



**KABİL'İN 11. BÖLGESİNDE TOPLU TAŞIMA
ODAKLI GELİŞME (TOD) YAKLAŞIMININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fraidoon SAKHAI

Danışman: Prof. Dr. Doğan DURSUN

Yüksek Lisans Tezi

Kentsel Tasarım Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL TASARIM ANA BİLİM DALI

**KABİL'İN 11. BÖLGESİNDE TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME
YAKLAŞIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Evaluation of the Public Transport Oriented Development (TOD) Approach for the Kabil's
11th District)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fraidoon SAKHAI

Danışman: Prof. Dr. Doğan DURSUN

Erzurum
Şubat, 2025



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**KABİL'İN 11. BÖLGESİNDE TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME (TOD) YAKLAŞIMININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Prof.Dr.Dogan Dursun danışmanlığında, Fraidoon Sakhai tarafından hazırlanan bu çalışma, 27/02/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kentsel Tasarım Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Doc. Dr. Ebru KARAHAN Bursa Teknik Üniversitesi	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Doğan DURSUN Ataturk Üniversitesi	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Doc. Dr. Merve YAVAS Ataturk Üniversitesi	Aslı Islak İmzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../.... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr. Alper NUHOGLU
Enstitü Müdürü
Aslı Islak İmzalıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Doğan DURSUN danışmanlığında sunulan “KABİL’İN 11. BÖLGESİNDE TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME (TOD) YAKLAŞIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	0	30
Kuramsal Temeller	2	30
Materyal ve Metot	6	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	8	20
Sonuçlar ve Öneriler	1	20
Tezin Geneli	16	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Fraidoon SAKHAI	Prof. Dr. Doğan DURSUN
27.2.2025	27.2.2025
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde bana rehberlik eden ve destek olan sayın danışman hocam Prof. Dr. Doğan DURSUN' a en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam süresince bana sağladığı yönlendirmeler, teşvik ve eleştiriler, bu tezin ortaya çıkmasında büyük rol oynamıştır.

Savunmamda yer alan jüri üyesi Doç. Dr. Merve YAVAŞ' a değerli yorumları ve katkılarından ötürü çok teşekkür ederim. Eğitim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan sayın Prof. Dr. Süleyman TOY' a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Mustafa KAMAL'a, büyük emek ve özveri gösteren, motivasyon kaynağım olan sevgili annem Bibi SAMIA'ya ve tez çalışmam süresince yanımda olan kardeşim Hamayon SAKHA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında manevi desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Fraidoon SAKHAI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KABİL'İN 11. BÖLGESİNDE TOPLU TAŞIMA ODAKLI GELİŞME (TOD) YAKLAŞIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Fraidoon SAKHAI

Danışman: Prof. Dr. Doğan DURSUN

Amaç: Bu tez çalışmasında, Kabil'in 11. Bölgesi Toplu Taşıma Odaklı Gelişime (TOD) yaklaşımı açısından değerlendirilmektedir. TOD yaklaşımı; toplu taşıma istasyonları çevresinde yoğun ve karma kullanımlı alanlar oluşturarak, yaya ve bisiklet erişimini önceliklendirerek otomobil bağımlılığını azaltmayı ve sürdürülebilir ulaşımı teşvik etmeyi hedeflemektedir.

Yöntem: Bu çalışmada, Literatür taramasıyla belirlenen TOD kriterleri kullanılarak Kabil'in 11. Bölge'deki her durak için bir TOD endeksi oluşturulmuştur. Veriler, özgün hesaplama yöntemleriyle işlenerek her kriter için bir değer elde edilmiştir. Bu değerler daha sonra normalize (maksimum-minimum ve maksimuma oranlayarak) edilmiştir. Literatürdeki benzer çalışmaların ağırlık ortalamaları kullanılarak belirlenen kriter ağırlıkları, AHS ile entegre edilerek her durak için tek bir TOD endeks skoru hesaplanmıştır. Son olarak, bu skorlar ile en yüksek ve en düşük TOD potansiyeline sahip duraklar belirlenmiştir.

Bulgular: Kabil'in 11. bölgesinin TOD yaklaşımı açısından potansiyel barındırdığı, ancak bu potansiyelden tam olarak yararlanılabilmesi için iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. TOD endeks skorlarına göre, 315 numaralı durak 0 değeriyle en düşük, Khosht Okhtif durağı ise 0.51 değeriyle en yüksek skoru elde etmiştir.

Sonuç: Kabil'in 11. Bölgesi, TOD yaklaşımı için potansiyel taşımaktadır, ancak bu potansiyelin tam olarak kullanılabilmesi için bölgedeki ulaşım politikalarının TOD Endeksi doğrultusunda yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bu sayede, bölge sakinlerinin yaşam kalitesi artırılabilir, sürdürülebilir ulaşım teşvik edilecek ve kentsel yayılma kontrol altına alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD), Sürdürülebilir Ulaşım, Kabil 11. Bölge, TOD Endeksi

Şubat 2025, 75 Sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

EVALUATION OF THE PUBLIC TRANSPORT ORIENTED DEVELOPMENT (TOD) APPROACH FOR KABUL'S 11TH DISTRICT

Fraidoon SAKHAI

Supervisor: Prof. Dr. Dogan DURSUN

Objective: This thesis aims to evaluate Kabul's District 11 in terms of its suitability for a Transit-Oriented Development (TOD) approach. The TOD approach aims to reduce automobile dependence and promote sustainable transportation by creating dense, mixed-use areas around public transit stations, prioritizing pedestrian and bicycle access.

Methods: In this study, a TOD index was constructed for each bus stop in District 11 of Kabul, utilizing TOD criteria identified through a literature review. Data were processed using unique calculation methods to obtain a value for each criterion. These values were subsequently normalized (using min-max normalization and normalization by the maximum). The criteria weights, determined using the average weights of similar parameters in comparable studies from the literature, were integrated using the AHP to calculate a single TOD index score for each stop. Finally, the stops with the highest and lowest TOD potential were identified based on these scores.

Findings: The study determined that Kabul's District 11 possesses potential for the TOD approach; however, improvements are necessary to fully realize this potential. According to the TOD index scores, station number 315 received the lowest score (0), while Khosht Okhtif station achieved the highest score (0.51).

Conclusion: Kabul's District 11 demonstrates potential for TOD. However, to fully capitalize on this potential, transportation policies within the district require reorganization in accordance with the TOD Index. This will improve the quality of life for residents, promote sustainable transportation, and control urban sprawl.

Keywords: TOD, Sustainable Transportation, Kabul District 11, TOD Index

February 2025, 75 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
GİRİŞ.....	1
Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	2
Araştırma Soruları ve Hipotezler	2
Araştırmanın Akışı.....	2
KURAMSAL TEMELLER.....	4
Sürdürülebilir Kalkınma ve Sürdürülebilir Kentleşme	4
Kentleşme ve Motorlu Taşıtların Artışı	6
Otomobil bağımlılığı.....	7
Kentsel planlama ve arazi kullanım kararları.....	8
Sürdürülebilir Ulaşım.....	9
Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) Kavramı	12
Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin Faydaları	14
Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) Türleri.....	14
Toplu Taşıma Odaklı Gelişim İlkeleri	16
Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin Bileşenleri	18
Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) Etkinliğini Ölçme Yöntemleri.....	19
TOD Ölçüm Örnekleri	20
Curitiba, Brezilya	20
Bursa Türkiye.....	22
Arlington, Virginia ABD: Rosslyn-Ballston koridoru	24
MATERYAL ve YÖNTEM	27
Materyal	27
Çalışma alanının genel tanımı.....	27

Çalışma alanındaki mevcut arazi kullanımları.....	28
Kabil'in 11. bölgesinde kent yapısı ve ulaşım durumu	29
Kentsel yayılma ve 11. bölgenin durumu	31
11. Bölgenin TOD değerlendirmesi için seçilme nedenleri	33
Kabil 11. bölgenin TOD alanı olarak değerlendirilmesi.....	34
Araştırmada kullanılan veriler.....	35
Araştırma Yöntemi.....	36
ARAŞTIRMA BULGULARI	38
Kategoriler ve Parametrelerin Hesaplanması.....	38
Yoğunluk.....	38
Arazi kullanım çeşitliliği.....	40
Erişilebilirlik ve tasarım.....	43
Karma kullanım oranı	43
Toplu taşıma durağı mesafesi, durak yoğunluğu	47
Durakların Tod Endekslerinin Hesaplanması	48
Ağırlık değerlerinin hesaplanması	49
Parametre değerlerinin normalizasyonu TOD endeksinin hesaplanması	49
Hesaplanan parametre değerleri	50
Durakların TOD endeks değerleri.....	51
TOD Endeks Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	52
TOD endeks değerleri sonuçları	52
TOD endeksi en yüksek 2 durak	53
TOD endeksi en düşük 2 durak.....	54
TARTIŞMA VE SONUÇ	56
KAYNAKÇA	59
ÖZGEÇMİŞ.....	64

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. TOD Türleri (Jinan, Çin)	15
Tablo 2. TOD'un Sekiz İlkesi	17
Tablo 3. TOD İçin 5 Temel Parametre	18
Tablo 4. TOD İçin 3 Temel Parametre	18
Tablo 5. Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) Sisteminin Temel Özellikleri ve Faydaları	22
Tablo 6. Bursa'da TOD Endeksi Değeri	23
Tablo 7. Rosslyn Metrorail İstasyonu Yakınındaki Konut Projeleri İçin Ulaşım Türü Dağılımları.....	26
Tablo 8. TOD Kriterleri ve Kullanılan Parametreler	38
Tablo 9. Durak Alanlarına Göre Nüfus Yoğunluğu Değerleri	39
Tablo 10. Durak Alanlarına Göre Ticari Alan Yoğunluğu Değerleri.....	40
Tablo 11. 315 Durağının Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması.....	42
Tablo 12. Hese 1 Khairkhaneh Durağının Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması	42
Tablo 13. Hese 2 Khairkhaneh Durağı'nın Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması	42
Tablo 14. Khosht Okhtif Durağının Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması.....	43
Tablo 15. Durakların Arazi Kullanım Çeşitlilik Değerleri	43
Tablo 16. Dört Bölgedeki Karma Kullanım Oranları Hesaplaması.....	44
Tablo 17. Duraklara Göre Karma Kullanım Oranları.....	45
Tablo 18. Durakların Yeşil Alan Yoğunluğu.....	46
Tablo 19. Durak Alanlarındaki Durak Yoğunluğu	47
Tablo 20. Literatür Örneklerinde Kullanılan TOD Parametrelerine Ait Ağırlık Değerleri	49
Tablo 21. Kategori ve Parametrelere Ait Ağırlık Değerleri	49
Tablo 22. Normalize Edilmiş Parametre Değerleri.....	50
Tablo 23. Khosht OKhtif İçin Ağırlıklı Parametre Değerlerinin Hesaplanması	50
Tablo 24. Kategori Endeksleri	51
Tablo 25. Durakların TOD Endeks Değerleri.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Ulaşımın olumsuz dışsallıkları	5
Şekil 2. Lahor, Pakistan'da BRT hattı (Zolnik, 2018)	12
Şekil 3. Calthorpe'a göre TOD	13
Şekil 4.	16
Şekil 5. Curitiba kenti ulaşım koridorları ve yoğunluk bölgelemesi	20
Şekil 6. Curitiba'da BRT otobüslerine özel şerit uygulaması.....	21
Şekil 7. Bursa'nın kuzey-güney tramvayı T2.....	23
Şekil 8. Bursa'da istasyon başına TOD endeks değerleri	24
Şekil 9. Rosslyn-Ballston TOD koridoru, Arlington, Virginia, ABD	25
Şekil 10. Rosslyn-Ballston Metro Koridoru fotoğrafı.....	25
Şekil 11. Bölge 11, Kabil Afganistan.....	27
Şekil 12. Bölge 11'in Arazi Kullanım Haritası.....	29
Şekil 13. Kabil 11. Bölge'deki işgal edilmiş kaldırımlar.....	30
Şekil 14. Kabil 11. Bölge'nin ana caddesindeki Lise Maryam Pazarı trafik sıkışıklığı	30
Şekil 15. Kabil 11. Bölgesi'ndeki Karayolu ağı taşımacılığı.....	31
Şekil 16. Kabil 11. Bölge'nin karma kullanımlı konut ve apartmanlar	32
Şekil 17. 11.Bölgenin durumu planlı ve plansız alanları.	33
Şekil 18. Bölgesel merkezlere erişim yarıçapı	35
Şekil 19. Çalışmanın yöntem şeması.....	37
Şekil 20. Bölgesel Arazi Kullanım Haritası.	41
Şekil 21. Hese 1 Khairkhaneh durağı karma kullanım oranı hesaplamasında kullanılan mekansal harita	46
Şekil 22. Hese 1 Khairkhaneh durağı yeşil alan yoğunluğu hesaplamasında kullanılan mekansal harita	47
Şekil 23. Hese 1 Khairkhaneh İstasyonu durak yoğunluğu haritası.....	48
Şekil 24. Kabil 11.Bölge TOD endeks değeri sonuç haritası	52
Şekil 25. 4 Durağın TOD endeks değerlerine ait radar grafikleri	53
Şekil 26. En yüksek TOD endeks değerine sahip 2 durak	53
Şekil 27. En düşük TOD endeks değerine sahip 2 durak	55

GİRİŞ

Dünya genelinde kentsel alanlar, çevresel bozulma, kaynakların tükenmesi ve sosyal eşitsizlikler gibi çok sayıda zorlukla karşı karşıyadır. Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyümeyi, sosyal içermeyi ve çevrenin korunmasını teşvik ederek bu sorunları ele almayı amaçlamaktadır (Chen, ve diğerleri, 2022). Hızlı kentleşme, çevre sorunları ve yetersiz ulaşım sistemleri gibi günümüz şehirlerinin karşılaştığı zorluklarla mücadele etmek için toplu taşıma odaklı gelişme (TOD) kavramı önem kazanmaktadır (Aydemir, ve diğerleri, 2018). 1993'larda ortaya atılan bu kavram, arazi kullanımını ulaşım sistemleriyle bütünleştirerek şehirleri daha verimli ve yaşanabilir hale getirmeyi hedeflemektedir. TOD, toplu taşıma durakları etrafında yoğun, yaya dostu ve canlı mahalleler oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, bireysel otomobil kullanımını azaltmakta, yürüme ve bisiklet kullanımını teşvik etmekte ve karma kullanımlı kentsel gelişimi desteklemektedir. TOD, tüm bu özellikleriyle sürdürülebilir ulaşım ve kentsel yaşam konusunda önemli bir girdi sağlamaktadır (Singh ve diğerleri, 2017). Sürdürülebilir ulaşım; doğal kaynakların korunmasını, çevreye zarar vermemeyi, enerji, sağlık, ekonomi ve trafik boyutlarının bir arada ele alınmasını amaçlamaktadır. Kentlerin büyümesiyle birlikte erişilebilirlik, trafik sıkışıklığı ve ulaşım entegrasyonu gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunların çözümünde arazi kullanımı ve ulaşım ağlarının planlanması büyük önem taşımaktadır. Şehir lojistiği, yaşanabilirlik, yeni hareketlilik ve akıllı sistem yönetimi gibi yaklaşımlar bu alanda yol göstericidir. Toplu taşımanın teşvik edilmesi, yaya ve bisiklet ulaşımının desteklenmesi ve raylı sistem yatırımları, bireysel araç kullanımını azaltarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir (Karabak, 2023). Otomobile bağımlı şehirler, sınırlı seçenekler sunarak bazı dezavantajlara yol açmaktadır: Düşük gelirli insanlar genellikle şehir dışında yaşamak zorunda kalmakta ve temel hizmetlere erişimleri kısıtlanmaktadır. Toplu taşıma pahalı olabilmekte ve düşük gelirli aileler gelirlerinin daha büyük bir kısmını buna harcamaktadır. Yatırımlar toplu taşıma yerine karayollarına yapılmaktadır. Trafik sıkışıklığı herkesi, özellikle de düşük gelirli kişileri etkilemekte ve zaman kaybına neden olmaktadır. Bu sorunları çözmek için şehirlerin özel araç kullanımını azaltıp toplu taşımayı teşvik etmesi, seyahat mesafelerini kısaltması ve herkes için erişilebilir bir ulaşım altyapısı sağlaması gerekmektedir. Sürdürülebilir ulaşım için teknoloji, fiyatlandırma politikaları ve arazi kullanımıyla entegre ulaşım planlaması kullanılabilmektedir (Pilatin, 2019).

Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma, Kabil'in 11. Bölgesi'nin Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD) yaklaşımına uygunluğunu araştırmayı amaçlamaktadır. TOD yaklaşımı, özel araç kullanımını azaltarak toplu taşıma sistemlerine geçişi teşvik etmeyi ve kentsel alanlarda karma, kompakt ve yaya erişilebilirliğinin yüksek olduğu bir yapılaşma modelini hedeflemektedir. Bu model, toplu taşıma kullanımını artırarak özel araç bağımlılığını azaltmayı ve sürdürülebilir şehirler yaratmayı amaçlamaktadır (Calthorpe, 1993).

Çalışma kapsamında, Kabil 11. Bölge'nin TOD yaklaşımına uygunluğu, belirlenen 4 farklı TOD merkezi için 650 metrelik yarıçap alanları baz alınarak incelenmiştir. Bu merkezler Khosht Okhtif Alanı, Hese 2 Khairkhaneh, Hese 1 Khairkhaneh ve 315 Bölgesi'dir. Değerlendirmelerde yoğunluk, çeşitlilik, erişilebilirlik, tasarım ve toplu taşıma mesafesi gibi kriterler kullanılmıştır.

Araştırma Soruları ve Hipotezler

Bu araştırma, temelde aşağıdaki araştırma sorularına cevap aramaktadır:

- Kabil'in 11. Bölgesi'ndeki mevcut arazi kullanımı ve ulaşım durumu nedir?
- Bölge'nin TOD yaklaşımına uygunluğu nasıl değerlendirilebilir?
- TOD yaklaşımı, bölgedeki trafik sıkışıklığını, hava kirliliğini ve diğer çevresel sorunları azaltmada ne kadar etkili olabilir?
- Bölge'deki hangi alanlar TOD yaklaşımı için en uygun özelliklere sahiptir?
- Bölge'nin TOD'a uygun hale gelmesi için hangi iyileştirmeler yapılması gerekmektedir?

Kabil'in 11. Bölgesi, TOD yaklaşımının uygulanması için önemli bir potansiyele sahip olmaktadır ve gerekli iyileştirmeler ile bu potansiyel daha da artırılabilir.

Araştırmanın Akışı

Bu çalışma, Kabil'in 11. Bölgesi'nin Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD) yaklaşımına uygunluğunu değerlendirmek için literatür taraması ışığında aşağıdaki adımları takip etmektedir:

- **Veri toplama:** Kabil'in 11. Bölgesi'ndeki mevcut arazi kullanımı, ulaşım durumu ve nüfus verileri toplanmıştır.
- **TOD merkezlerinin belirlenmesi:** 11. Bölge'de 4 adet TOD merkezi belirlenmiştir: Khosht Okhtif Alanı, Hese 2 Khairkhaneh, Hese 1 Khairkhaneh ve 315 Bölgesi.

- TOD kriterlerinin değerlendirilmesi: Her bir TOD merkezi için 650 metre yarıçapında bir yürüme mesafesi belirlenerek, yoğunluk, çeşitlilik, erişilebilirlik, tasarım ve toplu taşıma mesafesi gibi kriterler açısından analizler yapılmıştır.
- TOD endeksinin hesaplanması: Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak her bir alan için TOD endeksi hesaplanmıştır.
- Sonuçların değerlendirilmesi: Elde edilen TOD endeks değerleri radar grafikleri kullanılarak değerlendirilmiş ve 11. Bölge'nin TOD' a uygunluğu tartışılmıştır.



KURAMSAL TEMELLER

Sürdürülebilir Kalkınma ve Sürdürülebilir Kentleşme

Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir kentleşme, son yıllarda önemli ölçüde dikkat çeken ve birbirleriyle doğrudan bağlantılı kavramlardır (Gauthier, 2009). Brundtland Komisyonu tarafından 1987 yılında tanımlanan sürdürülebilir kalkınma, "günümüzün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi kapsamında belirlenen 17 küresel hedeften oluşmaktadır. Bu hedefler, yoksulluk, eşitsizlik, iklim değişikliği, çevresel bozulma, barış ve adalet gibi küresel zorlukların ele alınması için kapsamlı bir plan sunmaktadır. SKA'lar, ekonomik, sosyal ve çevresel sorunların birbirine bağlı doğasını ele alarak herkes için daha sürdürülebilir bir gelecek sağlamayı amaçlamaktadır (Chen, ve diğ. 2022). Sürdürülebilir kentsel kalkınma, SKA'ların başarılmasında kritik bir öneme sahip olmaktadır ve ulaşım bu bağlamda temel bir rol üstlenmektedir. Ulaşım sektörü, bir şehrin çevresel, ekonomik ve sosyal adalet boyutları üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır (T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Özellikle son yıllardaki gelişmeler, karayolu ulaşım sistemlerine olan talebi genişletmiştir. Artan ulaşım talebi, karayolu ağlarının yüksek kalitede hizmet sunma zorunluluğunu artırmıştır. Nüfus artışı ve kentleşmeyle birlikte araç sayısındaki yükseliş, karayolu sistemlerini doyumluğa ulaştırmakta ve çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunlar, trafik sıkışıklığı gibi uzun süredir var olan problemlerden, olumsuz çevresel etkiler gibi sorunlara kadar uzanmaktadır. Günümüzde kentlerin yaşadığı genel sorunlar arasında ise; emisyonlar, gürültü kirliliği, trafik sıkışıklığı, kazalar ve yanlış arazi kullanımları yer almaktadır (Tablo 1) (Öztaş Karlı ve Çelikyay, 2022). Bu sorunların çözümünde, güncel teknoloji ürünü olan akıllı ulaşım sistemleri kullanılmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım sistemlerini önceliklendiren şehirler, çevresel bozulmayı azaltabilmekte, ekonomik büyümeyi teşvik etmekte ve tüm vatandaşlar için adil erişimi sağlayabilmektedir. Böylece, SKA'nın kapsayıcı, dirençli ve çevreye duyarlı kentsel alanlar oluşturma hedefleriyle uyumlu hareket edilebilmektedir. Sürdürülebilir şehirlerde ulaşım sistemleri, yaya ulaşımına, bisiklete ve toplu taşımaya öncelik verecek şekilde tasarlanmıştır (Al-Raeei, 2024).



