Emek istasyonudur. Üçüncü değer aralığı 0,62 ile 0,65 olarak belirlenmiştir. Bu aralıkta bulunan iki istasyon da 0,64 değerinde olan Bursa OSB istasyonu ve Akpınar istasyonudur. Son olarak en yüksek değer aralığı 0,66 ile 0,68 olarak belirlenmiştir. Bu aralığa en yüksek TOD Endeks değerine sahip 0,68 değer ile İhsaniye istasyonu dahil olmaktadır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Çalışma kapsamında belirlenen parametrelerin ağırlıklandırma işlemi sonucu elde edilen TOD Endeks değerleri (Yazar tarafından GIS ortamında oluşturulmuştur, 2025)

Araştırmada, TOD Endeksinin ölçülmesinde belirlenen kriterler, parametreler ve parametrelere verilen kod isimleri aşağıdaki şekilde yer almaktadır (Şekil 4.23).

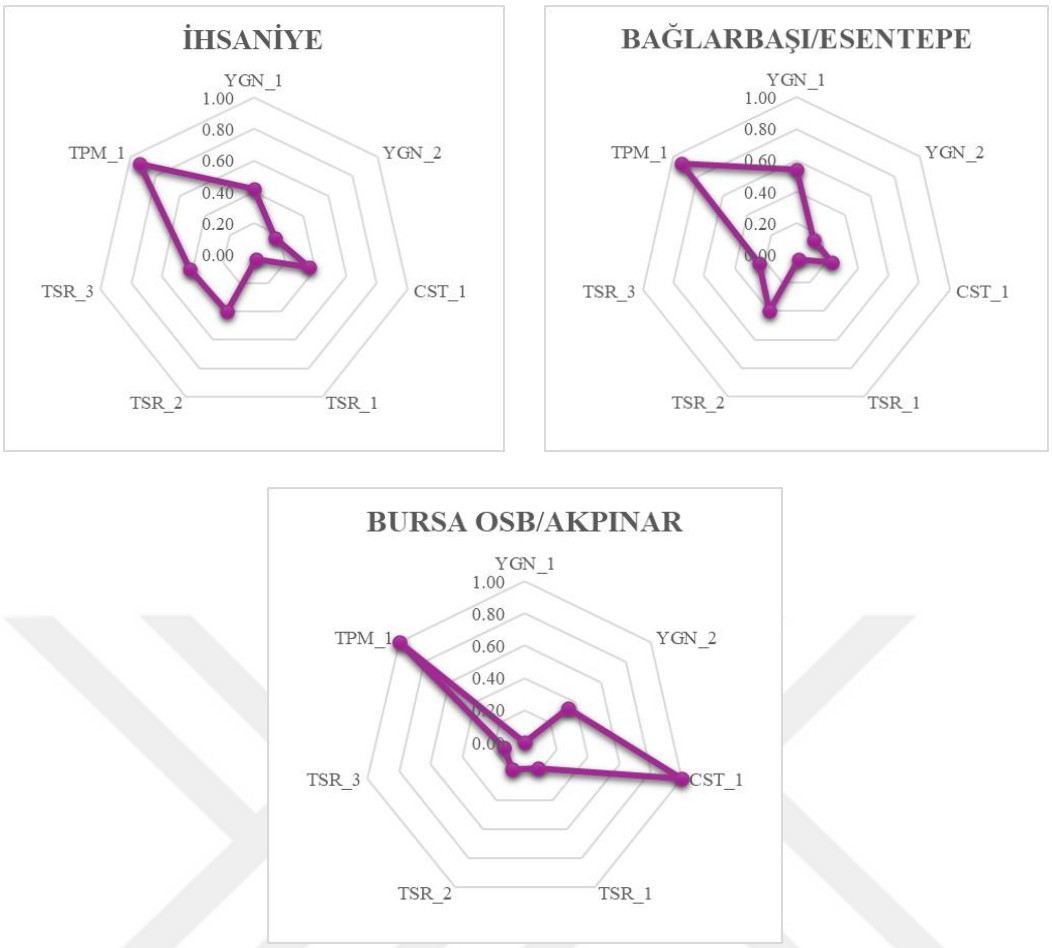


Şekil 4.23 Belirenen kriterler, parametreler ve parametre kod isimleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

7 istasyon için TOD Endeks değerleri hesaplanılırken elde edilen parametre değerlerininin sonuçlarının karşılaştırmalı olarak görülebilmesini sağlamak adına araştırmanın bu bölümünde radar grafiklerine yer verilmiştir. Radar grafikleri doğrultusunda her istasyonun aldığı değer için kriter ve parametrelerin katkıları tartışılacaktır. İlk olarak TOD Endeks değeri en yüksek olan istasyonlardan, sonrasında ise TOD Endeks değeri en düşük olan iki istasyondan bahsedilecektir.

4.10 TOD Endeks Değeri En Yüksek ve En Düşük İstasyonlar

TOD Endeks değeri hesaplanmasına dair sonuçlarda elde edilen en yüksek değere sahip üç istasyon aşağıda yer almaktadır. Bu istasyonların TOD kapsamında değerlendirildiğinde daha fazla TOD planlaması potansiyeline sahip istasyonlar olduklarını söylemek mümkündür. (Şekil 4.24).



Şekil 4.24 TOD Endeks değeri en yüksek olan üç istasyon (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

Üç istasyon özelinde karşılaştırma yapıldığında, durak yoğunluğu değeri üç istasyon için de yüksek çıkmıştır. Bu durum istasyonların diğer toplu taşıma sistemleri ile entegre bir biçimde işlediğine dair olumlu bir sonuçtur.

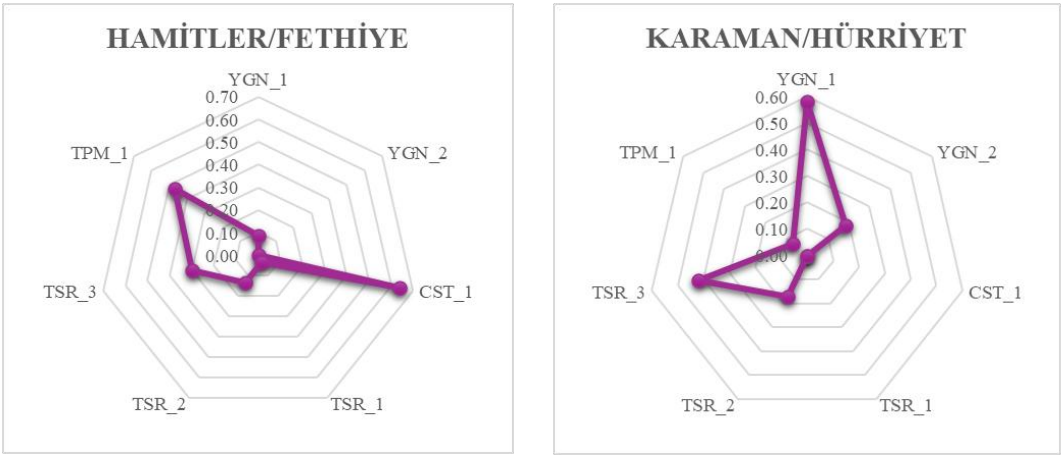
İstasyonların arazi kullanımı çeşitliliği değerine bakıldığında, en yüksek değere Bursa OSB/Akpınar istasyonunun sahip olduğu görülmektedir. Bu istasyon çevresinde OSB Alanı bulunduğu için çevresindeki arazinin kullanım şekli de bu ölçüde çeşitlilik göstermektedir. Örneğin ticari ve yeşil alanların OSB etrafında yoğunlaşması gibi. Ancak arazi kullanım çeşitliliği konusunda daha dengeli bir dağılım gösteren ve konut yoğunluğunun da yüksek olduğu İhsaniye ve Bağlarbaşı/Esentepe istasyonlarının nüfus yoğunluğunun Bursa OSB/Akpınar istasyonundan daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Özetle nüfus yoğunluğu açısından geride kalan ancak arazi kullanımının çeşitliliği ile tüm istasyonlar içerisinde öne çıkan Bursa OSB/Akpınar istasyonu ilk üçte yer almayı

başarmıştır. Bu istasyonun TOD planlamasında potansiyel bir alan olabilmesi için nüfus yoğunluğu açısından zenginleştirilmesi gerekmektedir.

0,68 değer ile en yüksek TOD Endeks değerine sahip İhsaniye istasyonuna bakıldığında, her parametre özelinde en yüksek değer sonuçlarına ulaşmasa da daha dengeli bir şekilde hemen hemen her parametre için yüksek değerler almıştır. İhsaniye istasyonu tasarım kriteri altında belirlenen yeşil alan yoğunluğu ve yaya yürüme mesafesi parametrelerinde en yüksek değere sahip istasyondur. Yürünebilirlik açısından oldukça yüksek potansiyel taşıyan bu istasyona yeşil alanların varlığı da eklenince, otomobillere değil, yayalara hitap eden kentlerin varlığı ortaya koyulmaktadır. Bu istasyon ve çevresinde yürünebilir alanların varlığı aynı zamanda bisiklet odaklı ulaşımın da teşvik edilebilmesi yönünde bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

İhsaniye istasyonunun ticaret alanı yoğunluğu açısından düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Bu istasyon çevresinde ticari alan kullanımlarının nüfus yoğunluğu ile orantılı bir şekilde artırılması ile TOD planlaması açısından daha yüksek değerler alması sağlanabilir. Yine aynı şekilde Bağlarbaşı/Esentepe istasyonunda da ticaret alanı yoğunluğunun en düşük değeri aldığı görülmektedir. Ticaret alanlarının artırılması, yayaların istasyonlara yürümek istediklerinde aynı zamanda birden fazla varış noktasına da erişebilecekleri anlamına gelmektedir.