Şekil 1. Ulaşımın olumsuz dışsallıkları

Bu ulaşım modları yalnızca çevre dostu olmakla kalmamakta, aynı zamanda vatandaşların sağlık ve esenliğine de katkıda bulunmaktadır. Yaya, bisiklet ve toplu taşıma ulaşım türleri, trafik sıkışıklığını ve hava kirliliğini azaltarak kentleri daha yaşanabilir ve sağlıklı bir yer haline getirebilmektedir. Sürdürülebilir şehirler ayrıca ulaşım sistemlerini arazi kullanım kararlarıyla bütünleştirmeye odaklanmaktadır. Bu, yerleşim alanlarının, işyerlerinin ve sosyal olanakların birbirine yakın konumlandırılması, seyahat ihtiyacının azaltılması ve sürdürülebilir ulaşım modlarının kullanımının teşvik edilmesi anlamına gelmektedir (Loo, & du Verle, 2017). Sürdürülebilir şehirlerde ulaşımın önemli bir yönü akıllı ulaşım sistemlerinin (AUS) kullanılmasıdır. AUS, trafik akışını optimize etmek, trafik sıkışıklığı azaltmak ve toplu taşımanın verimliliğini artırmak için teknolojiden yararlanmaktadır. Bu, yalnızca seyahat sürelerini azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda yakıt tüketimini ve emisyonları azaltarak çevresel etkiyi de en aza indirmektedir (Lin, Wang & Ma, 2017). Ayrıca, sürdürülebilir şehirler elektrikli araçların, Toplu Taşıma Otobüs Sistemleri (BRT) ve diğer alternatif yakıtlı araçların kullanımını teşvik etmektedir. Elektrikli araçlar sıfır egzoz emisyonu üreterek daha temiz bir hava ve daha sağlıklı bir çevreye katkıda bulunmaktadır. Sürdürülebilir şehirler, elektrikli araç sahipliği için sübvansiyonlar ve vergi indirimleri gibi teşvikler sunmakta ve yollardaki bu araçların artan sayısını desteklemek için şarj altyapısına yatırım yapmaktadır. Ayrıca, şehirler trafik sıkışıklığını azaltmak, toplu taşıma verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri en aza indirmek için BRT sistemlerinin gelişimine öncelik vermektedir (Zolnik, Malik, & Irvin-Erickson, 2018). İkinci olarak, ulaşımında sürdürülebilirlik, ekonomik bir ulaşım sağlama anlamına gelmektedir. Bu, ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı desteklerken aynı zamanda tüm

vatandaşlar için uygun fiyatlı ve erişilebilir ulaşım sistemleri oluşturmayı içermektedir. Üçüncü olarak, sosyal eşitlik gerekliliği vurgulanmaktadır. Ulaşım sistemlerinin gelirleri, yaşları veya yetenekleri ne olursa olsun tüm vatandaşlar için eşit erişim sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Son olarak, ulaşımında sürdürülebilirlik, tüm kullanıcılar için güvenlik ve emniyetin sağlanmasını içermektedir. Güvenli altyapı tasarımı, trafik sakinleştirme önlemlerinin uygulanması ve trafik güvenliği eğitiminin desteklenmesi bu kapsamdaki eylemlerdir (Fang, ve diğ. 2023).

Kentleşme ve Motorlu Taşıtların Artışı

Sanayi Devrimi'nden bu yana kentleşmenin hızlanması, motorlu taşıtların çoğalmasıyla ayrılmaz bir şekilde bağlantılı olmuştur. Şehirler büyüdükçe ve nüfus kent merkezlerinde yoğunlaştıkça, verimli ulaşım sistemlerine olan talep de artmıştır (Nakamura 2004). Kişisel hareketliliği kolaylıkla sağlayan motorlu taşıtla ulaşım, kentsel peyzajları ve yaşam tarzlarını şekillendiren baskın bir güç olarak ortaya çıkmıştır. Ancak, bu ilişki karmaşık ve zorluklarla dolu olup, kentsel planlama, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal eşitlik açısından önemli sonuçlar doğurmuştur (Orieno, 2024). Kentleşmenin ilk aşamalarında şehirler, atlı arabalar ve ilkel toplu taşıma araçları dışında sınırlı ulaşım seçeneklerine sahip, genellikle kompakt ve yürünebilir niteliktedir (Alvarado, 2022). İçten yanmalı motorun icadı ve 19. yüzyılın sonları ile 20. yüzyılın başlarında otomobillerin seri üretimi, kentsel ulaşımında devrim yaratmıştır. Otomobiller, bireylere bağımsız ve daha uzun mesafelere seyahat etme özgürlüğü sunarak şehirlerin genişlemesine ve banliyölerin ortaya çıkmasına katkıda bulunmuştur.

Bu süreç, II. Dünya Savaşı'ndan sonra, birçok ülkede otomobil merkezli kentsel planlama ve altyapı geliştirmenin yükselişiyle hızlanmıştır (Eckermann, 2001). Motorlu taşıtların artan satın alınabilirliği ve erişilebilirliği, özellikle gelişmiş ülkelerde otomobil sahipliğinde önemli bir artışa yol açmıştır. Motorizasyon olarak bilinen bu olgu, kentsel alanları, peyzajı ve yaşam tarzlarını dönüştürmüştür (Kenworthy, 2011). Şehirler, artan araç sayısına uyum sağlamak için genellikle toplu taşıma ve yaya dostu alanlar yerine yol altyapısına büyük yatırımlar yapmıştır (Vuchic, 2008). Otomobilin egemenliği kentsel biçimi şekillendirmiş, genişleyen banliyölere, daha geniş sokaklara ve konut, ticaret ve sanayi bölgelerinin ayrışmasına yol açmıştır (Adams, 2022). Motorlu taşıtlar, kişisel hareketlilik ve daha kolay ulaşım açısından yadsınamaz faydalar sağlarken, çoğalmaları bir dizi zorluğu da beraberinde getirmiştir. Trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve gürültü kirliliği kentsel alanlarda giderek daha yaygın hale gelmiştir (Lowe, 2007). Özel otomobillere olan bağımlılık, araç satın alamayan kişilerin fırsatlara ve hizmetlere sınırlı erişimiyle karşı karşıya kalması nedeniyle sosyal eşitsizliklere katkıda bulunmuştur. Dahası, motorlu taşıtların çevresel etkisi, özellikle

sera gazı emisyonlarına ve iklim değişikliğine katkıları, giderek artan bir endişe kaynağı haline gelmiştir (Sanchez, 2004).

Kontrolsüz motorlu taşıt kullanımının olumsuz sonuçlarını fark eden birçok şehir, sürdürülebilir kentsel ulaşımı teşvik etmek için politikalar ve stratejiler uygulamaya başlamıştır. Bunlar arasında toplu taşıma sistemlerine yatırım yapmak, yaya ve bisiklet altyapısı oluşturmak ve trafik sakinleştirme önlemleri uygulamak yer almaktadır (Maihan, 2023). Bazı şehirler otomobil kullanımını caydırmak ve alternatif ulaşım biçimlerini teşvik etmek için tıkanıklık ücretleri uygulamış veya belirli bölgelere araç erişimini kısıtlamıştır (Buehler, 2017). Elektromobilité de daha akıllı ve daha sürdürülebilir şehirlere dönüşümde önemli bir rol oynamaktadır. Elektrikli araçların (EV) ve bunlarla ilişkili şarj istasyonu altyapısının kullanılmaya başlanması, hava kirliliğinin ve fosil yakıtlara olan bağımlılığımızın azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Akıllı şehirler, elektrikli araçları elektrik şebekesinin bir parçası haline getirmenin akıllı yollarını sunmaktadır. Elektromobilité ayrıca gürültü kirliliğini azaltmakta ve yerel halkın sağlığını korumaktadır (Endolla Barcelona. 2024).

Ayrıca BRT (Hızlı Otobüs Taşımacılığı), kirliliği ve fosil yakıtlara olan bağımlılığımızı azaltmak için ulaşımında kullanılan modlardan birisi olarak öne çıkmaktadır. BRT, istasyonları, araçları, planlamayı ve akıllı ulaşım sistemlerini entegre bir sistemde birleştiren bir ulaşım sistemidir. BRT sistemleri, tipik olarak ayrılmış şeritlerde otobüs yolu koridorlarını içermekte ve modernize edilmiş otobüs teknolojisini kullanmaktadır. Bu kombinasyon, verimli ve hızlı taşımaya olanak tanımakta, insanları özel araçlar yerine BRT'yi seçmeye teşvik etmekte, böylece genel emisyonları azaltmakta ve daha temiz bir çevreyi teşvik etmektedir (Susilo, 2007).

Otomobil bağımlılığı

Otomobil bağımlılığı, kentleşme ve motorlu taşıtların yükselişiyle yakından ilişkili bir olgu olup, şehirlerin ve sakinlerinin ulaşım için büyük ölçüde özel araçlara bağımlı hale geldiği, genellikle diğer ulaşım biçimlerinin ve genel kentsel sürdürülebilirliğin zararına olan bir durumu tanımlamaktadır. Bu bağımlılık, otomobilleri önceliklendiren kentsel planlama ve altyapı tasarımı, özel araç kullanımını pekiştiren bireysel yaşam tarzları ve seyahat davranışlarına kadar çeşitli şekillerde kendini göstermektedir. Otomobil bağımlılığının nedenlerini, sonuçlarını ve potansiyel çözümlerini anlamak, daha sürdürülebilir ve yaşanabilir kentsel ortamlar yaratmak için çok önemlidir (Kenworthy, 2017). Otomobil bağımlılığına katkıda bulunan çeşitli faktörler vardır. İlk olarak, düşük yoğunluklu gelişme ve kentsel yayılma, daha uzun seyahat mesafelerini gerektirmekte ve yürümeyi, bisiklete binmeyi veya toplu taşımayı daha az elverişli veya daha az uygulanabilir hale getirmektedir. İkinci olarak,

toplu taşımaya yapılan yetersiz yatırım, seyrek hizmete, sınırlı kapsama ve güvenilir programlara yol açarak insanları daha güvenilir bir seçenek olarak özel araçlara yönlendirmektedir. Üçüncü olarak, geniş yollar, geniş park alanları ve sınırlı yaya veya bisiklet altyapısı ile otomobil merkezli altyapı tasarımı, araç kullanımını pekiştirmekte ve alternatif ulaşım biçimlerinin cazibesini düşürmektedir (Belzer, 2002). Otomobil bağımlılığının sonuçları geniş kapsamlıdır ve kentsel yaşamın çeşitli yönlerini etkilemektedir. Artan trafik sıkışıklığı, yaygın bir sonuç olup, boşa harcanan zamana, azalan üretkenliğe ve işe gidip gelenler için artan stres seviyelerine yol açmaktadır (Kenworthy, 2017). Araçlardan kaynaklanan hava kirliliği ve sera gazı emisyonları, iklim değişikliğine ve solunum sağlığı sorunlarına katkıda bulunmaktadır. Trafikten kaynaklanan gürültü kirliliği, yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve hatta sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca, otomobil bağımlılığı, otomobil alamayanların iş, eğitim ve diğer fırsatlara sınırlı erişimle karşı karşıya kalması nedeniyle sosyal eşitsizlikleri şiddetlendirmektedir (UKHSA. 2023). Otomobil bağımlılığının ele alınması, temel nedenleri ele alan ve alternatif ulaşım biçimlerini teşvik eden çok yönlü bir yaklaşım gerektirmektedir. Kapsamı genişletmeye, sıklığı artırmaya ve farklı ulaşım biçimlerini entegre etmeye odaklanarak verimli ve güvenilir toplu taşımaya yatırım yapmak sürdürülebilir kentleşme için daha doğru bir ulaşım sistemi tercihidir. Özel bisiklet yolları, daha geniş kaldırımlar ve yayalaştırılmış bölgeler gibi yaya ve bisiklet dostu altyapı oluşturmak, aktif seyahati teşvik etmekte ve özel araca olan bağımlılığı azaltmaktadır. Kompakt ve karma kullanımlı gelişmeyi teşvik eden planlama politikalarının uygulanması, seyahat mesafelerini azaltarak alternatif ulaşım biçimlerini daha uygulanabilir hale getirebilmektedir. Ayrıca, tıkanıklık ücretleri, park kısıtlamaları ve daha yüksek yakıt vergileri gibi politikalar yoluyla özel araç kullanımını caydırmak, insanları daha sürdürülebilir ulaşım biçimlerine yönelmeye teşvik edecektir. Elektrikli araçları ve paylaşımlı mobilite hizmetlerini teşvik etmek de ulaşımın çevresel etkisini azaltmaya katkıda bulunacaktır (C40 Şehirleri. 2019).

Kentsel planlama ve arazi kullanım kararları

Arazi kullanım kararları, en basit ifadeyle, doğal çevrenin veya el değmemiş alanların yerleşim yerleri ve yarı doğal habitatlar gibi yapılı çevreye dönüştürülmesi sürecindeki kararlar anlamına gelmektedir. Bu bağlamda arazi kullanıma dair kararlar, geniş ölçekli kentsel biçim ve yapıyı, belirli parsellerin kullanım ve yoğunluklarını ve peyzaj ve kentsel tasarım gibi mikro ölçekli unsurları ele alarak kentsel alanların planlamasını içermektedir. Bu planlama süreci, toplumun otomobillere olan bağımlılığını azaltmaya odaklanırken, ulaşım altyapısını da farklı modlar ışığında dikkate almaktadır. Kentsel toplulukların yaşam kalitesine ve kentsel yaşamın sürdürülebilirliğine katkıda bulunan alternatif ulaşım biçimlerini teşvik etmektedir. Arazi

kullanımıyla ilgili çeşitli faktörler otomobil bağımlılığını önemli ölçüde etkilemektedir. Daha düşük yoğunluklar varış noktaları arasında daha büyük mesafelere yol açarak araba kullanımını teşvik ederken, daha yüksek yoğunluklar daha kısa yolculukları ve alternatif ulaşım biçimlerini desteklemektedir. Karma kullanımlı gelişmeler konut, ticari ve ofis alanlarını entegre ederek seyahat ihtiyacını azaltmakta ve yürümeyi ve bisiklete binmeyi teşvik etmektedir. İyi bağlantılı sokak ağları daha fazla güzergâh esnekliği sağlayarak araç bağımlılığını en aza indirirken, bağlantısız ağlar genellikle araç kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yürüme veya bisiklete binme mesafesindeki temel hizmetlere erişilebilirlik, araç bağımlılığını daha da azaltmaktadır (Parker, 1993). Kent planlamada yayalara, bisikletlilere ve toplu taşımaya öncelik verilmesi, otomobil bağımlılığını azaltarak daha sürdürülebilir seyahat seçenekleri sunmaktadır. Otomobil odaklı gelişme modellerini dönüştürmek, seyahat davranışını önemli ölçüde etkileyerek özel araç kullanmak yerine yürümeyi, bisiklete binmeyi ve toplu taşıma kullanımını teşvik etmektedir. Araştırmalar, otomobil bağımlılığının sokak ağı bağlantısallığı, otomobil mevcudiyeti, nüfus ve iş yoğunluğu ve toplu taşıma arzı ile yakından ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Arazi kullanımları ve buna yönelik plan kararları, çeşitli seyahat seçenekleri sunarak ve ulaşım tercihlerini şekillendirerek otomobil bağımlılığını azaltmada hayati bir araç haline gelmektedir (Zhang 2006).

Sürdürülebilir Ulaşım

Sürdürülebilir ulaşım için en kapsamlı tanımlardan biri Winnipeg Üniversitesi tarafından yapılmaktadır. Bu tanıma göre sürdürülebilir bir ulaşım sistemi, çevresel etkileri en aza indiren, sosyal eşitliği teşvik eden ve ekonomik canlılığı destekleyen bir sistemdir. Sürdürülebilir ulaşım sera gazı emisyonlarının, hava kirliliğinin ve trafik sıkışıklığının ana nedenlerinden biri olan özel araçlara olan bağımlılığı azaltmak ve yürüyüş, bisiklet ve toplu taşıma gibi daha sürdürülebilir ulaşım biçimlerine geçmek anlamına gelmektedir. Sürdürülebilir ulaşım sistemleri, verimliliği, erişilebilirliği, güvenliği ve çevresel sorumluluğu önceliklendirmektedir. Ulaşım faaliyetleriyle ilişkili sera gazı emisyonlarını, hava ve gürültü kirliliğini ve arazi tüketimini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu durum, daha temiz yakıtlara ve araçlara yatırım yapmayı, trafik akışını optimize etmeyi ve daha fazla alan tasarrufu sağlayan ulaşım biçimlerini teşvik etmeyi içermektedir. Ayrıca, sürdürülebilir ulaşım sistemleri, gelir, yaş veya yetenek durumuna bakılmaksızın toplumun tüm üyeleri için güvenli, uygun fiyatlı ve güvenilir ulaşım erişim sağlamaya çalışmaktadır (Khazae, 2018). Sürdürülebilir ulaşımı sağlamak, arazi kullanımı, ulaşım altyapısı, teknoloji ve bireysel seyahat davranışı gibi çeşitli faktörler arasındaki etkileşimi dikkate alan bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir (State of Green, 2022). Kentsel planlama, ulaşım modellerini şekillendirmede önemli bir rol

oynamaktadır. Konut, ticari ve rekreasyon alanlarının entegre edildiği kompakt, karma kullanımlı gelişme, seyahat mesafelerini azaltmakta ve yürüyüş, bisiklet ve toplu taşıma kullanımını teşvik etmektedir. Bunun aksine, yayılmacı, otomobil bağımlı gelişme kalıpları daha uzun yolculukları gerektirmekte ve özel araçlara olan bağımlılığı pekiştirmektedir (ACEEE, 2023). Verimli ve güvenilir toplu taşımaya yatırım yapmak, sürdürülebilir ulaşımın önemli bir temel taşı olmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım, kapsama alanını genişletmeyi, sıklığı iyileştirmeyi ve sorunsuz ve rahat seyahat seçenekleri sağlamak için farklı ulaşım biçimlerini entegre etmeyi içermektedir. Ayrıca, özel bisiklet yolları, daha geniş kaldırımlar ve yayalaştırılmış bölgeler gibi yaya ve bisiklet dostu altyapı oluşturmak, aktif seyahati teşvik ederek otomobile olan bağımlılığı azaltmaktadır (C40 Cities, 2019). Teknolojik gelişmeler de sürdürülebilir ulaşımı şekillendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Elektrikli araçlar, paylaşımlı mobilite hizmetleri ve otonom araçlar, ulaşımın çevresel etkisini azaltma ve kentsel yaşanabilirliği iyileştirme potansiyeli sunmaktadır. Bununla birlikte, bu teknolojilerin tüm kent sakinlerine fayda sağlayacak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edecek şekilde entegre edilmesini sağlamak için planlama büyük önem taşımaktadır (Brears, 2024). Ulaşım, metropol alanlardaki çözüm gerektiren en acil sorunlardan birisidir. Bu sorunu hafifletmek için potansiyel bir çözüm, toplu taşımanın verimliliğini ve erişilebilirliğini artırmak için şehirlerde Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) sistemlerinin geliştirilmesidir. Kentsel ulaşımın kritik altyapı unsurlarından biri olan Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) sistemi, trafik akışını hızlandırmada ve seyahat taleplerini karşılamada hayati bir rol oynamaktadır. Ekonomik, sosyal, çevresel ve kültürel açılardan, BRT sistemi sürdürülebilir ulaşım gelişimini teşvik etmek için uygulanabilir bir seçenek olarak kabul edilmektedir. Bu sistemin kaza oranlarında, seyahat maliyetlerinde ve enerji tüketiminde azalma, güvenlik, yaşam kalitesi ve seyahat süresi verimliliğinde iyileşme gibi faydaları, onu kentsel ulaşım stratejileri için bir öncelik haline getirmektedir (Omranzadeh, 2013). Kentsel ulaşımın bu modunun önemi, dünya çapında politika yapımcıları ve kent yöneticilerini, kapsamlı bir yönetim çerçevesi içinde BRT sistemini organize etmeye sevk etmiştir. Çabalar, mevcut araçlardan yararlanmaya ve BRT ile ilgili zorlukları ele almak için sürdürülebilir çözümler geliştirmek üzere uzmanlar arasında disiplinler arası iş birliğini kolaylaştırmaya odaklanmaktadır. Ayrıca, uzmanlar BRT sistemindeki verimsizliğe katkıda bulunan faktörleri belirleyerek performansını ve etkinliğini artırmaya devam etmektedir.