Bursa OSB/Akpınar ve Bağlarbaşı/Esentepe istasyonlarının ikisinin de TOD Endeks değeri 0,64'tür. Ancak iki istasyon özelinde bir kıyaslama yapıldığında, Bağlarbaşı/Esentepe istasyonu nüfus yoğunluğu ve yeşil alan yoğunluğu açısından, Bursa OSB/Akpınar istasyonu ise ticaret alanı yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği açısından yüksek değerlere sahiptir. Her iki istasyonun da potansiyel TOD alanı olabilmesi adına gerisinde kaldığı parametrelerin iyileştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.25 TOD Endeks değeri en düşük olan iki istasyon (Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2025)

Şekil 4.25'te ise TOD Endeks değeri en düşük çıkan iki istasyon yer almaktadır. Karaman/Hürriyet istasyonunda nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu görülmektedir. Ancak arazi kullanım çeşitliliği, karmalık oranı, ticaret alanı yoğunluğu, yeşil alan yoğunluğu gibi parametrelerde diğer istasyonların oldukça gerisinde kaldığı, konut alanı yoğunluklu bir istasyon olduğu görülmektedir.

Hamitler/Fethiye istasyonunda ise nüfus yoğunluğu açısından oldukça düşük, bunun tam tersi parametre olan arazi kullanım çeşitliliği açısından da zengin olduğu görülmektedir. İki istasyon özelinden, nüfus yoğunluğu ile arazi kullanım çeşitliliğinin dengeli bir dağılım içerisinde olması ile bu istasyonların TOD planlaması açısından geliştirilebileceği sonucuna varılmaktadır.

Yaya yürüme mesafesi yani PCA analizi sonuçlarında en yüksek yaya erişilebilirliği yüksek değere sahip istasyonlar Karaman/Hürriyet ve İhsaniye istasyonlarıdır. En düşük değere sahip istasyon ise Korupark istasyonudur. Bunun sebebine bakıldığında Korupark istasyonu etki yarıçapı içerisinde 'KoruPark Evleri' adında bir kapalı site yer almaktadır. Kapalı siteler kent ile bağlantısı düşük, adında da geçtiği üzere dışarısı ile etkileşime kapalı özel konut alanlarıdır. Aynı zamanda bu sitenin devamı niteliğinde bir de AVM bulunmaktadır. Bir örnekle özetlenecek olursa, o sitede oturmayan ancak yakın çevresinde oturan bir kentlilin evinden çıkarak Korupark istasyonuna erişebilmesi için bahse konu kapalı sitenin içerisinden yani kestirme olan yoldan geçmesi gerekmektedir. Ancak geçemediği için yolunu uzatarak, sitenin etrafından dolanması gerekmektedir. Bu da yaya yürüme mesafesini uzatan ve kentlilerin yürümek için kaçındığı, yürümemeyi tercih

ettiği uzun yürüyüşlere tekabül etmektedir. Bu tezde yürünebilirliği azaltan olgular arasında kapalı site, AVM gibi kamusal olmayan alanların yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.11 Bölüm Değerlendirmesi

Toplu taşımanın teşvik edilmesinde TOD kriterlerinin ilişkisinin açıklanması ve bu kriterler bağlamında, TOD Endeks değerlerinin kullanılarak TOD planlamasında potansiyel olarak görülen istasyonlarda nasıl daha iyi bir hale getirilebileceğini değerlendirmek amaçlanmaktadır. Bu sebeple istasyon ölçeği bazında TOD Endeks kriterleri dahilinde hesaplamalar ve ölçümler yapılmıştır.

Bu ölçümler araştırmada çalışılması belirlenen, istasyon merkezi orta nokta alınarak çizilen 500 metre yarıçaplı alanlarda gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonuçlarından elde edilen 5D modeline dayanan TOD kriterleri ve parametreleri belirlenmiştir. Bu kriterler ve parametreler doğrultusunda Bursa ili M1 Metro Hattında çalışma kapsamında belirlenen istasyonların TOD Endeks değerleri AHS yöntemi kullanılarak mekânsal ve mekânsal olmayan analizler bağlamında ArcGIS ortamında hesaplama ve görselleştirme işlemleri yapılmıştır. Her parametre için farklı formüller ve hesaplama yöntemleri kullanılmıştır. Parametrelerin 0 ile 1 arasında değerler alması adına her parametre için normalizasyon işlemi yapılmıştır. Ardından araştırmanın 3. bölümünde yer alan literatür taraması sonucu araştırmanın amacına yönelik olarak seçilen farklı şehirlerdeki çalışmalar incelenmiştir. Hollanda, Endonezya ve Hindistan'dan seçilen bu çalışmaların hepsinin ortak amacı, TOD Endeksi değerlerini kullanarak, TOD'un belirli alanlarda nasıl iyileştirilebileceğini ve hangi alanların daha iyi düzeyde ulaşım bağlantısı için değerlendirilebileceğini önermektir. Bunun için de yöntemde ilk olarak, kriterlerin ve kriterler bağlamında parametrelerin belirlenmesi ve sonrasında bunlara dair göstergelerin ArcGIS'te mekânsal olarak değerlendirilmesine dair süreçler izlenmektedir. İncelenen çalışmalardaki TOD Endeks değeri hesaplama çalışmaları baz alınılarak kriter ve parametrelerin ağırlık değerlerinin belirlenmesi sağlanmıştır. En son aşamada ise her istasyonun en iyi seçeneklerini sunması ve istasyonların birbirleriyle karşılaştırması adına AHS yöntemi kullanılarak TOD Endeks değerleri hesaplanmıştır.