Bu iyileştirmeleri sağlamak için önemli bir yaklaşım, ilgili sürdürülebilirlik göstergelerini tanımlamak, proje bağlamında önemlerini önceliklendirmek ve bulguları karar alma ve politika oluşturma süreçlerinde uygulamaktır. Sürdürülebilirliğe yapılan bu vurgu önemlidir çünkü BRT sistemleri daha sürdürülebilir bir kentsel çevreye çeşitli şekillerde katkıda bulunabilmektedir:

- Sera gazı emisyonlarını azaltma: Özel araçlardan toplu taşımaya geçişi teşvik ederek, genel trafik sıkışıklığını ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olabilmektedir.
- Hava kalitesini iyileştirme: BRT sistemleri genellikle elektrikli veya hibrit otobüsler gibi daha temiz yakıtlar ve teknolojiler kullanmaktadır ve bu da kentsel alanlarda hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır.
- Erişilebilirliği artırma: BRT sistemleri, hareket kabiliyeti sınırlı olanlar da dahil olmak üzere çok çeşitli kullanıcılar için uygun fiyatlı ve erişilebilir ulaşım seçenekleri sağlamakta, sosyal eşitliği ve sürdürülebilirliği teşvik etmektedir.
- Kentsel canlanmayı destekleme: BRT koridorları, özellikle yetersiz hizmet alan bölgelerde kentsel yenilenme ve ekonomik kalkınma için katalizör görevi görmektedir ve daha sürdürülebilir ve kapsayıcı bir kentsel dokuyu teşvik etmektedir.

BRT sistemleri, kentsel hareketliliği iyileştirmek ve sürdürülebilir ulaşımı teşvik etmek için uygun maliyetli ve esnek bir yaklaşımı temsil etmektedir. Raylı sistemlerin avantajlarını otobüs sistemlerinin esnekliğiyle birleştirerek, ulaşım ağlarını geliştirmek ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak isteyen şehirler için uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır (Moghaddam 2017).

Örneğin, Lahor'daki BRT, faaliyete geçtiği günden bu yana, trafikte toplu hareketlilik için çok önemli bir hat olmuştur ve bu durum yüksek ve düzenli yolcu sayılarında izlenebilmektedir. Somut bulguların ötesinde öğrenilen şey, Lahor'daki tek koridorlu BRT'nin, özellikle düşük gelirli, öğrenciler, çalışanlar, farklı yaş gruplarından her kesim için önemli bir toplu taşıma aracı olduğudur (Malik 2021).



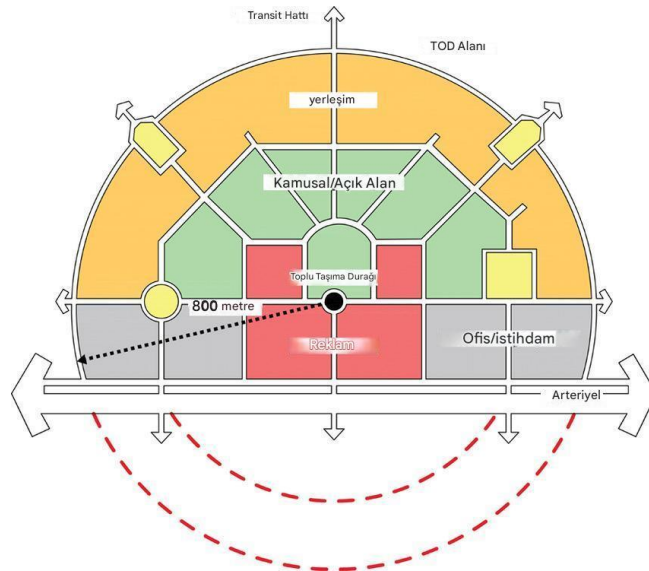
Şekil 2. Lahor, Pakistan'da BRT hattı (Zolnik, 2018)

Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) Kavramı

Kentsel planlamada sürdürülebilirlik giderek önem kazanırken, Akıllı Büyüme ve Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD-Transit Oriented Development) gibi stratejiler ön plana çıkmaktadır. Toplu taşıma odaklı gelişim (TOD), yüksek kaliteli toplu taşıma sistemleri etrafında canlı ve yürünebilir topluluklar yaratmayı amaçlayan bir kentsel planlama yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, toplu taşıma istasyonları ve koridorlarının yürüme mesafesinde kompakt, karma kullanımlı gelişim alanları yaratılmasını içermekte ve bu sayede bölge sakinleri ve ziyaretçilerin birincil ulaşım şekli olarak toplu taşımayı kullanmalarını teşvik etmektedir. TOD, yaya dostu ortamları, bisiklet altyapısını ve konut, ticari ve rekreasyon alanları dahil olmak üzere çeşitli arazi kullanımlarını önceliklendirerek topluluk duygusunu geliştirmekte ve otomobillere olan bağımlılığı azaltmaktadır. Bu yaklaşım yalnızca sürdürülebilir ulaşımı teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda sera gazı emisyonlarının azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, ekonomik canlılığın artırılması ve sosyal eşitliğin güçlendirilmesi gibi bir dizi faydaya da katkıda bulunmaktadır (Thomas, 2018). TOD kavramının kökleri, 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarına, tramvay banliyölerinin yükselişine ve erken raylı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesiyle aynı döneme dayanmaktadır. Bununla birlikte, modern TOD kavramı, 1980'lerde ve 1990'larda, büyük ölçüde kompakt,

karma kullanımlı gelişimi ve yaya dostu kentsel tasarımı savunan Peter Calthorpe ve diğer yeni şehircilik düşünürlerinin çalışmalarından etkilenecek ortaya çıkmıştır. Calthorpe'un 1993 yılında yazdığı “The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream” adlı kitabı, arazi kullanımı ve ulaşım planlamasının entegrasyonunu vurgulayarak daha sürdürülebilir ve yaşanabilir topluluklar yaratmak için TOD'un ilkelerini ortaya koymuştur (Calthorpe, 1993). Onun çalışmaları, günümüzde birçok şehirde uygulanan TOD projelerinin temelini oluşturmaktadır (Karabak, 2023). Bu projeler, toplu taşıma duraklarına yakın (400-800 metre) yerleşim alanlarını kapsayarak insanların yaya olarak ulaşımını kolaylaştırmaktadır (Lokku *et al.*, 2020).

Calthorpe TOD prensiplerine dayalı bir kentsel planlama modelini Şekil 3.1'deki gibi göstermektedir. Yarım daire formundaki yerleşim düzeni, merkezinde bir toplu taşıma durağı barındırmakta ve bu noktadan itibaren fonksiyonel alanlara doğru yayılmaktadır. İç kısımdaki yeşil alanlar kamusal ve açık alanları temsil ederken, çevresinde konumlanan sarı renkli bölgeler yerleşim alanlarını göstermektedir. Toplu taşıma durağının çevresindeki kırmızı alanlar ticaret fonksiyonlarını içermekte olup, daha dış kesimde yer alan gri bölgeler ise ofis ve istihdam alanlarını kapsamaktadır. Şekilde gösterilen 800 metrelik mesafe ise TOD ilkeleri doğrultusunda yürünebilirlik mesafesini ifade etmektedir. Ayrıca ana arter yollar, alanın erişilebilirliğini artıran temel unsurlar olarak planlanmıştır. Bu tasarım, sürdürülebilir kentsel gelişim ve toplu taşımaya dayalı bir yaşam modelini desteklemeyi amaçlamaktadır.



Şekil 3. Calthorpe'a göre TOD

Toplu Taşıma Odaklı Gelişmenin Faydaları

Toplu taşıma odaklı gelişme (TOD), sadece ulaşım verimliliğini artırmanın ötesine geçen çok sayıda fayda sunmaktadır. Toplu taşıma istasyonları etrafında yoğun ve karma kullanımlı yerleşimler oluşturarak çevresel sürdürülebilirliğe, ekonomik refaha, sosyal eşitliğe ve yaşam kalitesinin artmasına katkıda bulunmaktadır. TOD'un en önemli çevresel faydalarından biri, sera gazı emisyonlarının azaltılmasıdır. Toplu taşıma, yaya ve bisiklet kullanımını teşvik ederek, hava kirliliğinin ve sera gazlarının ana kaynağı olan özel araçlara olan bağımlılığın azalmasına yardımcı olmaktadır. Araştırmalar, TOD bölgelerinde yaşayanların, araca bağımlı banliyölerde yaşayanlara kıyasla daha az araç kullanma eğiliminde olduklarını ve daha küçük bir karbon ayak izine sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca, TOD, trafik sıkışıklığını azaltarak ve elektrikli otobüs ve trenler gibi daha temiz ulaşım alternatiflerinin kullanımını teşvik ederek hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu durum, özellikle hava kirliliği seviyelerinin yüksek olduğu bölgelerde önemli halk sağlığı faydaları sağlamaktadır (Gu, Chen, Zengras, ve Jiang, 2019).

Ekonomik açıdan bakıldığında, TOD, toplu taşıma istasyonlarının çevresinde canlı ve yürünebilir ticari bölgeler oluşmasını teşvik ederek yerel ekonomileri canlandırabilmektedir. Bu bölgeler işletmeleri çekmekte, istihdam yaratmakta ve emlak değerlerini artırarak şehirler için daha güçlü bir vergi tabanına katkıda bulunmaktadır. TOD ayrıca, özellikle toplu taşımaya bağımlı olanlar için, sakinlerin istihdam olanaklarına erişimini de artırmaktadır. TOD, işyerlerinin toplu taşıma merkezlerine yakın konumlandırılarak, ulaşım sürelerini ve maliyetlerini azaltabilmekte, düşük gelirli sakinler için ekonomik fırsatları iyileştirerek sosyal eşitliği destekleyebilmektedir. TOD ayrıca canlı kamusal alanlar yaratılmasını ve yaya aktivitesinin teşvik edilmesini sağlayarak topluluk duygusunu geliştirmekte ve sosyal etkileşimi artırmaktadır. TOD'larda ki karma kullanımlı gelişmeler, sakinlere yürüme mesafesinde yaşama, çalışma ve eğlenme fırsatları sunarak bir aidiyet ve yer duygusu oluşturabilmektedir. Bu durum, artan sosyal etkileşime, azalan sosyal izolasyona ve iyileşen ruh sağlığına yol açabilmektedir (Leyden, 2003). Ayrıca TOD, toplu taşıma istasyonlarının yakınında uygun fiyatlı konut seçenekleri ile sunulduğunda, her gelir seviyesinden insanın uygun ve sürdürülebilir ulaşım seçeneklerine erişimini sağlayarak sosyal eşitliği teşvik edebilmektedir (Gomez, Omar, ve Nallusamy, 2019).

Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) Türleri

Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) temel prensipleri tutarlı kalsa da, uygulandığı bağlama göre önemli ölçüde değişebilmekte ve bu da farklı tipolojilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu farklılıklar, toplu taşıma sisteminin türü, çevresel arazi kullanım biçimleri,

yoğunluk seviyeleri ve gelişimin arzu edilen karakteri gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. TOD türlerini kategorize etmenin yaygın bir yolu, gelişimin ölçeğine ve yoğunluğuna bakmaktır. Mahalle TOD türü, otobüs durakları veya tramvay hatları gibi yerel toplu taşıma istasyonlarının etrafında küçük ölçekli, yaya dostu gelişmelere odaklanmaktadır. Bunlar genellikle köy benzeri bir atmosfer yaratmaya odaklanarak, alçak katlı, karma kullanımlı binalara öncelik vermektedir (Carlthorpe, 1993). Diğer taraftan Kentsel Merkez TOD türleri, bölgesel tren istasyonları veya metro kavşakları gibi büyük toplu taşıma merkezlerinin etrafında daha büyük ölçekli, daha yüksek yoğunluklu gelişmeleri içermektedir. Bunlar genellikle, yoğunluğu en üst düzeye çıkarmaya ve canlı bir kentsel çekirdek yaratmaya odaklanarak konut, ticari ve ofis alanlarının bir karışımını barındırmaktadır (Cervero, 2004).

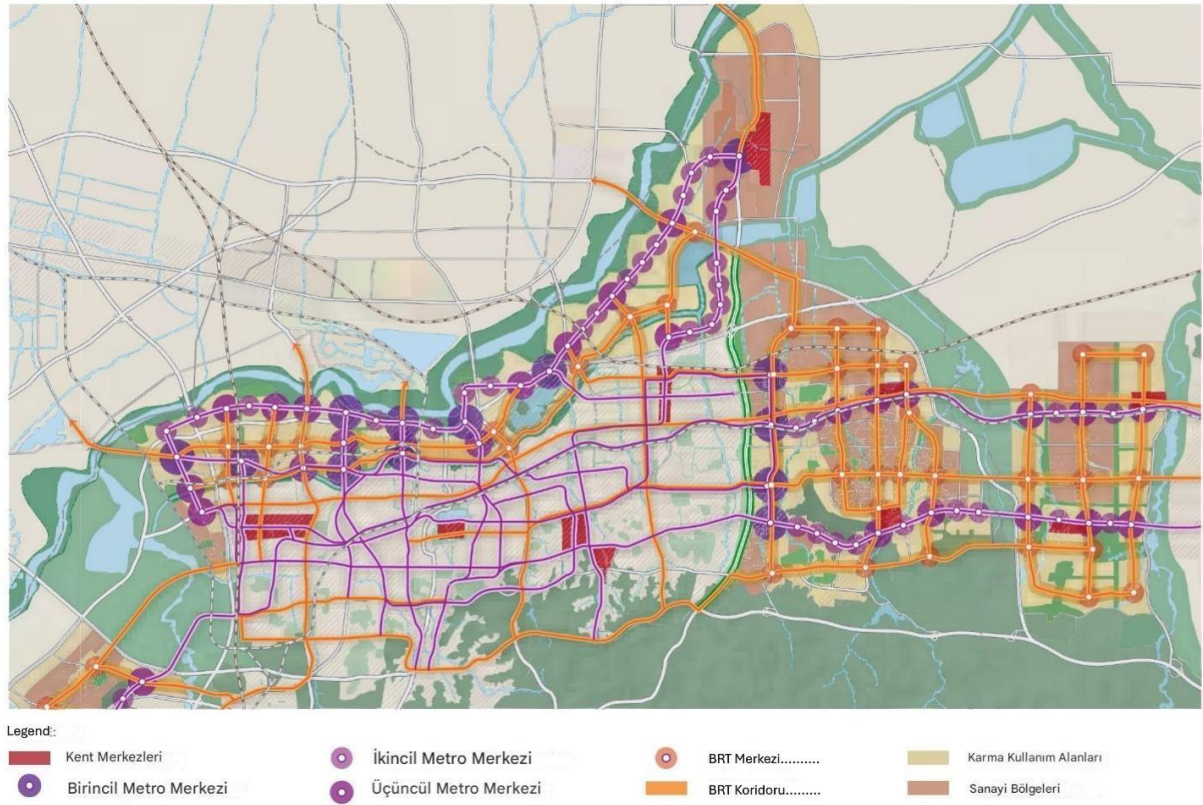
Çin'in Jinan şehrindeki TOD'ler farklı tür olarak önemlidir ve mekan tiplerine göre karma kullanım alanları ve sanayi alanları da dahil olmak üzere beş tür aktarma merkezi olarak sınıflandırılmaktadır. Birincil Merkez, iki metro hattının kesişim noktasında yer alır ve metro hizmetleri arasında sorunsuz aktarmaları kolaylaştırmaktadır; İkincil Merkez, bir metro hattı ile bir BRT hattının kesişim noktasında stratejik olarak konumlanmıştır ve bu iki ulaşım modu arasında verimli aktarmalara olanak tanımaktadır; Üçüncül Merkez, tek bir metro hattı boyunca yer almakta ve metro ağına erişim sağlamaktadır; BRT Merkezi, iki BRT hattının birleştiği noktada bulunmakta ve BRT sistemi içinde rahat aktarmalara olanak vermektedir; ve BRT Koridoru, bir BRT rotası boyunca yer almakta ve BRT ağına erişim sunmaktadır. Jinan, Çin'deki her bir Aktarma Merkezi için standartlar, karşılaştırılabilir vakalar aracılığıyla oluşturulmuştur ve sayısal verileri aşağıdaki Şekil 3.2 ve tablo 3.1'de gösterilmektedir. (Peng, *et al.* 2020).

Tablo 1. TOD Türleri (Jinan, Çin)

Yeni Gelişim Alanları için Varsayımlar Yer Türü	Yarıçap ve Alan	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/hektar)	İş Yoğunluğu (İş/hektar)	Kişi Başına Düşen m ²
Birincil Merkez Metro-Metro Aktarma İstasyonu	1000 m 314 ha	300	150	33
İkincil Merkez Metro-BRT Aktarma İstasyonu	800 m 201 ha	300	150	33
Üçüncül Merkez Metro İstasyonu	600 m 113 ha	250	75	40

Tablo 1. (devamı)

BRT Merkezi BRT-BRT Aktarma İstasyonu	600 m 113 ha	250	75	40
BRT Taşıma Koridoru	800 m Değişken	200	50	50
Karma Kullanım	Değişken	150	30	67
Endüstriyel	Değişken	10	100	



Şekil 4.

Şekil 4'te gösterilen bu sınıflandırma sistemi, TOD'ların toplu taşıma kapasitesine göre konumlandırılmasını önermektedir. Bu kapasite, Çin'in Jinan şehri için hazırlanan bölgesel planda her bir TOD tipinin gelişme yoğunluğunu belirlemede yol gösterici faktör olarak hizmet etmektedir (HDR | Calthorpe 2022).

Toplu Taşıma Odaklı Gelişim İlkeleri

Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD), yüksek kaliteli toplu taşıma etrafında odaklanan, yürünebilir, canlı ve sürdürülebilir topluluklar yaratmayı amaçlayan bir dizi temel ilkeye dayanmaktadır. Bu ilkeler, farklı bağlamlara uyarlanabilir olmakla birlikte, arazi kullanımı ve ulaşım planlamasını entegre ederek TOD'un faydalarını en üst düzeye çıkarmak için bir çerçeve

sunmaktadır. Temel ilkelerden biri yaya önceliğidir. TOD'lar, geniş kaldırımlar, yaya geçitleri ve iyi aydınlatılmış sokaklar dahil olmak üzere konforlu ve güvenli yaya altyapısıyla yürünebilir şekilde tasarlanmaktadır. Bu, bölge sakinlerini ve ziyaretçileri toplu taşıma istasyonlarına, yerel olanaklara ve iş merkezlerine yürümeye teşvik ederek arabalara olan bağımlılığı azaltmakta ve fiziksel aktiviteyi teşvik etmektedir (Calthorpe, 1993). Diğer bir önemli ilke ise karma kullanımlı gelişimdir. TOD'lar, konut, ticari, ofis ve rekreasyon alanları gibi çeşitli arazi kullanımlarını toplu taşıma istasyonlarının yürüme mesafesinde entegre etmektedir. Bu, insanların araç ile uzun mesafeler kat etmeye gerek kalmadan yaşayabileceği, çalışabileceği ve eğlenebileceği, çeşitli ve canlı bir ortam yaratmaktadır (Cervero, 2004). Yoğunluk, bağlanabilirlik ve erişilebilirlik, TOD'un önemli ilkeleridir. Yoğunluk, gelişimi toplu taşıma istasyonları etrafında yoğunlaştırarak verimli toplu taşıma operasyonlarını ve canlı yerel olanakları mümkün kılmaktadır. Bağlanabilirlik, yayalar ve bisikletliler için iyi bağlantılı sokak ağları sağlarken, erişilebilirlik, toplu taşıma istasyonlarına yürüme mesafesindeki, tüm kullanıcılar için kapsayıcı olacak şekilde tasarlanmış gelişmelere odaklanmaktadır. Derakhshan ve diğerleri (2023), TOD ilkelerini sekiz kategori Tablo 3.2'de detaylandırmıştır.

Tablo 2. TOD'un Sekiz İlkesi

İlke	Genel Amaç	Ölçütler
Yaya	Yürümeyi teşvik eden, yaya dostu mahalleler oluşturulması	Yaya alanları, yürünebilirlik, evrensel erişim, etkinlik, güvenlik ve konfor sağlayan tasarımlar
Bisiklet	Motorlu olmayan ulaşım ağına öncelik verilmesi	Bisiklet kullanımını destekleyen güvenli ve kolay erişilebilir bisiklet yolları ve park alanları
Bağlantı	Yoğun bir yol ve patika ağı oluşturulması	Yaya ve bisiklet yolları (kısa, düz, çeşitli ve geniş)
Toplu Taşıma	Geliştirme projelerinin yüksek kaliteli ve kapasiteli toplu taşıma ağına yakın konumlandırılması	Kentsel gelişim, yüksek kaliteli toplu taşıma ve şehir merkezine kısa yürüme mesafesi Toplu taşıma duraklarına yaya erişimi
Karışık Kullanım	Farklı gelir gruplarına, konut tiplerine ve işyerlerine sahip karma kullanımlı alanlar oluşturulması	Toplu taşıma duraklarının yakınında gerekli işlevler Parklara ve rekreasyon alanlarına erişim, doğal sistemlerin korunması ve tarihi ve kültürel kaynakların korunması
Yoğunlaşma	Arazi kullanım yoğunluğunun ve faaliyetinin toplu taşıma ağının kapasitesi ile optimize edilmesi ve koordine edilmesi	Daha fazla insanın toplu taşımaya erişebilmesi için yüksek nüfus yoğunluğu
Kompakt	Kısa toplu taşıma yolculukları olan bölgeler oluşturulması	Birbirine yakın ve yürünebilir mesafede toplu taşıma, konut, iş ve sosyal alanlar
Yönlendirme	Otopark ve yol kullanımının düzenlenerek hareketliliğin artırılması	Düşük araç kullanım oranı Toplu taşıma, yürüme ve bisiklet kullanımını

Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin Bileşenleri

Toplu Taşıma Odaklı Gelişim, yaygın olarak Transit Odaklı Gelişim olarak da adlandırılmakta, canlı, sürdürülebilir ve insan merkezli kentsel ortamlar yaratmak için birlikte çalışan bir dizi birbiriyle bağlantılı bileşen üzerine kurulmaktadır. Bu bileşenler, yalnızca toplu taşıma sağlamanın ötesine geçmekte; kentsel tasarım, arazi kullanımı ve toplum oluşturmaya yönelik kapsamlı bir yaklaşımı içermektedir. TOD'lar için bir çalışmada beş temel prensip kabul edilmektedir. Sürdürülebilir ve erişilebilir kentsel planlama ilkelerini tanımlayan beş temel prensipler: yoğunluk, çeşitlilik, tasarım, varış noktası erişilebilirliği ve toplu taşımaya olan mesafe parametrelerini içermektedir (Hung, 2017).