Araştırmada çalışma alanı olarak Bursa ili, M1 Metro Hattı seçilmiştir çünkü, Bursa ilinde Doğu-Batı yönünde doğrusal bir gelişim olduğu için kentlerin çeperlere doğru giderek yayılması sebebiyle ev-iş, ev-okul, ev-boş zaman gibi yolculuk sürelerinin katlanarak artması kent içi ulaşımda sorun teşkil etmektedir. Seçilen istasyonlar, Bursa ilindeki ana ulaşım arterlerinden birisi olan Sanayi Caddesi üzerinde yer aldığı için, taşıt trafiğinin yoğun ve hızlı akması nedeniyle yayaların güvenle yürüyebileceği alanların kısıtlı olması, yeşil alan varlığının az olması gibi sorunların belirlenmesi istasyonların kendi içinde geliştirilebilecekleri yönlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca bu hat üzerinde arazi kullanım çeşitliliğinin her istasyonda değişiklikler göstermesi ile de çalışmaya zenginlik katacağı düşünülmüştür.

İstasyonların 0 ile 1 arasında belirlenen TOD Endeks değerleri 4 ayrı kategori altında gruplandırılarak yorumlanmıştır. En yüksek TOD Endeks değerine sahip istasyon 0,68 değer ile İhsaniye istasyonunun aldığı sonucuna ulaşılmıştır. İhsaniye istasyonu TOD planlaması olma konusunda en yüksek potansiyele sahip duraktır. Bu istasyonun optimum bir seviyeye ulaşması için, arazi kullanım çeşitliliği, karmalık oranı ve ticaret alanı yoğunluğu parametrelerini güçlendirmesi gerekmektedir. En düşük TOD Endeks değerine sahip istasyon ise 0,37 değer ile Hamitler/Fethiye olarak belirlenmiştir.

Bu veriler ışığında, TOD Endeksi kriterleri ve parametreleri değerleri baz alınarak TOD Endeks seviyesinin daha yüksek değerine ulaşması için hangi parametrelerinin eksik olduğu ve iyileştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılabilmektedir.

5
SONUÇ

Son yıllarda kentlerdeki nüfusun giderek artması ile meydana gelen kent içi ulaşım problemlerine bir çözüm niteliğinde 1980'lerde ortaya çıkan Toplu Taşıma Odaklı Gelişme kavramı çerçevesinde yürütülen bu araştırmada, otomobil bağımlılığının azaltılarak toplu taşımanın teşvik edilmesinde hangi kriterlerin önemli olduğu sorusundan yola çıkılarak araştırmanın amacı, kapsamı ve yöntemi belirlenmiştir. Günümüz şehirlerinde otomobil bağımlılığının giderek artması, herkesin kendi otomobili ile seyahat etme talebi, toplu taşıma sistemlerinin kent içi ulaşım bağlamında entegre olmaması, istasyonların yürünebilir mesafelerde olmaması gibi sebeplerden dolayı kentlerde toplu taşıma kullanımı konusu, otomobil kullanımının gerisinde kalmaktadır.

Toplu Taşıma Odaklı Gelişme kavramına ilişkin literatür oldukça geniştir. Yüksek yoğunluk, karma arazi kullanımı ve yaya öncelikli kentsel tasarım gibi unsurların bireylerin ulaşım tercihleri üzerindeki etkileri, TOD projelerinin başarı ölçütleri, farklı ülke ve kentlerde uygulanmış TOD örnekleri ile planlama rehberleri literatürde sıkça yer almaktadır. Ancak bu geniş literatüre rağmen, TOD düzeylerinin nicel olarak ölçülmesine yönelik çalışmalar sınırlıdır.

Bazı çalışmalar belirli istasyon alanlarını TOD kapsamında sınıflandırmaya çalışsa da çoğu araştırma TOD seviyelerini sayısal olarak tanımlamaktan uzaktır. Bu tür sınıflandırmalar istasyonları sadece belli türlere ayırmakta ve her istasyonun kendine özgü mekânsal bağlamını yeterince dikkate almamaktadır. Bu çalışmada ise AHS yöntemi kullanılarak istasyonların birbirleri arasında kıyaslamasının da yapılması sağlanmıştır.

Bu çalışmada, TOD kriterlerinin belirlenmesi ve TOD Endeks hesaplaması sonucu elde edilen değerlerin kullanılmasıyla TOD planlaması bağlamında, ulaşım

bağlantılarının daha iyi seviyeye getirilmesi için hangi istasyonların öncelikli olarak değerlendirilebileceği belirlenmiş ve potansiyel TOD alanı olma niteliği taşıyan istasyonlarda erişilebilirlik, bağlantısallık ve kentsel etkileşim açısından nasıl iyileştirmeler yapılabileceği tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan TOD Endeksi ölçümleri yapılırken belirlenen kriter ve parametreler; 'mekânsal ve mekânsal olmayan' olmak üzere seçilmiştir ve toplamda 7 parametreye dayandırılmaktadır. Bu parametreler; nüfus yoğunluğu, ticaret alanı yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği, karmalık oranı (mixed-ness ındex), yeşil alan yoğunluğu, yaya yürüme mesafesi, durak yoğunluğu olarak belirlenmiştir.