Tablo 3. TOD İçin 5 Temel Parametre

Parametreler	Açıklama
Yoğunluk	Toplu taşıma kullanımını desteklemek ve canlı, yürünebilir topluluklar oluşturmak için transit istasyonları çevresinde yüksek yoğunluklu gelişim. Konut, ticari ve ofis alanlarının karışımı.
Çeşitlilik	Çeşitli ihtiyaçları karşılamak ve eksiksiz bir topluluk oluşturmak için arazi kullanımlarının (konut, dükkân, ofis, eğlence) ve konut tiplerinin (boyut, fiyat, mülkiyet süresi) karışımı.
Tasarım	Yaya ulaşımına, bisiklet kullanımına ve toplu taşıma kullanımına öncelik veren, otomobiller yerine yayalar için tasarlanmış geniş kaldırımlar, güvenli geçişler ve çekici kamusal alanlara sahip yaya dostu sokak tasarımları.
Mesafe	Erişilebilirliği en üst düzeye çıkarmak ve otomobillere olan bağımlılığı en aza indirmek için transit istasyonlarına yürüme mesafesinde (tipik olarak 800 metre içinde) kompakt gelişim.
Varış Noktası Erişilebilirliği	Uzun mesafeli seyahat ihtiyacını azaltarak TOD alanı içindeki varış noktalarına ve olanaklara (işler, mağazalar, hizmetler, parklar) kolay erişim.

Bir başka çalışmada kullanılan parametreler üç başlıkta toplanmaktadır: yoğunluk, çeşitlilik ve tasarım. Yukarıdaki parametrelere benzer olmakla birlikte, bu parametreler yapılı çevrenin fiziksel özelliklerine ve bunların seyahat davranışı üzerindeki etkisine daha güçlü bir vurgu yapmaktadır (Cervero & Kockelman, 1997).

Tablo 4. TOD İçin 3 Temel Parametre

Parametreler	Açıklama
Yoğunluk	Arazi kullanımını en üst düzeye çıkarmak ve toplu taşıma kullanımını desteklemek için konut, ticari ve ofis alanlarının bir karışımını içeren kompakt gelişim.
Çeşitlilik (Diversity)	Çeşitli ihtiyaç ve tercihleri karşılamak için çeşitli arazi kullanımları (konut, dükkân, ofis, eğlence) ve konut tipleri (boyut, fiyat, mülkiyet süresi).
Tasarım (Design)	Geniş kaldırımlar, güvenli geçişler, bisiklet yolları ve çekici kamusal alanlar gibi özelliklere sahip yaya odaklı tasarım.

Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) Etkinliğini Ölçme Yöntemleri

Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) etkinliğini ölçmek, ulaşım seçenekleri, arazi kullanım modelleri ve çevresel sonuçlar gibi kentsel sürdürülebilirliğin çeşitli yönleri üzerindeki etkisini anlamak için çok önemlidir. TOD'un amaçlanan hedeflerine ulaştığını değerlendirmek için çeşitli yöntemler ve göstergeler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, basit kontrol listeleri ve nitel değerlendirmelerden daha karmaşık nicel endekslere ve mekânsal analiz tekniklerine kadar uzanmaktadır. Yaygın bir yaklaşım, yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, yaya ve bisiklet altyapısı, toplu taşıma erişilebilirliği ve diğer ilgili faktörlerle ilgili birden fazla göstergeyi birleştiren TOD endekslerinin kullanılmasıdır. Bu endeksler, her göstergeye puanlar veya ağırlıklar atamakta ve bunları belirli bir alan veya transit istasyonu için genel bir TOD puanı elde etmek üzere bir araya getirmektedir (Singh ve diğ., 2017). Elde edilen sonuçlar farklı alanlar arasında karşılaştırmalar yapılmasına olanak tanımakta ve yüksek veya düşük TOD potansiyeline sahip alanların belirlenmesine yardımcı olabilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) gibi mekânsal analiz teknikleri de sıklıkla TOD'u ölçmek için kullanılmaktadır. Bu teknikler, TOD'ların ve çevre alanlarının mekânsal özelliklerini değerlendirmek için arazi kullanım modelleri, nüfus yoğunluğu ve transit ağları gibi mekânsal verilerin görselleştirilmesine ve analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Örneğin, GIS yürüme mesafesi puanlarını hesaplamak, farklı arazi kullanımlarının transit istasyonlarına yakınlığını ölçmek ve yaya ve bisiklet ağlarının bağlantısını analiz etmek için kullanılabilir (Khare ve diğ., 2021). Diğer bir yaklaşım ise ulaşım türü dağılımı, araç seyahat kilometreleri (VMT) ve toplu taşıma yolcu sayısı gibi seyahat davranışı göstergelerine odaklanmaktır. Bu göstergeler, TOD'un ulaşım seçenekleri ve seyahat modelleri üzerindeki etkisine ilişkin bilgiler sağlayabilmektedir. Örneğin, araştırmalar TOD çevresinde yaşayanların araç bağımlı bölgelerde yaşayanlara kıyasla daha az araba kullanma ve toplu taşımayı daha sık kullanma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Ayrıca, kat alanı oranları (FAR), arazi kullanım çeşitliliği endeksleri ve konut dışı arazi kullanımlarının oranı gibi arazi kullanım göstergeleri, transit istasyonları çevresindeki kalkınmanın yoğunluğunu ve çeşitliliğini değerlendirmek için kullanılabilir (Ewing ve Cervero, 2010). Nicel ölçümlere ek olarak, nitel değerlendirmeler de TOD'ların başarısına ilişkin değerli bilgiler sağlayabilmektedir. Bu değerlendirmeler, bölge sakinlerinin mahalleleri, ulaşım seçenekleri ve genel yaşam kaliteleri hakkındaki algıları hakkında bilgi toplamak için anketler, görüşmeler ve odak grup görüşmelerini içerebilmektedir. Nitel veriler, nicel ölçümleri tamamlayabilmekte ve TOD'un sosyal ve toplumsal etkilerine ilişkin daha incelikli bir anlayış sağlayabilmektedir (Maheshwari ve diğ., 2022). Ayrıca, Bayes Ağı yaklaşımına ek olarak, regresyon modelleri de yapılı çevrenin

yolcu sayısı üzerindeki etkilerini ölçerek yapıli çevre özellikleri ile metro yolcu sayısı arasındaki ilişkiye dair değerli bilgiler sağlayabilmektedir. Bu yöntemler, istihdam yoğunluğunda veya toplu taşıma erişilebilirliğindeki değişiklikler gibi farklı TOD senaryolarının yolcu sayısı üzerindeki etkilerini tahmin etmek için kullanılabilir. Regresyon modellerinin sonuçları, planlama kararlarının temellendirilmesine ve TOD'ların etkinliğinin artırılmasına yardımcı olabilmektedir (Huang ve diğ., 2022).

TOD Ölçüm Örnekleri

Toplu Taşıma Odaklı Gelişimin (TOD) etkinliğinin ölçülmesi, ulaşım tercihleri, arazi kullanım modelleri ve kentsel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerin değerlendirilmesi gibi çeşitli yöntemler ve göstergeler kullanan çok yönlü bir yaklaşım gerektirmektedir. Aşağıda, farklı ülkelerden, çeşitli yaklaşımları ve metodolojileri sergileyen üç TOD ölçüm girişimi örneği bulunmaktadır:

Curitiba, Brezilya

Brezilya'nın Curitiba şehri, kentsel planlama, ulaşım ve çevresel sürdürülebilirliği bütünleştiren yenilikçi ve kapsamlı yaklaşımıyla tanınan, Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) alanında öncü bir şehir olarak öne çıkmaktadır. Şehrin TOD kullanımı 1970'lerde başlamış ve o zamandan beri uluslararası alanda tanınan belirli bir sisteme dönüşmüştür. Curitiba'nın TOD modeli, kentsel yapısının belkemiğini oluşturan özgün 'üçlü' sistemiyle karakterize edilmektedir. Bu sistem, özel otobüs şeritleri, yerel trafik ve yüksek yoğunluklu karma kullanımlı gelişimi barındırmaktadır.



Şekil 5. Curitiba kenti ulaşım koridorları ve yoğunluk bölgelemesi (Coşkun & Esin, 2017)

Ulaşım ve arazi kullanımının bu modeldeki entegrasyonu, şehrin doğrusal büyüme modelinin şekillenmesinde ve sürdürülebilir kentsel gelişimin teşvik edilmesinde etkili

olmuştur (Lindau, ve diğ 2010). Curitiba'nın TOD stratejisinin temel unsuru, 1972'de yürürlüğe giren imar kanunlarıyla desteklenen, iyi hazırlanmış arazi kullanım kararları ve planlamadır. Bu kararlar, yapı alanlarını yüksek yoğunluklu, karma kullanımlı gelişim bölgeleri olarak belirlemiş, konut, ticari ve kamu hizmetlerinin BRT koridorları boyunca kümelenmesini teşvik etmiştir. Bu şekildeki imar uygulaması, kompakt bir kentsel form oluşturarak özel araçlara olan bağımlılığı azaltmış ve toplu taşıma kullanımını teşvik etmiştir. Ayrıca, Curitiba'nın planı, yeşil alanları kentsel dokusuna entegre ederek çevresel sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesi açısından önemlerini vurgulamıştır. Bu yeşil alanlar yalnızca rekreasyon olanakları ve estetik değer sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda şehrin yoğun ve verimli bir şekilde planlanmış olan TOD bölgesi ve çerçevesini tamamlayarak kentsel ısı adası etkisini de azaltmaktadır (Bergman, 2017).



Şekil 6. Curitiba'da BRT otobüslerine özel şerit uygulaması (Görsel Kaynak: Riecke, 2011)

Curitiba'nın Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD) stratejisinin temel unsuru Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) sistemidir. BRT, şehrin tamamında etkin ve güvenilir toplu taşıma hizmeti sunan, birbirine bağlı hatlardan oluşan geniş bir ağıdır. Özel otobüs yolları, modern istasyonları ve yüksek frekanslı seferleri ile BRT hatları, özel araçlara kıyasla cazip bir alternatif sunmaktadır. Bergman'a (2017) göre, Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) sistemini normal bir otobüs sisteminden ayıran beş temel özellik bulunmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) Sisteminin Temel Özellikleri ve Faydaları

Özellik	Fayda
Özel Yol Hakkı	Karma trafikten kaçınılır, bu da seyahat süresinin kısılmasını sağlar.
Otobüs Yolu Hizalaması	Otobüs yolunun yolun ortasında hizalanması, park etmiş ve dönen araçların etkisini hafifletir.
Araç Dışı Ücret Toplama	Yolcuların istasyonlarda ödeme yapması, biniş süresini kısaltmak için otobüs içinde ödeme yapmamları sağlar.
Kavşak Düzenlemesi	Sinyal önceliği ve otobüs yolunu kesen dönüşlerin yasaklanması gibi örnekler, BRT için seyahat süresini kısaltır.
Platform Seviyesinde Biniş	Seviyeli biniş erişilebilirliği artırır ve tüm kapılar biniş ve iniş için kullanılabilirdiğinden biniş süresini azaltır.

Curitiba'nın Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD) yaklaşımı, önemli çevresel ve ekonomik faydalar sağlamıştır. TOD tarafından teşvik edilen şehrin kompakt kentsel formu, özel araçlara olan bağımlılığı azaltmış, bu da daha düşük sera gazı emisyonlarına ve iyileştirilmiş hava kalitesine yol açmıştır. Kentsel doku içerisindeki yeşil alanların entegrasyonu, kentsel ısı adası etkisini azaltarak ve biyoçeşitliliği teşvik ederek çevresel sürdürülebilirliği daha da güçlendirmektedir. Ekonomik açıdan, TOD kentsel alanların canlandırılmasını ve optimizasyonunu teşvik etmiştir. BRT koridorları boyunca konut ve ticari gelişmelerin yoğunlaşması, arazi değerlerini artırmış ve ekonomik aktiviteyi canlandırmıştır. Verimli BRT sistemi ayrıca, sakinler ve işletmeler için ulaşım maliyetlerini düşürerek ekonomik üretkenliği daha da artırmıştır (Bergman, 2017).

Bursa Türkiye

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan önemli bir şehir olan Bursa, kentsel yayılmayı toparlamak ve toplu taşıma verimliliğini artırmak amacıyla T2 tramvay hattı boyunca TOD modelini uygulamıştır. Bursa-İstanbul Yolu üzerinde bulunan T2 tramvay hattı, yapılaşmış çevre değişkenlerinin 6 tanesi (Yoğunluk, Çeşitlilik, Tasarım, Hedef Ulaşılabilirliği, Toplu Taşımaya Uzaklık ve Talep Yönetimi) kullanılarak TOD potansiyeli açısından analiz edilen 11 istasyonu kapsamaktadır (Şengüler, & Duran, 2023).



Şekil 7. Bursa'nın kuzey-güney tramvayı T2 (Metro Raporu Uluslararası 2022)

Her istasyonun 500 metre yarıçapındaki alanını değerlendirmek için GIS araçları kullanılmıştır (Kaya, 2023). Nüfus yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği, yaya altyapısı, yeşil alan mevcudiyeti ve diğer toplu taşıma modlarına erişilebilirlik gibi parametreler değerlendirilmiştir. Her istasyon için TOD endeksi değerlerini hesaplamak, çeşitli parametreleri standardize etmek ve istasyonun TOD potansiyelini yansıtan birleşik bir puan üretmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılmıştır. 11 istasyon için TOD endeksi değerleri 0,31 ile 0,61 arasında değişmektedir ve daha yüksek değerler TOD prensipleriyle daha iyi uyumu göstermektedir. 1. İstasyon (0,61) gibi daha yüksek TOD endeksi değerlerine sahip istasyonlar, daha yüksek nüfus yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği ve yayalara uygun tasarım sergilemiştir. Aksine, 6. İstasyon (0,31) gibi daha düşük endeks değerlerine sahip istasyonlar, TOD özelliklerini geliştirmek için iyileştirmeler gerektiren alanlar olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Bursa'da TOD Endeksi Değeri

İstasyonlar	Yoğunluk ve Talep Yönetimi Endeksi	Çeşitlilik Endeksi	Tasarım ve Hedef Ulaşılabilirlik Endeksi	Toplu Taşımaya Uzaklık Endeksi	TOD Endeks
İstasyon 1	0.23	0.04	0.12	0.25	0.61
İstasyon 2	0.20	0.06	0.10	0.25	0.60
İstasyon 3	0.21	0.04	0.06	0.22	0.52
İstasyon 4	0.10	0.06	0.11	0.13	0.41
İstasyon 5	0.16	0.01	0.12	0.06	0.35
İstasyon 6	0.17	0.03	0.06	0.05	0.31

Tablo 6. (devamı)

İstasyon 7	0.13	0.09	0.10	0.05	0.38
İstasyon 8	0.11	0.10	0.08	0.09	0.38
İstasyon 9	0.08	0.20	0.07	0.03	0.39
İstasyon 10	0.02	0.16	0.08	0.06	0.32
İstasyon 11	0.03	0.19	0.03	0.11	0.36



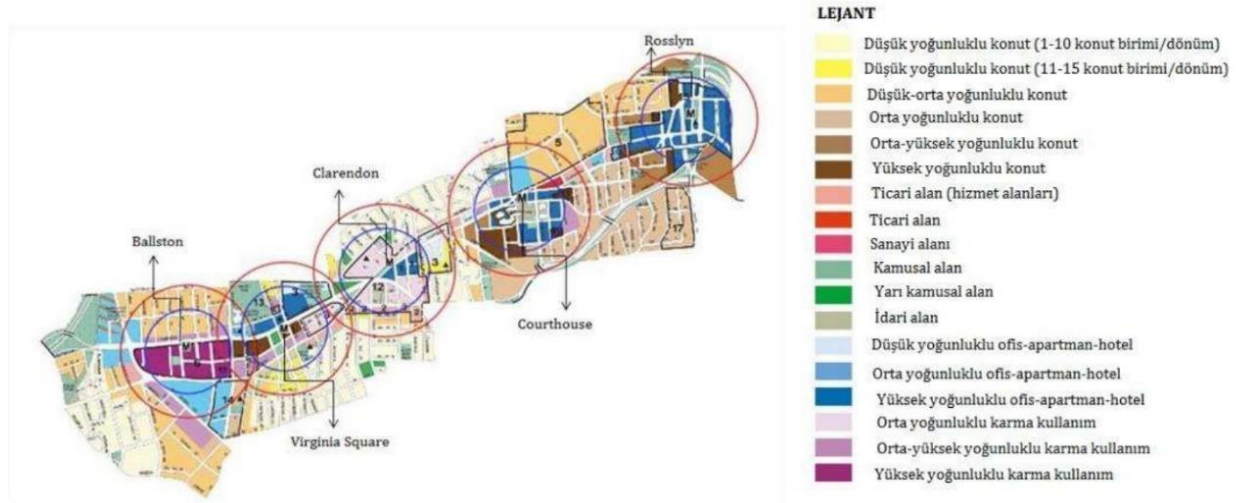
Şekil 8. Bursa'da istasyon başına TOD endeks değerleri

Bu çalışma düşük performans gösteren istasyonların TOD endeksi değerlerini yükseltmek için yapılaşmış çevreyi ve toplu taşıma erişilebilirliğini iyileştirmeye odaklanan çok yönlü bir yaklaşım önermektedir. Bu yaklaşım, konut geliştirme yoluyla daha yüksek nüfus yoğunluğunu teşvik etmeyi, konut, ticari ve rekreasyonel alanları kapsayan canlı, karma kullanımlı alanlar oluşturmak için arazi kullanım çeşitliliğini desteklemeyi ve iyi tasarlanmış yollar ve geçitlerle yaya altyapısını iyileştirmeyi içermektedir. Ayrıca, istasyon alanlarına park ve yeşil alanlar entegre etmek çevre kalitesini iyileştirebilir ve sakinleri çekebilirken, farklı ulaşım modları arasında kesintisiz bağlantı sağlayarak toplu taşıma entegrasyonunu güçlendirmek genel erişilebilirliği daha da artıracaktır. Bu stratejiler toplu olarak, düşük performans gösteren istasyonları, toplulukları içinde iyi entegre olmuş gelişen merkezlere dönüştürmeyi amaçlamaktadır (Kaya, & Yıldız, 2023).

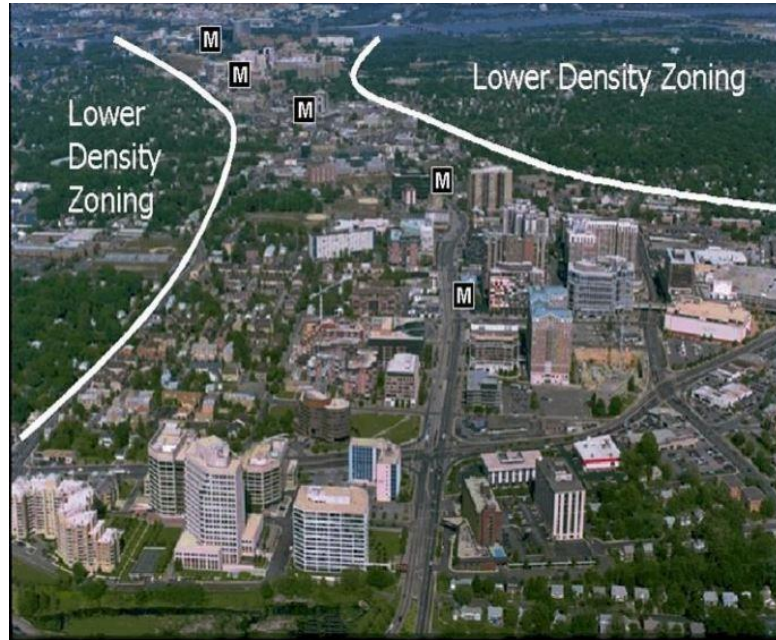
Arlington, Virginia ABD: Rosslyn-Ballston koridoru

Virginia, Arlington County'deki Rosslyn-Ballston Koridoru, ulusal çapta bilinen başarılı bir TOD projesine ev sahipliği yapmaktadır. Bu proje, Rosslyn-Ballston Koridoru

boyunca beş metro istasyonunda yoğun ve karma kullanımlı bir gelişim uygulamaktadır (Şekil 3.7 ve 3.8). 2004 yılı itibarıyla Rosslyn-Ballston Koridoru TOD projesi, 21 milyon metrekareyi aşkın ofis, perakende ve ticari alan; 3.000'den fazla otel odası ve yaklaşık 25.000 konut barındırmaktadır. Bu proje, insanların toplu taşıma, yaya yolları, bisiklet veya araç kullanarak yaşadığı, alışveriş yaptığı, çalıştığı ve eğlendiği canlı alanlar yaratmıştır (Gough, & Kinniburgh, 2016).



Şekil 9. Rosslyn-Ballston TOD koridoru, Arlington, Virginia, ABD (ERKUŞ, 2024)



Şekil 10. Rosslyn-Ballston Metro Koridoru fotoğrafı

Arlington County, istasyonlarda yoğun, karma kullanımlı gelişimi yoğunlaştırmak için genel arazi kullanım planı'nı benimsemiş ve her istasyonun farklı bir topluluk duygusunu korumasını sağlamak için sektör planları geliştirmiştir. Teşvik edici imar uygulamaları, özel

sektörün toplu taşıma odaklı gelişime yönelmesini sağlamaktadır. Koridorun popüleritesi, uygun fiyatlı konutların korunmasını önemli bir zorluk haline getirmiştir. 2001 yılında Arlington, uygun fiyatlı konutların geliştirilmesi için genişletilmiş bir yoğunluk hükmü benimsemiş ve yüzde 25'e kadar daha fazla yoğunluğa izin vermiştir. Sonuç olarak, 1991 ve 2002 yılları arasında koridordaki metro yolcu sayısı ikiye katlanmıştır. Koridor sakinlerinin yaklaşık yüzde 50'si toplu taşıma ile işe gidip gelmektedir. Rosslyn-Ballston Koridoru TOD Projesi, Metrorail istasyonlarına yakın konut projeleri için modal bölünmelerde olumlu etkiler yaratmıştır (Tablo 7) (Gough, & Kinniburgh, 2016).

Tablo 7. Rosslyn Metrorail İstasyonu Yakınındaki Konut Projeleri İçin Ulaşım Türü Dağılımları, 1987

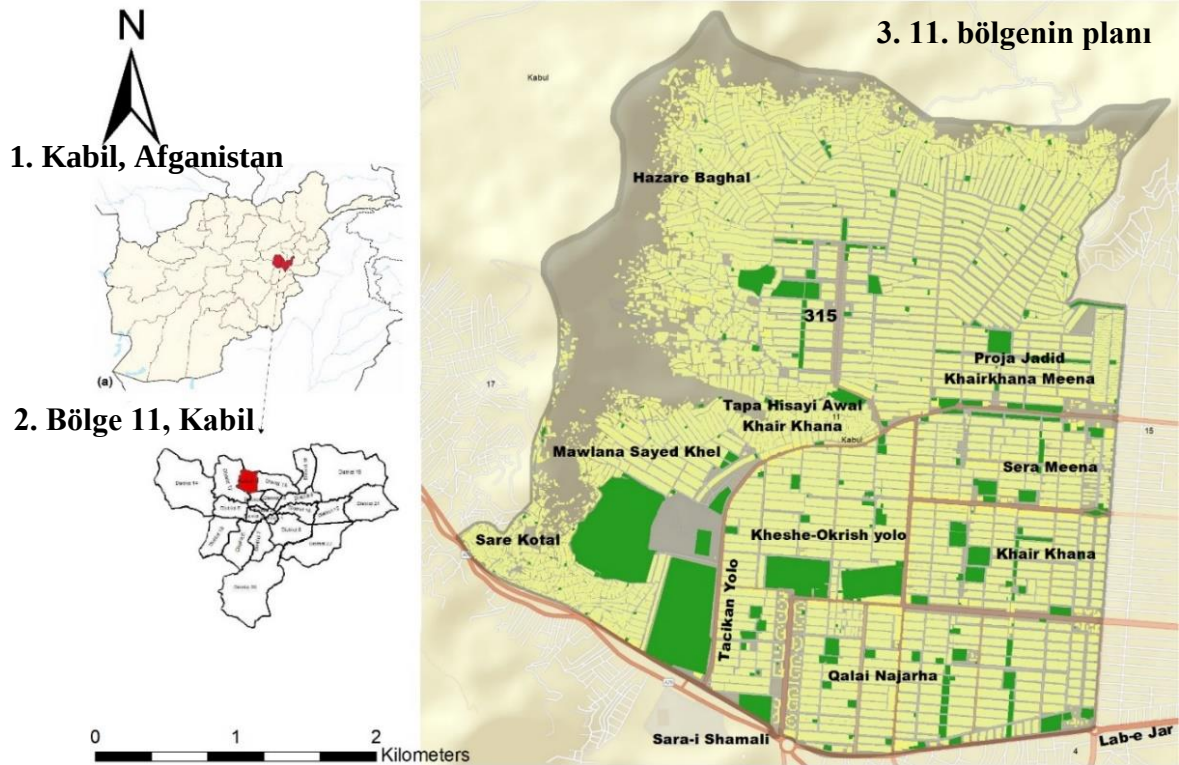
Metrorail Station	Housing Project	Distance to Station (ft)	Yolculuk Türlerine Göre Yüzde Dağılım:		
			Raylı Sistem	Otomobil	Diğer
Rosslyn	River Place North	1,000	45.3	41.5	13.3
	River Place South	1,500	40.0	60.0	0.0
	Prospect House	2,200	18.2	81.9	0.0

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışma alanının genel tanımı

Kabil'in şehir merkezinin kuzeybatısında yer alan 11. Bölge, 17,4 km² yüzölçümüne sahip, yoğun nüfuslu ve gelişmiş bir banliyö bölgesidir. Doğusunda 15. Bölge, güneyinde 4. Bölge, kuzey ve batısında ise sırasıyla Deh Sabz ve 17. Bölge yer almaktadır. Arazisinin %75,4'ü kentleşmiş olan bölge, kuzeye açılan önemli bir kapı niteliğindeki Saray-i Şemali otobüs terminaline ev sahipliği yapmaktadır ve herhangi bir tarım arazisi barındırmamaktadır. Khosht OKhtif, Hese 2 Khairkhane, Hese 1 Khairkhane planlı ve 315.D bölgesi yarı planlı bir şekilde düzenlenmiştir. Bölge kuzey ve kuzeybatıdan dağlarla çevrilidir ve komşu bölgelerden ayrılmaktadır. Kabil-Çarikar otoyolu, 11. ve 17. bölgeler arasındaki tek bağlantı yoludur. Bölgenin yarısından fazlası kuzey ve kuzeybatıya doğru dağlık olup, gayri resmi yerleşim alanları bu bölgede yer almaktadır. Afganistan'ın Kuzeye geçiş noktası olarak bilinen bölge, Saray-i Şemali'de bulunan durağı ile tanınmaktadır.



Şekil 11. Bölge 11, Kabil Afganistan

Ticari alanlar da bölgenin yapısında önemli bir rol oynamaktadır. Maryam Lisesi'nin ana caddesi ve diğer ana caddelerde bulunan pazarlar ve alışveriş merkezleri sayesinde bölge tanınır hale gelmiştir. Çoğu insan, alışveriş yapmak ve ticaretle uğraşmak için bu bölgeyi tercih etmektedir. (RECS, 2011).

Çalışma alanındaki mevcut arazi kullanımları

Bu bölgedeki yapı yoğunluğu oldukça yüksektir, arazilerin büyük bir kısmı yapılaşmaya açılmış olup, çoğunlukla mesken alanları ile sanayi ve ticaret alanlarından oluşmaktadır. Bölgenin kuzeybatı kesimindeki dağlık alanlarda ise boş araziler yer almaktadır. 11. Bölge, 1088 adet konut, 36 adet ticari alan, 125 adet idari alan, 1515 adet kayıt dışı konaklama birimi, 222 adet kayıtlı konaklama birimi ve 20 adet boş alana sahiptir.

Bu bölgede arazi kullanımları, konut, ticaret, idari, sanayi ve ulaşım gibi çeşitli türleri barındırmaktadır. Bölgenin baskın arazi kullanımı konuttur ve toplam alanın yaklaşık %62,6'sını kaplamaktadır. İkinci sırada %12,9 ile ana/yan yollar ve %11,5 ile boş araziler gelmektedir. Diğer arazi kullanım türleri sırasıyla ticaret (%2,7), idari (%7,2), boş alanlar (%1,6) ve sanayi (%0,7) alanları şeklindedir.

11. Bölge içerisinde sokakların düzeni şehir içi iletişimi kolaylaştıran ızgara plan düzenindedir. Izgara sokak ağı, sokakların dik açılarla kesiştiği, düzenli ve dörtgen bir ağ oluşturan bir kentsel tasarım modelidir. Bu sistem merkeziyetçi değildir ve çok sayıda düğüm veya kavşağa sahiptir, bu da ağın herhangi bir yöne ve teorik olarak sınırsız bir şekilde genişlemesine olanak tanımaktadır.

Söz konusu bölge, Lise-i Meryem adında bir çarşı ekseninde yer alan ve genişlikleri 40 ve 36 metre olan birkaç ana caddeye sahiptir. Diğer sokaklar tali sokaklardır ve genişlikleri 8, 10 ve 12 metre arasında değişmektedir. Ana cadde erişim ve ulaşım işlevine sahiptir ve en yüksek yoğunluğa sahiptir. Yine de bu caddede en yüksek trafik sıkışıklığı yaşanmaktadır ve bu da bölge sakinleri için en büyük sorunu teşkil etmektedir (Kabul Municipality. 2018).



Şekil 13. Kabil 11. Bölge'deki işgal edilmiş kaldırımlar

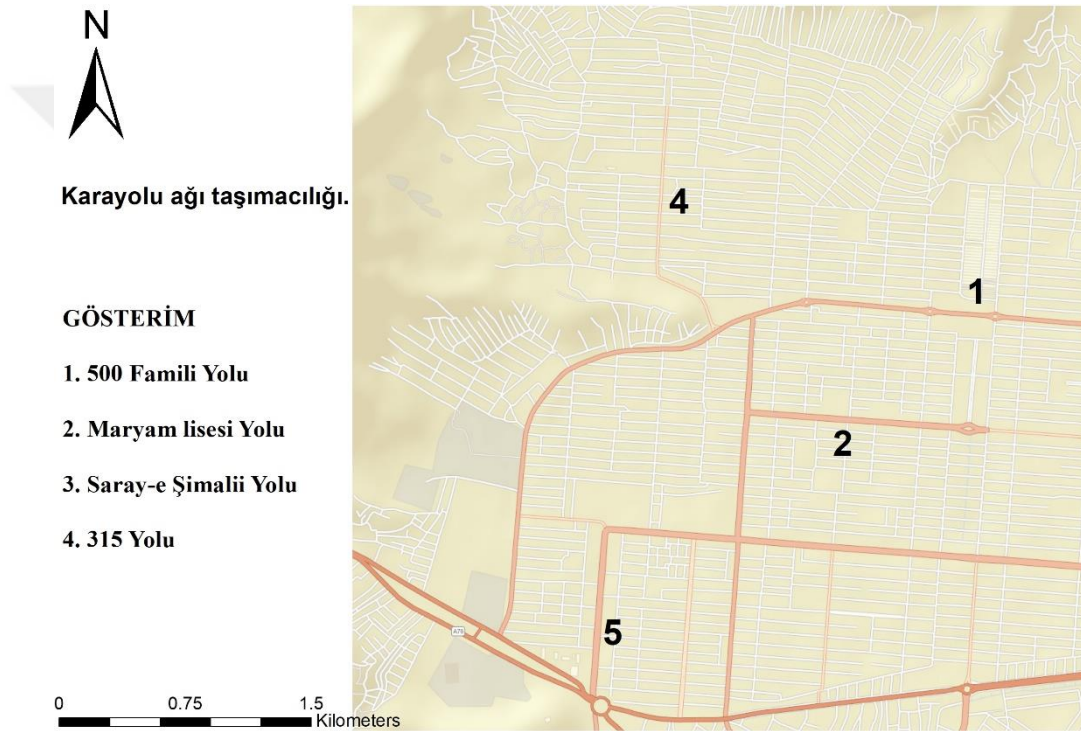
Bu durum, yürümeyi zor ve tehlikeli hale getirmekle kalmamakta, aynı zamanda yayaların ve araçların hareketinde de aksamalara neden olmaktadır. Bu bölgedeki en önemli sorunlardan biri, özellikle Lise Maryam Pazarı gibi büyük ticaret merkezlerinin bulunduğu caddelerde yoğunlaşan trafik sıkışıklığıdır. Bu merkezlerde yeterli otoparkın bulunmaması, müşterilerin araçlarını caddeye park etmelerine ve bu durumun da merkezlerin çevresinde yoğun trafik oluşmasına neden olmaktadır.



Şekil 14. Kabil 11. Bölge'nin ana caddesindeki Lise Maryam Pazarı trafik sıkışıklığı

Ayrıca, bu bölgeyi ülkenin kuzey bölgelerine bağlayan Kabil-Çarikar ulusal karayolu, özellikle tatil günlerinde ve hafta sonlarında yoğun trafik yaşamaktadır. Bu karayolu, kuzey Afganistan'ı 11. bölgeye bağlamadaki kilit rolü nedeniyle en yoğun güzergâhlardan biri olarak kabul edilmektedir. Yönetilmeyen seyyar satıcılar, resmi olmayan taksi durakları, araç park

yerleri ve kavşaklarda trafik ışıklarının bulunmaması gibi diğer faktörler de bölgedeki trafik sorunlarını artırmıştır. Örneğin, (Şekil 4.5) Lise Maryam Pazarı ve Saray-e Şimali'de seyyar satıcılar ve bitişikteki dükkanlar kaldırımları işgal ederek sadece yayaların hareketini zorlaştırmakla kalmamış, aynı zamanda araç trafiğinin akışını da bozmuştur. Toplu taşıma alanında, bu bölge iki tür iç ve dış ağa sahiptir. İç ulaşım ağı esas olarak 500 Famili, Saray-e Şimali ve 315 gibi belirli yerlerden ve varış noktalarından başlar ve benzer noktalarda sona erer. Dış ulaşım ağı bu bölgeyi şehrin ve banliyölerin diğer bölgelerine bağlar ve 500 Famili, Saray-e Şimali, 315 ve Lise Maryam gibi durakları içerir. Ancak, caddelerdeki trafik sıkışıklığı ve uygun altyapı eksikliği, bu ulaşım sisteminin verimliliğini olumsuz yönde etkilemiş ve verimliliğinin düşmesine neden olmuştur (Kabul Municipality. 2018).



Şekil 15. Kabil 11. Bölgesi'ndeki Karayolu ağı taşımacılığı.

Kentsel yayılma ve 11. bölgenin durumu

11. Bölge, kentsel yayılmanın belirgin bir şekilde gözlemlendiği bir bölge olarak öne çıkmaktadır. Bölge sakinlerinin çoğunluğu özel sektörde ticari faaliyetlerle uğraşmakta, bir kısmı ise şehir merkezine günlük gidiş-geliş yapmaktadır. Bu durum, bölgenin kentsel karakterini ve şehir merkeziyle olan bağlantısını güçlendirmektedir. Planlı yerleşim alanları sınırlı olmakla birlikte, Khair Khana'dan Saray-ı Şomali'ye uzanan ana caddeler boyunca yoğun bir şekilde inşa edilen karma kullanımlı konut ve apartmanlar, kentsel yayılmanın bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

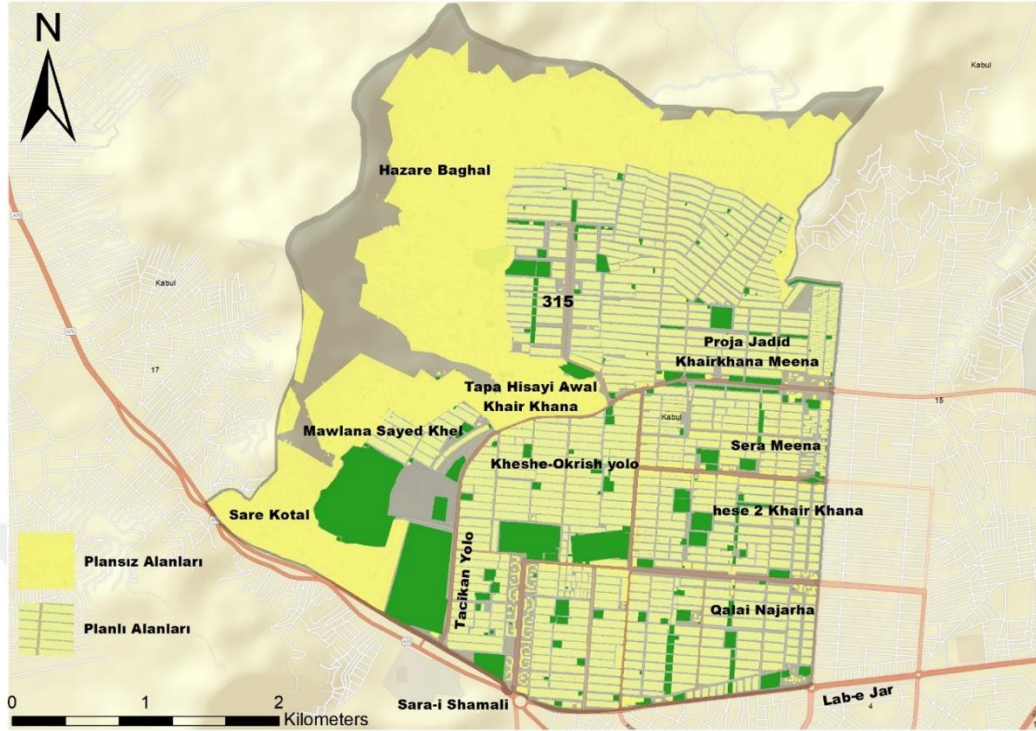


Şekil 16. Kabil 11. Bölge'nin karma kullanımlı konut ve apartmanlar

Bölgede altı adet planlı yerleşim alanı bulunmaktadır. Bu alanlardan dördü 1978 yılında, ikisi ise daha yakın tarihte planlanmıştır. İlk planlı yerleşim, 1975 yılında bölge merkezinin güneyinde, kentsel gelişimin başlangıç noktasını oluşturacak şekilde hayata geçirilmiştir. 1981 yılında, ilk planlı alanın bitişiğinde, bölgenin güneydoğusunda ikinci bir planlı alan geliştirilmiş ve kentsel yayılma bu yönde devam etmiştir. Üçüncü planlı yerleşim alanı, bölgenin mevcut kentsel dokusuna doğru genişleyerek yayılmanın devamlılığını göstermiştir. Dördüncü planlı alan ise doğu-batı yönündeki ana yol boyunca konumlanarak, kentsel gelişim aksını belirlemiştir. Beşinci ve altıncı planlı alanların daha sonra geliştirilmesi, kentsel yayılmanın zaman içinde nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bölgenin batı kısmında askeri polisin bulunmaması da kentsel gelişimin bu bölgede serbestçe gerçekleşmesine olanak sağlamıştır. Kentsel yayılmanın bir diğer önemli göstergesi de gayri resmi/plansız yerleşimlerdir (Şekil 4.7). Bu yerleşimler, bölgenin güney ve güneybatısındaki dağlık alanlara doğru yayılmıştır.

JICA (Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı) tarafından bu alan için yürütülen çalışmalar, kentsel yayılma sonucu oluşan gayri resmi yerleşimlerin taşınması yerine, yerinde iyileştirilmesi ve resmileştirilmesinin daha uygun olduğunu vurgulamaktadır. Yeniden yerleştirmenin sosyal ve ekonomik açıdan yüksek maliyetli ve olumsuz etkileri olacağından, sadece güvensiz bölgelerde, yani nadiren plansız bölgelerin tepe kısımlarında bulunan mülkler için düşünülmesi gerektiği belirtilmektedir. Eğimli arazilerde kentsel yayılmanın kontrol altına alınması ve mevcut alanlara temel kentsel hizmetlerin götürülmesini sağlayacak yol ağlarının geliştirilmesi önerilmektedir. JICA ana planı, 11. Bölge'deki kentsel yayılmanın su kaynakları üzerindeki baskısını dikkate alarak, nüfus yoğunluğunun mevcut haliyle korunması gerektiğini belirtmektedir. Bununla birlikte, iş olanaklarını ve alışveriş imkanlarını arttırmak amacıyla, ticari ve iş faaliyetlerinin, karma kullanımlı konut alanları oluşturacak şekilde düzenlenmesi ve

böylece sürdürülebilir kentsel gelişimin desteklenmesi tavsiye edilmektedir (Kabul Municipality, 2018).



Şekil 17. 11.Bölgenin durumu planlı ve plansız alanları.

11. Bölgenin TOD değerlendirmesi için seçilme nedenleri

Afganistan'ın başkenti Kabil'in 11. Bölgesi, yüksek nüfus yoğunluğu ve hızlı büyüme oranı ile dikkat çekmekte ve bu özellikleri ile toplu taşıma odaklı gelişme (TOD) için ideal bir bölge olarak öne çıkmaktadır. Bölge 11, son yıllarda dikkate değer demografik ve çevresel değişimlere tanık olmuştur. Bölgenin nüfusu, 2008 yılında 568.300 iken, 2010 yılında 1.150.000'e ulaşarak iki yılda neredeyse iki katına çıkmıştır (RECS 2011). Bu dikkate çekici nüfus artışı, iç göç, geri dönüşler, doğal nüfus artışı ve bölgenin kendine özgü dinamikleri, özellikle Afganistan'ın büyük kuzey otoyolunun Bölge 11'den geçmesi gibi faktörlerin bir kombinasyonuna atfedilmektedir. Bu hızlı nüfus artışına paralel olarak, 2,5 mikrondan küçük partikül maddelerin (PM2.5) yoğunluğu da artış göstermiştir. PM2.5 yoğunluğu, 2019 yılında metreküp başına 174 mikrogram ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) iken, 2021 yılında metreküp başına 272 mikrograma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yükselmiştir (NEPA 2019).