Seçilen parametreler, örneğin; arazi kullanımı çeşitliliği, ticaret alanı yoğunluğu, yeşil alan yoğunluğu gibi göstergeler büyük oranda arazi kullanımı verilerine dayanmaktadır. Yaya yürüme mesafesi parametresi, sokak ağı verileri kullanılarak Schlossberg ve Brown'un (2004) önerdiği yaya yolundaki yürünebilir alanları belirleme yöntemi kullanılmıştır. İstasyon çevresinde yaya erişimini değerlendirebilmek için 500 metrelik bir yürünebilirlik sınırı belirlenmiş ve analizlerde etki yarıçapı olarak kullanılmıştır. Ancak bu mesafenin her kent bağlamında farklılaşabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, Calthorpe (1993) Amerikan şehirleri için yürünebilirlik mesafesini 600 metre olarak tanımlamıştır. Dolayısıyla TOD çalışmaları yapılırken, yerel bağlamın fiziksel ve sosyal yapısına göre uygun yürüme mesafesinin tanımlanması önem arz etmektedir.

Araştırma kapsamında yapılan TOD Endeksi hesaplama sonuçlarında genel olarak istasyonların toplu taşıma mesafesi kriteri altında incelenen BURULAŞ durak yoğunluğu parametresinden yüksek değerler aldığı görülmektedir. Seçilen istasyonların çevresinde yer alan diğer toplu taşıma istasyonları ile hemen hemen aynı seviyede entegre olduğunu kanıtlamaktadır. Bina, konut, dükkân ve hizmetin bir arada daha fazla bulunması, yaya ulaşımını kolaylaştıran, hizmetlerin ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayan ve yaşam alanlarını daha konforlu ve keyifli hale getiren bir durumdur. Çalışma alan sınırı kapsamında istasyonların doğrultusunda kuzeye doğru gidildikçe, kuzeyde kalan istasyonların ekti yarıçapı içerisinde OSB alanları kaldığı için ticari alan kullanımları, arazi kullanım çeşitliliği artmakta, konut yoğunluğu az olduğu için nüfus da giderek azalmaktadır.

Bu araştırmada, toplu taşımanın teşvik edilmesine yönelik olarak TOD kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlerin istasyonlar çevresinde ölçülebilirliğinin analiz edilmesiyle, farklı istasyonların erişilebilirlik düzeyleri ve iyileştirme potansiyelleri ortaya koyulmuştur. Bu kapsamda, 'Toplu taşımanın teşvik edilmesi TOD kriterleri ile ilişkili midir?' ve 'Toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artıracak TOD kriterleri nelerdir ve bu kriterler istasyonlar çevresinde ölçülebilir mi?' soruları üzerinden ilerlenmiş ve araştırma amacı doğrultusunda istasyonların TOD Endeks değerlerine ulaşılarak hangi istasyonların TOD olma potansiyelinin yüksek, hangi istasyonların ise düşük ve geliştirilmesi gerektiği çıkarımları yapılmıştır.

Ele alınan istasyonlar genelinde bazı istasyonların düşük değerlere sahip olması, çoğunun ortalama bir sonuç alması sebebi ile, TOD planlamasına tam olarak uygundur demek mümkün değildir. Ancak İhsaniye, Bağlarbaşı/Esentepe ve Bursa OSB/Akpınar istasyonlarının diğer duraklara nispeten yüksek değerler almış olması, her istasyon özelinde hangi parametre değeri düşük ise, düşük parametrelerin geliştirilmesi ile bu istasyonlar TOD planlamasına uygun hale getirilebilir. Bu istasyonların genelinde TOD planlamasının geliştirilebilmesi adına yaya yürüme mesafesi, yeşil alan yoğunluğu, ticaret alanı yoğunluğu ve arazi kullanım çeşitliliği parametreleri üzerine yoğunlaşılması gerekmektedir.

Bu araştırma sonrası gelecekte yapılacak olan araştırmalarda, TOD Endeks değerini belirleyen kriter ve parametrelerin zenginleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca araştırma kapsamında çalışılan hattın, projesi Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülen Şehir Hastanesi etabı çerçevesinde yapılan son düzenlemeyle Geçit/Balat yönüne doğru uzatıldığı ve Şehir Hastanesi durağına kadar uzatılması hedeflenmekte olduğu bilinmektedir. 2025 yılı itibarıyla inşaat çalışmaları devam etmektedir. Bahse konu uzatılan bu hattın TOD kriterleri bağlamında çalışılarak, araştırma kapsamında seçilen istasyonlardaki parametrelerde eksik görülen noktalardan çıkartılan sonuçlar ile değerlendirerek, henüz gelişme bölgesi olan ve inşası devam eden istasyon alanlarının planlama çalışmaları Bursa Büyükşehir Belediye'sinin destekleri ile Bursa ilinde kent içi ulaşımda raylı sistemlerin teşvik edilmesi bağlamında geliştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aktuğlu Aktan, E.Ö., (2006). *Kent biçimi – ulaşım etkileşimine ilişkin (tarihsel ve güncel) yaklaşımlar ve İstanbul örneği.* Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Anane, M., Bouziri, L., Limam, A., & Jellali, S. (2012). Ranking suitable sites for irrigation with reclaimed water in the Nabeul-Hammamet region (Tunisia) using GIS and AHP-multicriteria decision analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, *65*, 36-46.