Bu demografik ve çevresel değişimler, bölgede kentsel yayılmayı ve artan trafik gibi bir dizi soruna yol açmıştır. Bu sorunları ele almak ve bölgenin sürdürülebilir kalkınmasını sağlamak için uygun bir kentsel planlama ve ulaşım stratejisine ihtiyaç vardır. TOD, bu zorlukların ele alınmasında yardımcı olabilecek bir dizi çözüm sunmaktadır. TOD, toplu taşıma sistemlerinin verimliliğini artırmak ve kentsel yayılmayı azaltmak için yüksek yoğunluklu,

karma kullanımlı geliştirmeyi teşvik etmektedir. Kabil'in 11. b6lgesi, halihazırda belirli bir d6zeyde toplu taşıma altyapısına sahiptir, ancak bu altyapı yeterince kullanılmamaktadır. TOD'un uygulanması, insanların toplu taşımayı daha fazla kullanmasını teşvik edecek ve bu da trafik sıkışıklığını ve hava kirliliğini azaltmaya yardımcı olacaktır.

Kabil 11. b6lgenin TOD alanı olarak değerlendirilmesi

Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD), toplu taşımanın merkezinde yer aldığı, s6rd6r6lebilir ve canlı topluluklar yaratmayı hedefleyen bir kentsel planlama yaklaşımıdır. Bu yaklaşımın temel ilkeleri arasında, g6venli ve konforlu yaya ortamlarını teşvik eden yaya 6nceliği ve y6r6nebilirlik yer almaktadır. TOD'lar, seyahat mesafelerini azaltmak amacıyla konut, ticari ve rekreasyon alanlarını bir araya getiren karma kullanımlı gelişmeyi desteklemektedir. Toplu taşıma istasyonlarının yakınındaki y6ksek yoğunluklu yapılaşma hem verimli toplu taşıma kullanımını hem de yerel olanakların desteklenmesini sağlamaktadır. Ayrıca, iyi bağlantılı sokak ağları ile yayalar ve bisikletliler i6in y6ksek d6zeyde bağlantılılık sağlanmaktadır. Erişilebilirlik, TOD yaklaşımının en 6nemli unsurlarından birisidir. Bu bağlamda, gelişmelerin kapsayıcı olması ve toplu taşıma istasyonlarına y6r6me mesafesinde yer alması b6y6k 6nem taşımaktadır. Bu ilkeler, b6t6nc6l bir topluluk gelişimini sağlamak i6in fiziksel, sosyal, ekonomik ve 6evresel boyutlarıyla birlikte uygulanmaktadır (Pilatin, 2019). Schlossberg ve Calthorpe'un 6alışmaları, TOD planlamasında y6r6me mesafelerinin kritik bir rol oynadığını ve bu mesafelerin tipik olarak 400 ila 800 metre arasında değişen erişim alanlarıyla tanımlandığını ortaya koymaktadır. Bu 6alışmalardan hareketle, Kabil 11. B6lge i6in yapılan analizlerde, d6rt temel TOD merkezi belirlenmiştir: Khosht Okhtif Alanı A, Hese 2 Khairkhaneh B, Hese 1 Khairkhaneh C ve 315 D B6lgesi. Bu merkezlerin her biri, ana caddelerin keşiştiği ve ticari ve idari merkezlerin yoğunlaştığı stratejik konumlarda yer almaktadır. Bu nedenle, her bir TOD merkezi 6evresinde 650 metre yarı6apında bir y6r6me mesafesi dikkate alınarak analizler ger6ekleştirilmiştir. Bu analizlerde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ve tampon (buffer) fonksiyonu gibi ara6lar kullanılarak, 11. B6lge'de Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) merkezi olma potansiyelleri değerlendirilmiştir.



Şekil 18. Bölgesel merkezlere erişim yarıçapı

11. Bölge'nin TOD alanı olarak değerlendirilmesinin temel amacı, hem mevcut bölgesel potansiyeli ele almak hem de sakinlerin toplu taşımaya erişimini optimize ederek sürdürülebilir bir kentsel dönüşümü teşvik etmektir.

Araştırmada kullanılan veriler

Bu araştırmada, Kabil'in 11. Bölgesindeki Toplu Taşıma Odaklı Gelişmenin (TOD) fizibilitesini ve potansiyel faydalarını değerlendirmek için çeşitli veriler yararlanılmıştır. Bu nicel veriler (nüfus, arazi kullanımı, ulaşım verileri), nitel veriler (akademik kaynaklar, resmi raporlar, görüşmeler) ve istatistiksel analizler olarak sınıflandırılmıştır.

Nitel veriler arasında akademik makaleler ve resmi raporlar bulunmaktadır. Bu veriler, sürdürülebilir kentsel gelişme ve ulaşım, sürdürülebilir kalkınma ve kentleşme, motorlu taşıtların artışı, otomobil bağımlılığı, arazi kullanımı ve sürdürülebilir ulaşım, TOD kavramı, ilkeleri, faydaları ve uygulama zorlukları gibi konularda bilgi toplamak amacıyla kullanılmıştır. Kentsel altyapıya ilişkin veri toplamak (mevcut durakların sayısı, konumları ve çevrelerindeki arazi kullanımının tespiti ve incelenmesi dahil) için saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Kabil Belediyesi ve Ulaştırma Bakanlığı'ndan alınan raporlar gibi nitel veriler; çalışma alanının genel tanımı, arazi kullanımları, kent yapısı, ulaşım durumu, kentsel yayılma ve bölgenin TOD alanı olarak seçilme nedenleri hakkında bilgi sağlamıştır.

Nüfus yoğunluğu ve arazi kullanımı gibi mekânsal veriler Kabil Belediyesi'nden temin edilerek ArcGIS yazılımı kullanılarak işlenip analiz edilmiştir. Çeşitli nicel veriler, istatistiksel analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Ardından, AHP yöntemi kullanılarak TOD göstergeleri ile ana kriterlerin (yoğunluk, çeşitlilik, erişilebilirlik, tasarım ve toplu taşıma mesafesi) ve alt kriterlerinin (nüfus yoğunluğu, ticari yoğunluk, arazi kullanım çeşitliliği, yeşil alan yoğunluğu ve karma kullanım indeksi gibi) göreceli önemleri belirlenmiştir.

Araştırma Yöntemi

Tez çalışması kapsamında, literatürden süzölen bir kriter seti kullanılarak, bir TOD endeksi inşa edilmiş ve Kabil 11. Bölgesi'ndeki her bir durak için endeks skoru hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan kriterler literatür taraması sonucunda belirlenmiştir. Nüfus yoğunluğu; her durak için çalışma alanı ile kesişen mahallelerin nüfus ve toplam alanlarının çalışma alanına oranlanması ile bulunmuştur. Ticaret alanı yoğunluğu; durak alanı içerisindeki ticari birim sayısı durak çevresinin alanına oranlanarak elde edilmiştir.

Arazi kullanım çeşitliliği için literatürde sıklıkla kullanılan entropi formülü ile hesaplama yapılmıştır. Karma Kullanım Oranı durak çevresinde belirlenen alandaki konut dışı kullanım alanlarının durak çevresindeki tüm alana oranlanması ile elde edilmiştir. Yeşil Alan Yoğunluğu incelenen alanın durak çevresinde belirlenen tüm alana oranlanması ile elde edilmiştir. Durak Yoğunluğu kriteri ise her 650 metre yarıçap alanı içindeki durak sayısının, Kabil 11. Bölgesi'ndeki toplam durak sayısı olan 34'ya bölünmesiyle elde edilmiştir.

Kriterlerin farklı yöntemler kullanılarak hesaplanması nedeniyle bir normalizasyon işlemi yapılması gerekmektedir. Normalizasyon işleminde iki farklı yöntem kullanılarak sonuçların normalizasyona göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Maksimum minimum yöntemi ve maksimuma oranlama yöntemi kullanılmıştır.

Kullanılan TOD parametrelerinin ağırlık değerleri literatür taramasında incelenen örnek projeler için kullanılan benzer parametrelerin ağırlıklarının ortalaması alınarak belirlenmiştir. Bu işlemlerin ardından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) hesaplama yöntemi kullanılarak ve parametreler entegre edilerek, her bir durak alanı için tek bir TOD endeks değeri hesaplanmıştır. Son aşamada ise, elde edilen TOD endeks değerleriyle en yüksek ve en düşük TOD potansiyeline sahip durak alanları belirlenmiştir. Çalışmanın yöntemi kriterlerin belirlenmesi, verilerin işlenmesi, göstergelerin oluşturulması, normalizasyon, ağırlıklandırma ve TOD endeks değerinin hesaplanması aşamalarından oluşmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 19. Çalışmanın yöntem şeması

ARAŞTIRMA BULGULARI

Kategoriler ve Parametrelerin Hesaplanması

Çalışma kapsamında TOD kriterleri yoğunluk, çeşitlilik, erişilebilirlik ve tasarım ve toplu taşıma mesafesi kategorileri altında incelenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde literatürde TOD çalışmalarında sıklıkla kullanılan kriterler ve gerekli veriye ulaşabilirlik etkili olmuştur (Pilatin, 2019; Fard, 2013; Şengüler, 2023). Belirlenen kriterler kendi içinde alt gruplara ayrılarak incelenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. TOD Kriterleri ve Kullanılan Parametreler

KRİTER	PARAMETRE	KOD
YOĞUNLUK	Nüfus yoğunluğu	A1
	Ticari alan yoğunluğu	A2
ÇEŞİTLİLİK	Arazi kullanım çeşitliliği	B1
ERİŞİLEBİLİRLİK ve TASARIM	Karma Kullanım Oranı	C1
	Yeşil Alan Yoğunluğu	C2
TOPLU TAŞIMA MESAFESİ	Bölgenin Durak yoğunluğu	D1

Yoğunluk

TOD'un başarısını ölçmede kullanılan temel faktörlerden biri yoğunluktur. Yoğunluk, bir bölgedeki nüfus ve yapı yoğunluğunu ifade etmektedir ve toplu taşıma sistemlerinin etkinliği için kritik bir öneme sahiptir. Yüksek yoğunluk, toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli kullanılmasını sağlamakta ve ekonomik sürdürülebilirliği desteklemektedir. Ayrıca, yoğunluk, yaya dostu ortamların oluşturulmasına katkıda bulunmakta ve kentsel yaşam kalitesini artırmaktadır. Bu nedenle, TOD projelerinde uygun yoğunluk seviyelerinin belirlenmesi ve uygulanması, projenin başarısı için temel bir faktör olarak kabul edilmektedir (Bostancı, & Tanrıvermiş, 2024). Bu bölümde, nüfus yoğunluğu ve ticari alan yoğunluğu olmak üzere iki temel kriter ele alınmıştır. Yapılan incelemeler, yoğunluğun artmasının toplu taşıma kullanımını teşvik edici bir rol oynadığını göstermektedir.

Nüfus yoğunluğu

Nüfus yoğunluğu, Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD) planlamasında kritik unsurlardan birisidir. Duraklara yürüme mesafesindeki alanlarda yüksek nüfus yoğunluğu, toplu taşıma kullanımını artırmaktadır. Bu çalışmada, nüfus verileri mahalle düzeyinde ele alınmıştır. Her durak için, durağın bulunduğu mahallenin toplam alanı ve nüfusu, çalışma alanına oranlanarak nüfus yoğunluğu hesaplanmıştır. Tablo 6.2'de duraklara göre nüfus yoğunlukları sunulmaktadır.

Tablo 9. Durak Alanlarına Göre Nüfus Yoğunluğu Değerleri

DURAKLAR	DURAK VE ÇEVRESİ ALAN (ha)	DURAĞIN BULUNDUĞU MAHALLE	MAHALLE NÜFUSLARI (Kişi)	NÜFUS YOĞUNLUĞU (kişi/ha)
Khosht OKhtif	132.7	Khosht OKhtif	58,107	438
Hese 2 Khairkhaneh	132.7	Gulaie park	52,227	393
Hese 1 Khairkhaneh	132.7	Gulaie hese 1	43953	332
315 Bölgesi	132.7	315	36260	274

Nüfus yoğunlukları incelendiğinde en yüksek yoğunluğa sahip durak alanı Khosht OKhtif olurken en düşük yoğunluğa sahip durak alanı ise 315 olmuştur. Durak çevresindeki arazi kullanım özellikleri, nüfus yoğunluğu üzerinde etkili bir faktördür.

Ticari alan yoğunluğu

Ticari alan yoğunluğu, belirli bir bölgedeki birim alan başına düşen ticari birim sayısını ifade etmektedir ve bu yoğunluğun yüksek olması, o bölgede daha fazla iş yeri ve ticaret alanı bulunduğunu göstermektedir (Singh ve diğ., 2017). Bu durum, toplu taşıma kullanımının artmasına katkı sağlayabilmektedir. Yoğun ticari bölgeler daha fazla insan trafiği çekmekte ve bu da toplu taşıma talebini artırmaktadır. Ticari alan yoğunluğunun hesaplanması, nüfus yoğunluğu hesaplama yöntemine benzer şekilde gerçekleştirilmektedir. Belirlenen durak bölgesi içerisindeki ticari birim sayısı, durak çevresinin toplam alanına oranlanarak ticari alan yoğunluğu verisi elde edilmiştir. Bu hesaplama, bölgedeki ticari faaliyetlerin yoğunluğunu ve dağılımını anlamak için önem taşımaktadır. Özellikle şehir planlama sürecinde, ticari alan yoğunluğu ve toplu taşıma kullanımı arasındaki ilişki dikkate alınarak, ulaşım ağları ve durak konumları optimize edilebilmektedir. Bu sayede, toplu taşıma sistemlerinin etkinliği artırılabilir ve şehir içi ulaşım daha sürdürülebilir hale getirilebilmektedir. Tablo 6.3'te duraklara göre ticari alan yoğunlukları sunulmaktadır.

Tablo 10. Durak Alanlarına Göre Ticari Alan Yoğunluğu Değerleri.

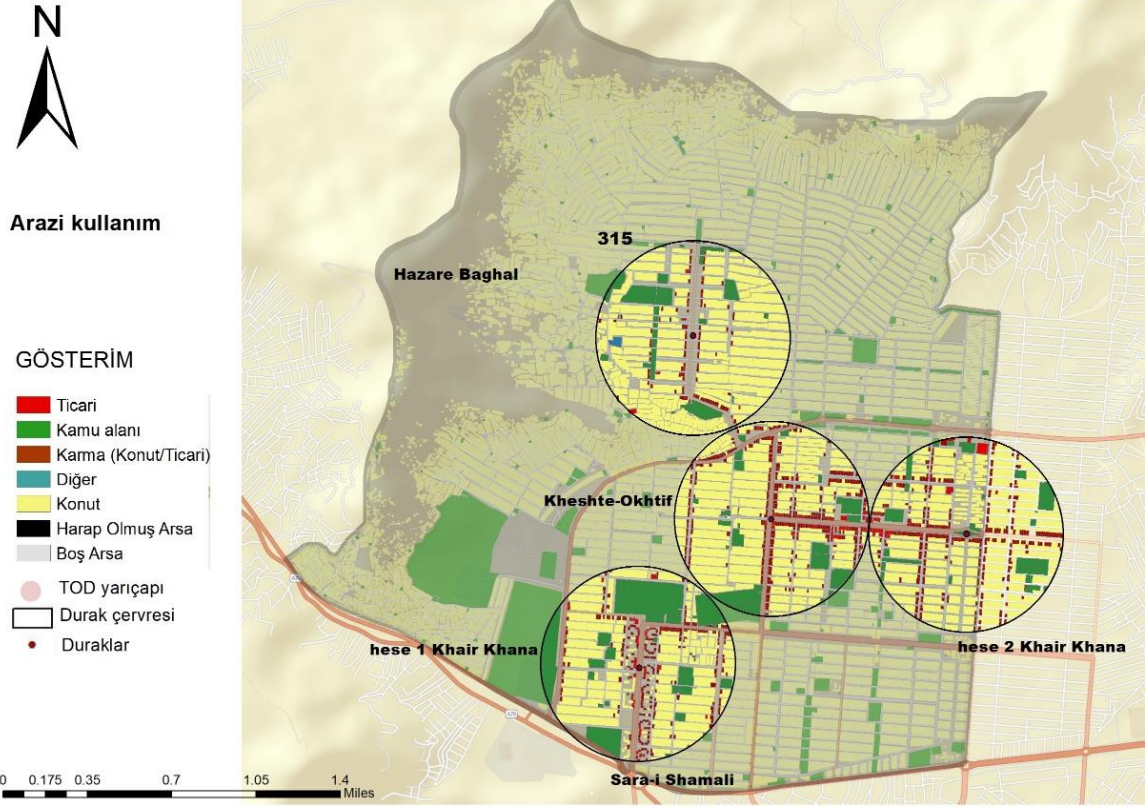
DURAKLAR	DURAK VE ÇEVRESİ ALAN (ha)	TİCARET ALANI (ha)	TİCARET ALANI YOĞUNLUĞU
Khosht OKhtif	132.7	2.238	0.02
Hese 2 Khairkhaneh	132.7	2.712	0.02
Hese 1 Khairkhaneh	132.7	1.805	0.01
315 Bölgesi	132.7	0.652	0.00

Yapılan hesaplamalar sonucunda ticaret alanı yoğunluğu en yüksek durak alanı Hese 2 Khairkhaneh olurken, ticaret alanı yoğunluğu en düşük durak ise 315 durağın olmuştur. Ticari alan yoğunluğunun analizi, durak çevresindeki arazi kullanım verisinin değerlendirilmesini gerektirmektedir ve bu verinin analiz sonuçları üzerinde belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. Bu durum, nüfus yoğunluğu analizinde de benzer şekilde gözlemlenmektedir.

Arazi kullanım çeşitliliği

Arazi kullanım çeşitliliği göstergesi, bilgi teorisinden gelen entropi kavramına dayanmaktadır (Pilatin, 2019). Başlangıçta bilgi içeriğini ölçmek için kullanılan entropi, daha sonra yer bilimleri, peyzaj ekolojisi ve kentsel çalışmalar gibi alanlarda çeşitliliği ölçmek amacıyla yaygın olarak uygulanmıştır.

Daha önce belirtildiği gibi, arazi kullanım çeşitliliği göstergesi, TOD endeksinin oluşturulmasında temel bileşenlerden birisidir. Yürünebilir mesafedeki farklı arazi kullanım türlerinin oranlarını ölçerek mekânsal heterojenlik seviyesi yansıtılmaktadır. Bu bağlamda, şehirde yaşayan insanlar genellikle kentsel hizmet ve işlev alanlarına kısa mesafelerde ulaşabilirler (Fard, 2013). Veriler ArcGIS programı ile düzenlenmiştir. Arazi kullanım verisi, yeşil alanlar (parklar, dinlenme alanları ve spor alanları), kentsel çalışma alanları (ticaret ve hizmet alanları, sanayi alanları, pazar alanları ve küçük sanayi bölgeleri) ve karma kullanım alanları (konut ve ticaret alanları, idari tesisler, hizmet alanları, belediye hizmet alanları ve akaryakıt istasyonları) olarak sınıflandırılmıştır. Konut alanları ise konut ve inşaat alanları olarak gruplandırılmıştır (Şekil 6.1).



Şekil 20. Bölgesel Arazi Kullanım Haritası.

Bu çalışmada, arazi kullanım çeşitliliği entropi formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Q_{lui} = \frac{S_{lui}}{S_i} \quad (1)$$

$$\sum Q_{lui} \times \ln(Q_{lui}) = Q_{ai} \times \ln(Q_{ai}) + Q_{bi} \times \ln(Q_{bi}) + \dots + Q_{ni} \times \ln(Q_{ni}) \quad (2)$$

$$LU_d(i) = \frac{-\sum Q_{lui} \times \ln(Q_{lui})}{\ln(n)} \quad (3)$$

Açıklamalar:

$LU_d(i)$ = i durağı çevresindeki arazi kullanımı çeşitlilik değeri

Q_{lui} = i durağı çevresindeki belirli arazi kullanımının payı

$Q_{ai}, Q_{bi}, \dots, Q_{ni}$, = a, b, ... n arazi kullanım sınıfları için bulunan belirli arazi kullanım payı

n = durağı çevresindeki toplam arazi kullanım sınıfı sayısı

S_{lui} = i durağı çevresindeki incelenen arazi kullanımının toplam alanı

S_i = i durağının toplam çalışma alanı

Aşağıdaki tablolarda 6.1 ve 6.2 numaralı formüllere ait hesaplama adımları verilmektedir.

Tablo 11. 315 Durağının Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması

n	Alan (m ²)	$Q_{lui} = S_{lui} / S_i$	$\ln(Q_{lui})$
Ticaret Alanı	6,525.736	0.00	-4.93
Konut Alanı	760,234.204	0.84	-0.17
Yeşil Alan	102,686.046	0.11	-2.17
Karma (Konut/Ticari)	29,737.003	0.03	-3.41
Toplam Çalışma Alanı	899,182.989	1	0

Tablo 6.4'te 6.2 numaralı formüle ait hesaplama gerçekleştirilmiş ve 315 durağına ait sonuç -0.48 olarak elde edilmiştir. Ardından uygulamaya konan 6.3 numaralı formül ile, ilgili durağının arazi kullanım çeşitlilik değeri hesaplanmıştır. Son aşamada 6.3 numaralı formül içinde kullanılan $\ln(n)$ değeri 1,39 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak 5.3 formülünün uygulanmasıyla, 315 durağı için LU_d değeri 0.35 bulunmuştur.

Tablo 12. Hese 1 Khairkhaneh Durağının Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması

n	Alan (m ²)	$Q_{lui} = S_{lui} / S_i$	$\ln(Q_{lui})$
Ticaret Alanı	18,055.003	0.02	-3.91
Konut Alanı	552,699.798	0.61	-0.49
Yeşil Alan	262,878.847	0.29	-1.23
Karma (Konut/Ticari)	71,144.660	0.07	-2.54
Toplam Çalışma Alanı	904,778.308	1	0

Tablo 6.5'te ise 6.2 numaralı formüle ait hesaplama gerçekleştirilmiş ve Hese 1 Khairkhaneh durağına ait sonuç -0.91 olarak elde edilmiştir. Ardından uygulamaya konan 6.3 numaralı formül ile, ilgili durağın arazi kullanım çeşitlilik değeri hesaplanmıştır. Son aşamada 5.3 numaralı formül içinde kullanılan $\ln(n)$ değeri 1,39 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak 6.3 formülünün uygulanmasıyla, Hese 1 Khairkhaneh durağı için LU_d değeri 0.66 bulunmuştur.

Tablo 13. Hese 2 Khairkhaneh Durağı'nın Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması

n	Alan (m ²)	$Q_{lui} = S_{lui} / S_i$	$\ln(Q_{lui})$
Ticaret Alanı	27,121.548	0.03	-3.46
Konut Alanı	628,811.507	0.73	-0.31
Yeşil Alan	94,316.383	0.11	-2.21
Karma (Konut/Ticari)	108,953.780	0.13	-2.07
Toplam Çalışma Alanı	859,203.218	1	0

Tablo 13’da görüldüğü gibi ilgili hesaplamalar gerçekleştirilmiş ve Hese 2 Khairkhaneh durağına ait sonuç -1,78 olarak elde edilmiştir. Ardından durağın arazi kullanım çeşitlilik değeri hesaplanmıştır. Son aşamada formül içinde kullanılan $\ln(n)$ değeri 1,39 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak Hese 2 Khairkhaneh durağı için LU_d değeri 0.61 olarak bulunmuştur.

Tablo 14. Khosht Okhtif Durağının Arazi Kullanım Çeşitliliği Hesaplaması

n	Alan (m ²)	$Q_{lui} = S_{lui} / S_i$	$\ln(Q_{lui})$
Ticaret Alanı	22,387.232	0.02	-3.75
Konut Alanı	697,811.177	0.74	-0.31
Yeşil Alan	115,156.545	0.12	-2.11
Karma (Konut/Ticari)	111,923.692	0.12	-2.14
Toplam Çalışma Alanı	947,278.646	1	0

Tablo 14’de görülen veriler değerlendirilerek Khosht Okhtif durağına ait sonuç -1,79 olarak elde edilmiştir. Ardından uygulamaya konan 6.3 numaralı formül ile, durağın arazi kullanım çeşitlilik değeri hesaplanmıştır. Son aşamada 6.3 numaralı formül içinde kullanılan $\ln(n)$ değeri 1,39 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak Khosht Okhtif durağı için LU_d değeri 0.59 bulunmuştur.

Hesaplama sonucunda bulunan arazi kullanım çeşitliliği değerleri Tablu 6.8’te gösterilmektedir. En yüksek çeşitlilik değerine sahip durak alanı Hese 1 Khairkhaneh, en düşük çeşitlilik değerine sahip durak ise 315 olarak bulunmuştur.

Tablo 15. Durakların Arazi Kullanım Çeşitlilik Değerleri

Durak Adı	Arazi Kullanım Çeşitliliği Değeri
Khosht OKhtif	0.59
Hese 2 Khairkhaneh	0.61
Hese 1 Khairkhaneh	0.66
315 Bölgesi	0.35

Erişilebilirlik ve tasarım

Erişilebilirlik deseni, kısa mesafeli yolculuklar içinde kaynaklara erişim kolaylığını gösteren arazi kullanımı çeşitlilik indeksi ile ölçülmüştür. Bu kapsamda incelenen kriterler; karma kullanım oranı ve yeşil alan yoğunluğudur.

Karma kullanım oranı

Bu oran konut kullanımlarının diğer arazi kullanımlarıyla bir bölgede ne ölçüde karıştığını değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür. Bu gösterge, ticari, idari, eğlence ve

hizmet kullanımları gibi farklı kullanımların, konut kullanımlarının yanında ne derecede bulunduğunu göstermektedir. Arazi kullanım çeşitliliği endeksinden farklı olarak, bu gösterge bir bölgedeki arazi kullanımlarının sayısına ve çeşitliliğine odaklanmaktadır. Karma kullanım oranı, konut kullanımlarının diğer kullanımlarla nasıl bir araya geldiğine ve komşuluk ilişkisine dikkat çekmektedir. Başka bir deyişle, bu gösterge farklı kullanımlar arasındaki bütünleşme ve fiziksel yakınlık derecesini ölçmektedir (Erkuş, 2024). Karma kullanım oranının temel kullanım alanı, kentsel alanlarda yürüme ve bisiklet kullanma elverişliliğini değerlendirmektir. Farklı kullanımlar birbiriyle iyi bir şekilde bir araya geldiğinde, bölge sakinleri ihtiyaç duydukları hizmet ve olanaklara daha kolay ve daha kısa sürede erişebilmektedir. Bu gösterge, Huang (2017) tarafından kullanılan bir formülden uyarlanarak hesaplanmıştır.

$$MI(i) = \frac{\sum L_o}{\sum (L_r + L_o)} \quad (4)$$

MI(i): i durağı için karma kullanım oranı

Lo: i durağı çevresindeki konut dışı kentsel arazi kullanımlarının toplam alanı

Lr : i durağı çevresindeki toplam konut alanı

MI(i) değeri 0.5 olduğunda dengeli bir karma kullanımı göstermektedir. Bu oran 0 veya 1'e yaklaştıkça, ilgili arazi kullanım türüne (konut veya konut dışı) doğru bir eğilim olduğunu göstermektedir. Denklem 6.4, karma kullanım formülünü ifade etmektedir.

Coğrafi işleme süreci, ArcGIS yazılımında ModelBuilder aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Konut ve konut dışı arazi kullanım oranları çalışmanın temelini oluşturduğundan, bu oranların belirli bir alan içerisindeki hesaplanması analizlerin özünü teşkil etmektedir. Bina kullanım verileri ArcGIS veri tabanından elde edilmiştir. İşlem adımları aşağıdaki Tablo 6.9'da sunulmuştur.

Tablo 16. Dört Bölgedeki Karma Kullanım Oranları Hesaplaması

315 Durağı Karma Kullanım Oranı	
İSTASYON	Alan (m ²)
Ticaret Alanı	6,525.736
Konut Alanı	760,234.204
Yeşil Alan	102,686.046
Karma (Konut/Ticari)	29,737.003
Toplam Çalışma Alanı	899,182.989
Tüm Alan- Konut Alanı	760,234.204

Tablo 16. (devamı)

Hese 1 Khairkhaneh Durağı Karma Kullanım Oranı	
İSTASYON	Alan (m ²)
Ticaret Alanı	18,055.003
Konut Alanı	552,699.798
Yeşil Alan	262,878.847
Karma (Konut/Ticari)	71,144.660
Toplam Çalışma Alanı	904,778.308
Tüm Alan- Konut Alanı	552,699.798
Hese 2 Khairkhaneh Durağı Karma Kullanım Oranı	
İSTASYON	Alan (m ²)
Ticaret Alanı	27,121.548
Konut Alanı	628,811.507
Yeşil Alan	94,316.383
Karma (Konut/Ticari)	108,953.780
Toplam Çalışma Alanı	859,203.218
Tüm Alan- Konut Alanı	628,811.507
khosht Okhtif Durağı Karma Kullanım Oranı	
İSTASYON	Alan (m ²)
Ticaret Alanı	22,387.232
Konut Alanı	697,811.177
Yeşil Alan	115,156.545
Karma (Konut/Ticari)	111,923.692
Toplam Çalışma Alanı	947,278.646
Tüm Alan- Konut Alanı	697,811.177

Her bir durak için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 6.10'da gösterilmiştir. Hese 1 Khairkhaneh durağı (Şekil 6.2), konut alanlarının küçük, ticari alanların ise yoğun olması nedeniyle en yüksek karma kullanım oranına sahiptir. Buna karşılık, konut alanlarının daha fazla yer kaplaması nedeniyle 315 durağı en düşük karma kullanım oranına sahiptir.

Tablo 17. Duraklara Göre Karma Kullanım Oranları

İstasyonlar	Lo T	Lr K	MI
Khosht OKhtif	947,278.646	697,811.177	0.76
Hese 2 Khairkhaneh	859,203.218	628,811.507	0.77
Hese 1 Khairkhaneh	904,778.308	552,699.798	0.89
315 Bölgesi	899,182.989	760,234.204	0.65



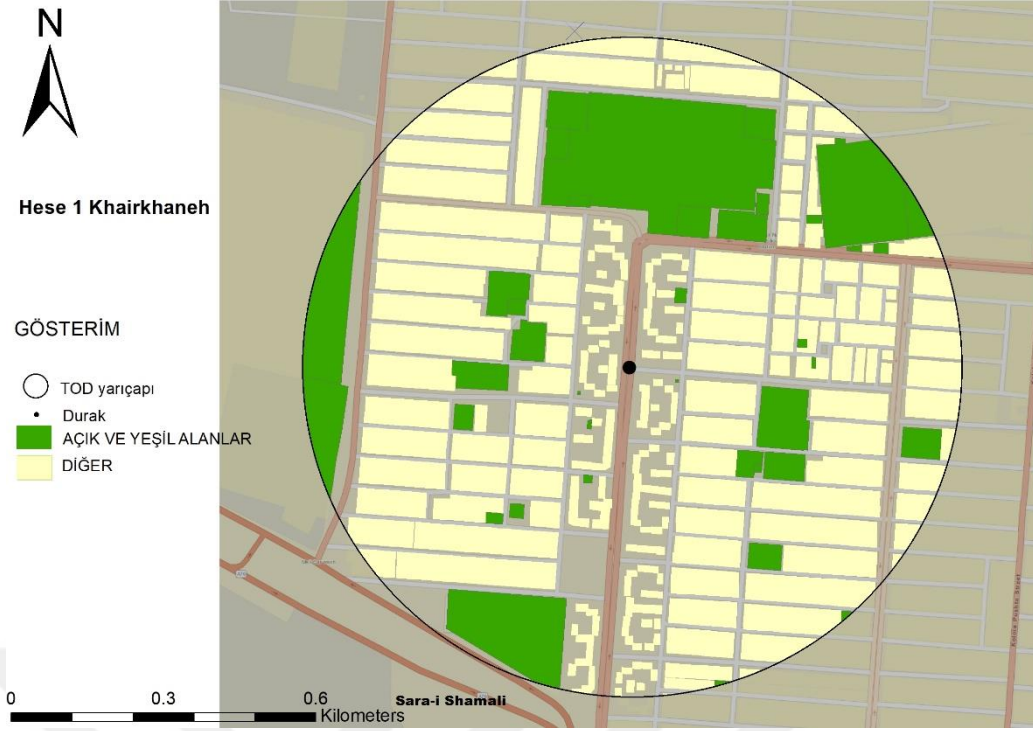
Şekil 21. Hese 1 Khairkhaneh durağı karma kullanım oranı hesaplamasında kullanılan mekansal harita

Yeşil alan yoğunluğu

Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) kriterleri arasında, yeşil alan yoğunluğu önemli bir faktör olarak yer almaktadır. Yeşil alanlar, kent sakinlerinin doğayla etkileşimini artırarak yaşam kalitesini yükseltmekte ve sürdürülebilir kentsel gelişime katkı sağlamaktadır. Ayrıca, hava kirliliği gibi çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasında da etkili olmaktadır (Duran, Şengüler, 2023). Bu kriter kapsamında değerlendirilen alanlar yeşil alanlar, spor alanları, parklar ve dinlenme bölgeleridir. En fazla yeşil alana sahip durak Şekil 6.3'te görülen Hese 1 Khairkhaneh durağı olurken, en düşük durak 315 durağı olmuştur. Belirtilen şekilde hesaplanan yeşil alan yoğunluğu değerleri Tablo 6.11'de gösterilmektedir.

Tablo 18. Durakların Yeşil Alan Yoğunluğu

Duraklar	Toplam Çalışma Alanı	Toplam Yeşil Alan	Yeşil Alan Yoğunluğu
Khosht OKhtif	947,278.646	115,156.545	0.12
Hese 2 Khairkhaneh	859,203.218	94,316.383	0.11
Hese 1 Khairkhaneh	904,778.308	262,878.847	0.30
315 Bölgesi	899,182.989	102,686.046	0.11



Şekil 22. Hese 1 Khairkhaneh durağı yeşil alan yoğunluğu hesaplamasında kullanılan mekansal harita

Toplu taşıma durağı mesafesi, durak yoğunluğu

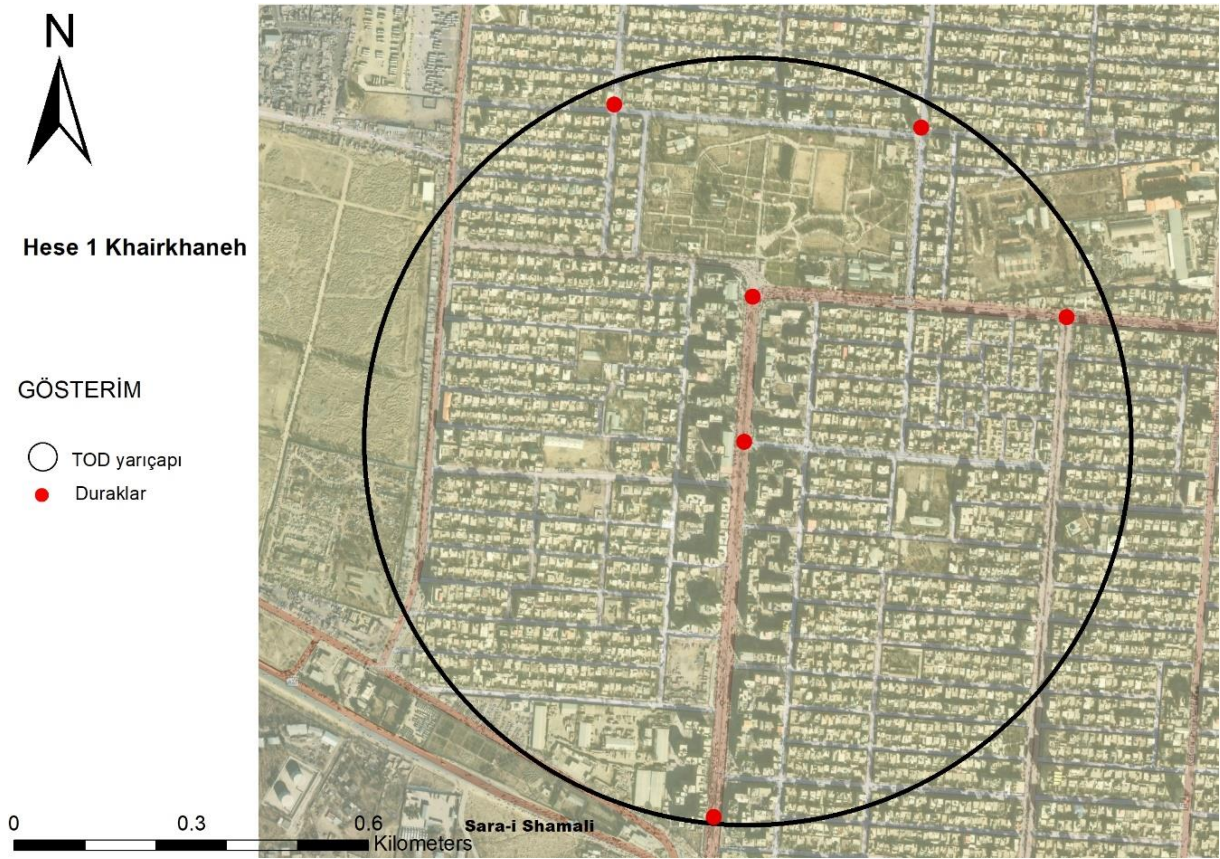
TOD kapsamında durak yoğunluğu, belirli bir alandaki toplu taşıma duraklarının sayısını ifade etmektedir. Bu yoğunluk, bölgenin toplu taşıma erişilebilirliğini ve etkinliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle, durakların yürüme mesafesinde (genellikle 400-800 metre) konumlandırılması, toplu taşıma kullanımını teşvik etmekte ve otomobil bağımlılığını azaltmaktadır (Kütük, Yalçın Ercoşkun, 2019).

Durak yoğunluğu için, her bir TOD merkez durağının 650 metrelik yarıçap alanı içindeki, saha incelemesi ve Google Earth ile belirlenen otobüs durak sayısı, banliyö hattı durağındaki toplam 34 otobüs durak sayısına bölünmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 6.12'te gösterilmektedir.

Tablo 19. Durak Alanlarındaki Durak Yoğunluğu

Duraklar	Durak sayısı	Durak yoğunluğu
Khosht OKhtif	10	0.29
Hese 2 Khairkhaneh	10	0.29
Hese 1 Khairkhaneh	12	0.35
315 Bölgesi	2	0.05

Bölgenin durak yoğunluğu analizi sonucunda, en yüksek yoğunluğa sahip durak 0.35 değeri ile Hese 1 Khairkhaneh durağı olurken (Şekil 6.4), en düşük yoğunluğa sahip bölge ise 0.05 değeri ile 315 durağı olmuştur.



Şekil 23. Hese 1 Khairkhaneh İstasyonu durak yoğunluğu haritası

Durakların Tod Endekslerinin Hesaplanması

11. bölgede, 4 alan için TOD durağı değerlendirmesi yapılmıştır. Bu duraklar, yolculuk davranışlarını etkileyen çeşitli parametrelere sahiptir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) hesaplama yöntemi kullanılarak ve tüm parametreler entegre edilerek her bir durak alanı için tek bir TOD endeks değeri hesaplanmıştır.

Zou ve arkadaşları (2014) tarafından belirtildiği üzere, TOD endeks değerleri AHS yöntemi kullanılarak dört aşamada hesaplanmaktadır. İlk aşamada, bir ağırlık matrisi oluşturmak için parametre ağırlıkları belirlenmektedir. İkinci aşamada, her parametrenin gerçek değeri 0 ile 1 arasında bir değere normalize edilmektedir. Üçüncü aşamada, normalize edilmiş değerler dört farklı kategoride toplanarak TOD endeks değeri elde edilmektedir. Son aşamada ise, hesaplanan TOD endeks değerleri duraklara göre değerlendirilmektedir.

Ağırlık değerlerinin hesaplanması

TOD (Transit Odaklı Gelişme) endeksinin oluşturulmasında, her bir gösterge ve kritere özgü ağırlıkların belirlenmesi gerekmektedir. İdeal olarak bu ağırlıklar, çeşitli paydaş gruplarının değerlendirmeleriyle, aşamalı bir önem sıralaması yapılarak belirlenmektedir (Lukman, 2014). Ancak, bu çalışmada paydaş katılımı mümkün olmadığından, literatürdeki benzer çalışmaların ağırlıklandırma değerleri referans alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 6.13’de, incelenen çalışmalarda kullanılan ağırlık değerlerini sunmaktadır.

Tablo 20. Literatür Örneklerinde Kullanılan TOD Parametrelerine Ait Ağırlık Değerleri

Parametreler Adı	İstanbul (2019)	Bursa (2023)	The Arnhem-Nijmegen (2013)
Yoğunluk	0,33	0,33	0.35
Nüfus Yoğunluğu (kişi/ha)	0,5	0,6	
Ticari alan yoğunluğu	0,3	0,4	
Arazi kullanım çeşitliliği	1	1	0,03
Yeşil Alan Yoğunluğu	0,09	0,1	
Karma Kullanım Oranı	0,14	0,2	0,2
Durak Yoğunluğu	0,1	0,6	

Kategori ve parametrelerin ağırlık değerleri, incelenen örneklerdeki ilgili değerlerin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Bu ortalama değerler hem kategori hem de parametre ağırlıklarının belirlenmesinde temel alınmıştır. Örnek çalışmalarda yer almayan ağırlık değerleri için ise, parametre içindeki göreceli önem dereceleri dikkate alınarak oransal bir dağılım yapılmıştır. Hesaplama sonuçları Tablo 6.14’te sunulmaktadır.