Arslankaya, S., & Göraltay, K. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar. İksad Yayınları.

Bach, B., Hal, E. v., Jong, M. I. d., & Jong, T. M. d. (2006). *Urban design and traffic: A selection from Bach's toolbox*. Netherlands: CROW.

Bibri, S. E. (2018). A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. *Sustainable Cities and Society, 38*, 758–794. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.032

Bielli, M., Caramia, M., & Carotenuto, P. (2002). Genetic algorithms in bus network optimization. *Transportation Research, 10C*, 19–34.

Bottoms, G. D. (2003). Continuing Developments in Light Rail Transit in Western Europe: United Kingdom, France, Spain, Portugal, and Italy. Transportation Research Circular, E-C058, 713–727. Available at: https://doi.org/10.17226/17606.

Bruce, C. (2012). *Transit-oriented development in China: Designing a new transit-oriented neighbourhood in Hexi New Town, Nanjing, based on Hong Kong case studies* (Master's thesis). Blekinge Institute of Technology & Nanjing Forestry University.

BUAP. Bursa Büyükşehir Belediyesi. (2018, Kasım). *Ulaşım master planı revizyonu ve acil eylem projeleri işi: Ulaşım ana planın oluşturulması raporu*.

Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream*. Princeton Architectural Press.

Cervero, R., & Bosselmann, P. (1998). Transit villages: Assessing the market potential through visual simulation. *Journal of Architectural and Planning Research, 15*(3), 181–196.

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219. https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6

Cervero, R., vd. (2004). *Transit oriented development in America: Experiences, challenges, and prospects*. Washington, DC: National Academies Press.

Cervero, R., & Murakami, J. (2008). Rail+ Property Development: A model of sustainable transit finance and urbanism.

Cervero, R., Dai, D. (2014). BRT TOD: Leveraging transit-oriented development with bus rapid transit investments, Transport Policy 36, 127–138.

Chu, W., Zhang, X., Chen, J., & Sun, X. (2016). Pareto optimal train scheduling for urban rail transit using generalized particle swarm optimization. *Advances in Mechanical Engineering, 8*(10), 1–15.

CNU. Congress for the New Urbanism. (2024). *Congress for the New Urbanism*. Retrieved October 11, 2024, from http://www.cnu.org/

Comtois, C., Slack, B., & Rodrigue, J.-P. (2009). The geography of transport systems. GB: Routledge Ltd.

CTOD. (2007). Why Transit Oriented Development and Why Now? from https://ctod.org/

CTOD. (2010). Transit Corridors and TOD: Connecting the Dots is Important (pp. 1-28): Center for Transit Oriented Development (CTOD).

Curtis, C. (2012). Delivering the 'D' in Transit-oriented Development: Examining the Town Planning Challenge. The Journal of Transport and Land Use 5 (3): 83–99.

Demir, K. (2022). *Akıllı Büyüme Ekseninde Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) Tipolojileri ve Planlama - Tasarım İlişkilerinin Değerlendirilmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Dodson, J., Mees, P., Stone, J., & Burke, M. (2011). The principles of public network planning: A review of the emerging literature with select examples. *Urban Research Program*, Griffith University.

Ellis, C. (2002), The New Urbanism: Critiques and Rebuttals, Journal of Urban Design: Vol. 7, No. 3, 261–291

Evans, J. E., Pratt, R. H., Stryker, A., & Kuzmyak, J. R. (2007). Transit oriented development. *Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report*, *95*.

Ewing, R., Haliyur, P. and Page, G. (1994) Getting around a traditional city, a suburban PUD, and everything in-between. *Transportation Research Record* 1466, pp. 53-62.

Ewing, R., and Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: a meta-analysis. Journal of the American planning association, 76(3), 265-294.

Fard, P. (2013). Measuring Transit Oriented Development: Implementing a GIS based analytical tool for measuring existing TOD levels. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation of the University of Twente.

Ferbrache, F., and Knowles, R. D. (2017). City boosterism and place-making with light rail transit: A critical review of light rail impacts on city image and quality. Geoforum, 80, 103–113.

Ferrari, L., Berlingerio, M., Calabrese, F., & Reades, J. (2014). Improving the accessibility of urban transportation networks for people with disabilities. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 45*, 27–40.

Fransen, K., Neutens, T., Farber, S., De Maeyer, P., Deruyter, G., & Witlox, F. (2015). Identifying public transport gaps using time-dependent accessibility levels. *Journal of Transport Geography, 48*, 176–187.

FTA. (2018). Smart Growth America. (2018, February 1). *Transit-oriented development technical assistance: Second summary report* (FTA Report No. 0124). United States Department of Transportation, Federal Transit Administration, Office of Budget and Policy. https://doi.org/10.21949/1503513

Fulton, W. (1996). *The new urbanism: Hope or hype for American communities?*

Ginn, S. (2009). *The application of the park & ride and TOD concepts to develop a new framework that can maximise public transport patronage* (Doctoral dissertation, Queensland University of Technology).

Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography, 12*(2), 127–140.

Grise, E., Boisjoly, G., Maguire, M., & Geneidy, A. (2019). Elevating access: Comparing accessibility to jobs by public transport for individuals with and without a physical disability. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 125*, 280–293.

Hakaart, A. and Morrissey, J. (2014). Policy challenges for transit-oriented development. Proceedings of the Institution of civil engineers, Urban Design and Planning, 167, 175–184.

Handy, S. L., & Niemeier, D. A. (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and planning A*, *29*(7), 1175-1194.

Handy, S. (2005). Smart growth and the transportation-land use connection: What does the research tell us? *International Regional Science Review, 28*(2), 146–167. https://doi.org/10.1177/0160017604273626

Handy, S., & Mokhtarian, P. L. (2005). Which comes first: The neighborhood or the walking? *ACCESS*, *(26)*, 16–21. University of California Transportation Center. http://www.uctc.net

Hasibuan, H. S., Soemardi, T. P., Koestoer, R., & Moersidik, S. (2014). The role of transit-oriented development in constructing urban environment sustainability, the case of Jabodetabek, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, *20*, 622-631.

Hawas, Y. E., Hassan, M. N., & Abulibdeh, A. (2016). A multi-criteria approach of assessing public transport accessibility at a strategic level. *Journal of Transport Geography, 57*, 19–34.

Hillman, R. and G. Pool (1997), "GIS-Based Innovations for Modelling Public Transport Accessibility", Traffic Engineering and Control, Vol. 38/10, pp. 554-559.

Higgins, C. D., & Kanaroglou, P. S. (2016). A latent class method for classifying and evaluating the performance of station area transit-oriented development in the Toronto region. *Journal of transport geography*, *52*, 61-72.

Hrelja, R. (2015). Integrating Transport and Land-use Planning? How Steering Cultures in Local Authorities Affect Implementation of Integrated Public Transport and Land-use Planning. Transportation Research Part A: Policy and Practice (74), 1–13.

Hrelja, R., Khan, J., & Pettersson, F. (2020). How to create efficient public transport systems? A systematic review of critical problems and approaches for addressing the problems. *Transport Policy, 98*, 186–196.

Hsieh, C., & Wu, K. (2012). Climate-Sensitive Urban Design Measures for Improving the Wind Environment for Pedestrians in a Transit-Oriented Development Area. Journal of Sustainable Development, 5.

ITDP (2017). TOD Standard, 3rd ed. New York: Institute for Transportation and Development Policy. www.itdp.org

Ibrahim, S. M., Ayad, H. M., Turki, E. A., & Saadallah, D. M. (2023). Measuring transit-oriented development (TOD) levels: Prioritize potential areas for TOD in Alexandria, Egypt using GIS-spatial multi-criteria based model. *Alexandria Engineering Journal, 67*, 241-255. https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.12.053

Ibraeva, A., Correira, G.H., Silva, C., Antunes, A.P. (2020) Transit oriented development: a review of research achievements and challenges. Transportation research part A 132 (2020) 110-130.

Jabareen, Y. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research, 26*(1), 38–52.

James, B. (2009). The Property Sector as an Advocate for TOD: The Case of SouthEast Queensland. In C. Curtis, J. L. Renne, and L. Bertolini (Eds.), Transit Oriented Development: Making it Happen (187–200). Ashgate.

Keskin, A. (1975). *Ulaşım ve şehirsel yerleşme ilişkileri üzerine bir araştırma*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.

Khare, R., Villuri, V. G. K., Chaurasia, D., & Kumari, S. (2021). Measurement of transit-oriented development (TOD) using GIS technique: A case study. *Arabian Journal of Geosciences*, *14*, 1-16.

Lehrer, U. A., & Milgrom, R. (2009). New (Sub) Urbanism: Countersprawl or repackaging the production. Capitalism Nature Socialism, 49-64.

Li, C. N., & Lai, T. Y. (2009, May). Why should cities change from DOT to TOD?. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport* (Vol. 162, No. 2, pp. 71-78). Thomas Telford Ltd.

Litman, T. (2019). Online TDM encyclopaedia, chapter on transit oriented development. VTPI, Victoria, Canada.

Lukman, A. (2014). Development and implementation of a transit-oriented development (TOD) index around the current transit nodes (Master's thesis, University of Twente).

Mamun, S. A., et al. (2013). A method to define public transit opportunity space. *Journal of Transport Geography, 28*, 144–154.

Mees, P. (2010). Density and sustainable transport in US, Canadian and Australian cities: Another look at the data. *12th WCTR Conference*, Lisbon, Portugal.

Newman, P. (2009). Planning for Transit Oriented Development: Strategic Principles. In C. Curtis, J. L. Renne & L. Bertolini (Eds.), *Transit Oriented Development*: *Making it Happen* (pp. 13-22): Ashgate e-Book.

New Urbanism. (2025). Retrieved February 20, 2025, from www.newurbanism.org

Odu, G. O. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision-making technique. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, *23*(8), 1449-1457.

Ogra, A., & Ndebele, R. (2014). The role of 6Ds: Density, diversity, design, destination, distance, and demand management in transit-oriented development (TOD).

Rabiei, N., Nasiri, F., & Eicker, U. (2022). Multistage transit-oriented development assessment: a case study of the Montréal metro system. *Journal of Urban Planning and Development*, *148*(3), 05022024.

Rahnama, M. R., Roshani, P., Hassani, A., & Hossienpour, S. A. (2012). Use principles of new urbanism approach in designing sustainable urban spaces. *International Journal of Applied Science and Technology*, *2*(7), 195-203.

Renne, J. L. (2009). Evaluating transit-oriented development using a sustainability framework: Lessons from Perth's network city. *Planning sustainable communities: diversity of approaches and implementation challenges*, 115-148.

Rodrigue, J.-P. (2024). The Geography of Transport Systems (6th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003343196

Rogers, R., & Gumuchdjian, P., (1997), Cities for a Small Planet, Faber & Faber, London.

Saat, M. (2000). Çok amaçlı karar vermede bir yaklaşım: analitik hiyerarşi yöntemi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 149-162.

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

Sanchez, T., Shen, Q., & Peng, Z. (2004). Transit mobility, jobs access and low-income labour participation in US metropolitan areas. *Urban Studies, 41*(7), 1313–1331.

Schlossberg, M., & Brown, N. (2004). Comparing transit-oriented development sites by walkability indicators. *Transportation research record*, *1887*(1), 34-42.

Singh, J., Fard, P., Zuidgeest, M., Brussel, M., & Maarseveen, M. v. (2014). Measuring transit-oriented development: a spatial multi criteria assessment approach for the City Region Arnhem and Nijmegen. Journal of Transport Geography.

Steiner, R. (1994) Residential density and travel patterns: a review of the literature. Transportation Research Record 1466,3743.

Steuteville, R. (2004). The New Urbanism: An alternative to modern, automobile-oriented planning and development. *New Urban News*, *8*.

Sun, Y., Han, B., & Lu, F. (2024). An Overview of TOD Level Assessment Around Rail Transit Stations. *Urban Rail Transit*, *10*(1), 1-12.

Sung, H., & Oh, J.-T. (2011). Transit-oriented development in a high-density city: Identifying its association with transit ridership in Seoul, Korea. *Cities*, 28(1), 70-82. https://doi.org/10.1016/j.cities.2010.09.004

Suzuki, H., Cervero, R., & Luchi, K. (2013). *Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development*. The World Bank.

Taki, H. M., Maatouk, M. M. H., & Mohammed, E. (2017). Re-Assessing TOD index in Jakarta metropolitan region (JMR). *Geospatial Information*, *1*(1).

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2025). 20 Temmuz 2025 Tarihli Bursa İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Resmi Web Sitesi. https://bursa.ktb.gov.tr/TR-70228/bursa-ili-genel-bilgiler.html

The Lexicon of The New Urbanism. (2002), Duanyplater, Zyberk&Company. version 2.3

Thomas, R. and Bertolini, L. (2017). Defining critical success factors in TOD implementation using rough set analysis, Journal of Transport and Land Use, 139–154.

TÜİK. (2024). 21 Mart 2025 Tarihli Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Sonuçları. Ankara: TÜİK.

Uddin, M. A., Tamanna, T., Adiba, S., & Bin Kabir, S. (2023). Revolutionizing TOD Planning in a Developing Country: An Objective-Weighted Framework for Measuring Nodal TOD Index. *Journal of Advanced Transportation*, *2023*(1), 9911133.

Utter, M. A. (2009). Developing TOD in America: The Private Sector View. In C. Curtis, J. L. Renne, and L. Bertolini (Eds.), Transit Oriented Development: Making it Happen (pp. 209–223). Ashgate.

Venner, M., and Ecola, L. (2007). Financing Transit-Oriented Development: Understanding and Overcoming Obstacles. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1996 (1), 17–24.

VTPI. (2014). Online TDM Encyclopedia, Victoria Transport Policy Institute (www.vtpi.org).

Zhang, Y., & Guindon, B. (2006). Using satellite remote sensing to survey transport-related urban sustainability: Part 1: Methodologies for indicator quantification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *8*(3), 149-164.

Zhang, Y., Song, R., van Nes, R., He, S., & Yin, W. (2019). Identifying urban structure based on transit-oriented development. *Sustainability*, *11*(24), 7241.

Zhao, C., Nielsen, T. A. S., Olafsson, A. S., Carstensen, T. A., & Meng, X. (2018). Urban form, demographic and socio-economic correlates of walking, cycling, and e-biking: Evidence from eight neighborhoods in Beijing. *Transport Policy*, *64*, 102-112.

Zimbabwe, S. ve Anderson, A. (2011). TOD 204 Planning for TOD at Regional Scale: The Big Picture (pp. 1-28): The Center for Transit-Oriented Development.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

Kendaloğlu, E. & Aktuğlu Aktan, E. (2024). Transit-oriented development in urban transportation. SD2024 – Abstract Book of the VI International Congress on Sustainable Development, (pp. 27), Yıldız Technical University, 2-4 October, Istanbul.

Tam Metin

Kendaloğlu, E. & Aktuğlu Aktan, E. (2024). Kent İçi Ulaşımda Toplu Taşıma Odaklı Gelişme. SD2024 – In Proceeding Book VI International Congress on Sustainable Development, (pp. 122-134), Yıldız Technical University, 2-4 October, Istanbul.