Tablo 21. Kategori ve Parametrelere Ait Ağırlık Değerleri

Kategori	Ağırlık Değeri	Parametre Adı	Kod	Ağırlık Değeri
Yoğunluk	0,33	Nüfus Yoğunluğu (kişi/ha)	A1	0,5
		Ticari alan yoğunluğu	A2	0,3
Çeşitlilik	0,20	Arazi kullanım çeşitliliği	B1	1
Erişilebilirlik ve tasarım	0,14	Yeşil Alan Yoğunluğu	C1	0.095
		Karma Kullanım Oranı	C2	0,18
Toplu Taşıma Mesafesi	0,31	Durak Yoğunluğu	D1	0,35

Parametre değerlerinin normalizasyonu TOD endeksinin hesaplanması

Farklı kategorilerdeki analitik ve alansal veriler kullanılarak parametre değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda, değerler, denklem (6.5)’de belirtilen maksimum-minimum normalizasyon yöntemi kullanılarak standartlaştırılmıştır. Bu standartlaştırma, değerlerin 0 ile

1 arasında doğrusal bir dağılıma sahip olmasını sağlamıştır. Normalize edilen sonuçlar ise aşağıdaki Tablo 22’de gösterilmiştir.

$$r_i = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad (5)$$

r_i = standart değer

$\min x_i$ = En küçük parametre değeri

$\max x_i$ = En büyük parametre değeri

$$R_i = \sum W_k r_{ik} \quad (6)$$

R_i = i durağı için TOD indeksi

W_k = ağırlık değeri

r_{ik} = k parametresi için hesaplanan standart değer

Hesaplanan parametre değerleri

Çalışma alanındaki 4 durak için AHS yöntemiyle hesaplanan 6 parametre bulunmaktadır. Tablo 22’te Kabil 11.Bölgedeki durakların TOD alanlarına ait, 5.5 formülü uygulanarak hesaplanan normalize parametre değerleri gösterilmektedir.

Tablo 22. Normalize Edilmiş Parametre Değerleri

Kategori	Yoğunluk		Çeşitlilik	Erişilebilirlik ve Tasarım		Toplu Ulaşım Sistemlerine Mesafe
Duraklar	A1	A2	B1	C1	C2	D1
Khosht 2 OKhtif	1	1	0.77	0.05	0.46	0.8
Hese 2 Khairkhaneh	0.73	1	0.84	0	0.5	0.8
Hese 1 Khairkhaneh	0.35	0.5	1	1	1	1
315 Bölgesi	0	0	0	0	0	0

Endeks değerlerini hesaplama sürecinin açıklayıcı olabilmesi için aşağıdaki Tablo 6.16’de TOD endeks değeri en yüksek Alan Khosht OKhtif durağı hesaplanma adımları gösterilmiştir. Formül içerisindeki değerlerin işlem süreçleri ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Tablo 23. Khosht OKhtif İçin Ağırlıklı Parametre Değerlerinin Hesaplanması

Parametre kodu	W	W_{krik}	Kategori	W	$W_k \sum r_{ik}$
A ₁	0,5	1	Yoğunluk	0,33	0.26
A ₂	0.3	1			
B ₁	1	0.77	Çeşitlilik	0,2	0.15
C ₁	0.095	0.05	Erişilebilirlik ve tasarım	0,31	0.012
C ₂	0,18	0.6			
D ₁	0.35	0.8	Toplu ulaşım sistemlerine mesafe	0,16	0.09

Önceki adımları takiben, kategori indeksleri 6.6 numaralı formül kullanılarak hesaplanmış olup, bu indekslerin toplanmasıyla elde edilen TOD indeksi Tablo 6.17’de verilmiştir.

Tablo 24. Kategori Endeksleri

Kategori	Yoğunluk indeksi	Çeşitlilik indeksi	Erişilebilirlik ve Tasarım indeksi	Toplu Ulaşım Sistemlerine Mesafe indeksi
Khosht OKhtif	0.26	0.15	0.012	0.09
Hese 2 Khairkhaneh	0.22	0.16	0.012	0.09
Hese 1 Khairkhaneh	0.11	0.20	0.03	0.10
315 Bölgesi	0	0	0	0

Durakların TOD endeks değerleri

Her durak için, parametrelere göre 4 ayrı kategorinin değerleri hesaplanmış, hesaplanan endeks değerlerinin toplamı ile TOD endeksi değeri elde edilmiştir.

Bu verilere göre, 315 durağı 0 değeriyle en düşük, Khosht OKhtif durağı ise 0,51 değeriyle en yüksek değere sahiptir. Ancak bu durak bile, literatürde ideal TOD alanı olarak belirlenen 0,75 puana erişememiştir. Şekil 6.5’te tüm durakların TOD değerleri, en düşük değer olan 0 ile en yüksek değer olan 0,51 arasında doğal kırılım yöntemiyle gruplandırılmıştır.

Durakların 2 tanesi ortalama değer olan 0,48’in altında kalmıştır ve TOD için uygun hale gelmesi için parametre değerlerini artırıcı politikalar üretilmesi gerekmektedir. TOD endeks değerlerine ait sonuçlar aşağıdaki Tablo 6.18’ de gösterilmiştir.

Tablo 25. Durakların TOD Endeks Değerleri

Duraklar	Yoğunluk indeksi	Çeşitlilik indeksi	Erişilebilirlik ve Tasarım indeksi	Toplu Ulaşım Sistemlerine Mesafe indeksi	TOD indeksi
Khosht OKhtif	0.26	0.15	0.012	0.09	0.51
Hese 2 Khairkhaneh	0.22	0.16	0.012	0.09	0.48
Hese 1 Khairkhaneh	0.11	0.20	0.03	0.10	0.44
315 Bölgesi	0	0	0	0	0

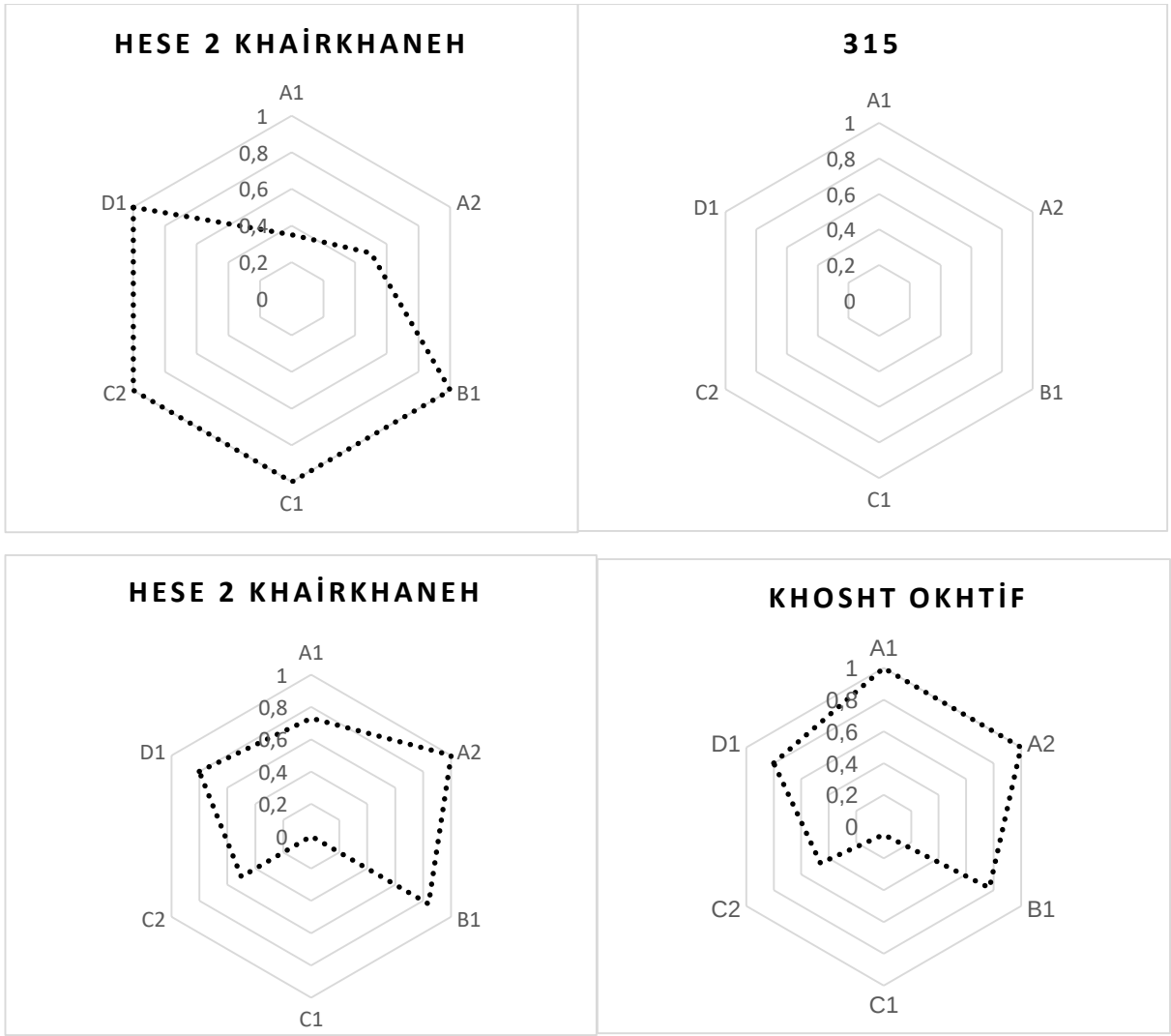


Şekil 24. Kabil 11.Bölge TOD endeks değeri sonuç haritası

TOD Endeks Değerlerinin Değerlendirilmesi

TOD endeks değerleri sonuçları

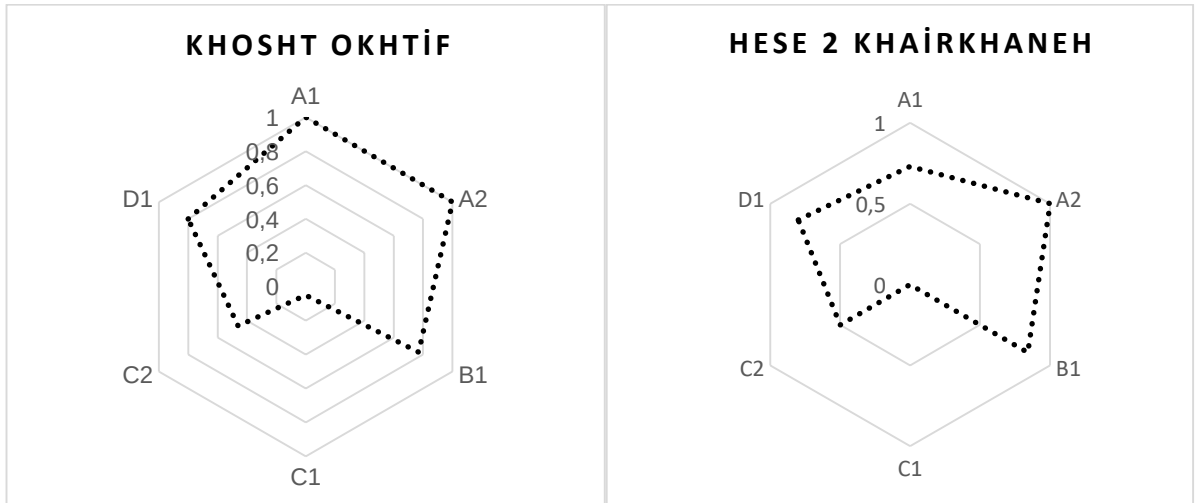
Tüm kategori ve parametre hesaplamaları tamamlandıktan sonra, elde edilen TOD endeksi değerleri radar grafikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Radar grafikler, çok değişkenli verileri görselleştirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu grafikler, her değişken için bir eksen kullanır ve bu eksenleri bir merkez nokta etrafında dairesel olarak düzenler. Her değişken için ölçülen değerler, eksenler üzerinde işaretlenir ve bu noktalar birleştirilerek çokgen bir şekil oluşturulur. Bu çalışmada radar grafikler, Kabil 11.Bölgedeki dört farklı toplu taşıma durağı için hesaplanan TOD endeks değerlerini görselleştirmek amacıyla kullanılmıştır. Grafikler, her durak için altı farklı parametrenin (Nüfus Yoğunluğu, Ticari Alan Yoğunluğu, Arazi Kullanım Çeşitliliği, Yeşil Alan Yoğunluğu, Karma Kullanım ve Durak Yoğunluğu) değerlerini göstermektedir. Genel olarak, radar grafikler, farklı durakların TOD endeks değerlerini karşılaştırmak ve hangi durakların hangi parametreler açısından güçlü veya zayıf olduğunu anlamak için kullanışlı bir araçtır. Bu bilgiler, şehir plancılarının TOD projelerini geliştirirken hangi alanlara odaklanmaları gerektiğini belirlemelerine yardımcı olmaktadır. Aşağıdaki Şekil 25, duraklar için hesaplanan endeks değerlerini gösteren radar grafiklerini sunmaktadır.



Şekil 25. 4 Durağın TOD endeks değerlerine ait radar grafikleri

TOD endeksi en yüksek 2 durak

En yüksek TOD endeks değerlerine sahip 2 durak olan Khosht OKhtif ve Hese 2 Khaïrkhaneh duraklarına ait radar grafikleri aşağıdaki Şekil 26’de gösterilmiştir.



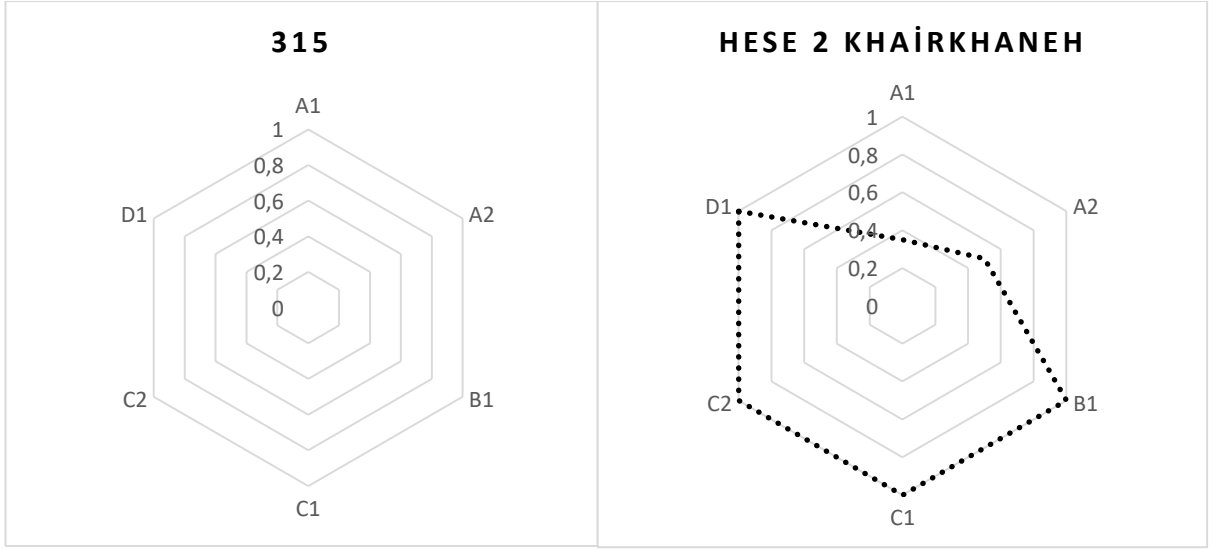
Şekil 26. En yüksek TOD endeks değerine sahip 2 durak

Khosht Okhtif durağı, özellikle A1 (Nüfus Yoğunluğu), A2 (Ticari Alan Yoğunluğu) ve D1 (Durak Yoğunluğu) parametrelerinde en yüksek değerlere sahip olmaktadır. A1 parametresinin 1 olması, bu durağın çevresinde çok yüksek bir nüfus yoğunluğuna işaret etmektedir. Bu durum, durağın, yerleşim alanlarının merkezinde veya bu alanlara çok yakın bir konumda bulunduğunu düşündürmektedir. A2 parametresinin de 1 olması, durak çevresinde ticari faaliyetlerin çok yoğun olduğunu göstermektedir. Bu da durağın, bir ticaret merkezi veya karma kullanımlı (hem konut hem ticaret) bir bölgede yer aldığını göstermektedir. B1 (Arazi Kullanım Çeşitliliği) parametresi 0.77 ile iyi bir çeşitlilik sunarken, C1 (Yeşil Alan) parametresi 0.05 ile oldukça düşüktür. Bu, durak çevresinde yeşil alanların ve parkların çok az olduğunu göstermektedir. C2 (Karmalık Oranı) değeri ise 0.46 ile ortalama bir yaya erişilebilirliği ve karma kullanım yoğunluğunu göstermektedir. D1 parametresinin 0.8 gibi yüksek bir değerde olması, durak çevresinde çok sayıda otobüs durağının bulunduğunu ve bu durakların yolcular tarafından yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir.

Hese 2 Khairkhaneh durağı, A2 (Ticari Alan Yoğunluğu), B1 (Arazi Kullanım Çeşitliliği) ve D1 (Durak Yoğunluğu) parametrelerinde yüksek değerlere sahip olmaktadır. A2'nin 1 olması, Khosht Okhtif durağında olduğu gibi, bu durağın çevresinde de ticari alanların çok yoğun olduğunu göstermektedir. B1 parametresinin 0.84 olması, durak çevresinde farklı arazi kullanımlarının (konut, ticaret, ofis, vb.) dengeli bir şekilde dağıldığını ve bu durumun yaya hareketliliğini ve canlılığı artırdığını göstermektedir. D1 parametresinin 0.8 olması, bu durağın çevresinde de toplu taşıma duraklarının yoğun olduğunu ve erişilebilirliğin yüksek olduğunu göstermektedir. A1 (Nüfus Yoğunluğu) parametresi 0.73 ile Khosht Okhtif'e göre daha düşük olsa da, yine de yüksek bir nüfus yoğunluğuna işaret etmektedir. C1 (Yeşil Alan) parametresinin 0 olması, bu durağın çevresinde de yeşil alanların olmadığını göstermektedir. C2 (Karışıklık İndeksi) değeri 0.5 ile Khosht Okhtif'e göre biraz daha iyi bir yaya erişilebilirliği sunmaktadır.

TOD endeksi en düşük 2 durak

Hesaplanan TOD endeks değerlerine göre en düşük 2 durak olan 315 ve Hese 1 Khairkhaneh duraklarının radar gösterimi ile değerlendirilmesi Şekil 27'de gösterilmiştir



Şekil 27. En düşük TOD endeks değerine sahip 2 durak

Hese 1 Khairkhaneh durağı, Bölge 315'e kıyasla daha iyi durumda olsa da, yine de önemli eksikliklere sahiptir. A1 (Nüfus Yoğunluğu) parametresi 0.35 ile düşük, A2 (Ticari Alan Yoğunluğu) parametresi ise 0.5 ile ortalama bir değere sahiptir. Diğer parametreler (B1, C1, C2, D1) 1 olmasına rağmen A1 ve A2'nin düşüklüğü bu alanların etkisini zayıflatmaktadır; durağın çevresinde yeterli bir nüfus ve ticari aktivite yoğunluğunun olmadığını göstermektedir. Durak çevresindeki arazi kullanımı çeşitliliği, yeşil alanlar ve toplu taşıma erişilebilirliği iyi olsa bile, bu alanları kullanacak yeterli insan ve ticari faaliyet bulunmaması, durağın potansiyelini tam olarak kullanamadığı anlamına gelmektedir.

Bölge 315 durağı, tüm parametrelerde (A1, A2, B1, C1, C2, D1) sıfır (0) değerini almıştır. Bu, durağın çevresinde hiçbir kentsel aktivitenin, yaya erişilebilirliğinin, arazi kullanım çeşitliliğinin, yeşil alanın ve toplu taşıma bağlantısının bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bu durum, durağın tamamen işlevsiz, izole ve kentsel yaşamdan kopuk bir noktada olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Kabil'in 11. bölgesi Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) açısından değerlendirilmiştir. Hızlı kentleşme ve buna bağlı olarak artan araç sayısı, özel araç bağımlılığı ve kentsel yayılma, şehirlerin karşılaştığı önemli sorunlardır. Bu sorunların çözümünde sürdürülebilir kalkınma anlayışı tek başına yeterli değildir ve ulaşım planlaması ile arazi kullanım politikalarının entegre bir şekilde ele alınmasını gerektirmektedir. Bu noktada, özel araç kullanımını azaltarak toplu taşıma sistemlerine geçişi teşvik eden TOD yaklaşımı önem kazanmaktadır. TOD yaklaşımı, kentsel alanlarda karma, kompakt ve yaya erişilebilirliğinin yüksek olduğu bir yapılaşma modeli önermektedir. Bu model, toplu taşıma kullanımını artırarak özel araç bağımlılığını azaltmayı ve sürdürülebilir şehirler yaratmayı hedeflemektedir. TOD projeleri, çevresel etkileri azaltırken, yolculuk sürelerini ve mesafelerini kısaltmakta ve yaya dostu kentsel alanlar oluşturmaktadır. Kabil'in 11. Bölgesi, son yıllarda hızlı nüfus artışı ve kentsel yayılma ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu durum, trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve yeşil alanların azalması gibi sorunlara yol açmaktadır. TOD yaklaşımının uygulanması, bu sorunların ele alınmasında ve bölgenin sürdürülebilir kalkınmasının sağlanmasında önemli bir rol oynayabilmektedir. Bu çalışmada, TOD yaklaşımının bileşenleri, ilkeleri ve hedefleri incelenmiş ve bir bölgedeki farklı yoğunluk alanlarının TOD'a uygunluğunu değerlendirmek için kullanılan hesaplama yöntemleri açıklanmıştır.

Çalışma kapsamında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) yazılımları kullanılarak bölgedeki mevcut arazi kullanımları, ulaşım durumu ve kentsel yayılma analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, 11. Bölge'de 4 adet TOD merkezi belirlenmiştir: Khosht Okhtif Alanı, Hese 2 Khairkhaneh, Hese 1 Khairkhaneh ve 315 Bölgesi. Her bir merkez için 650 metre yarıçapında bir yürüme mesafesi belirlenerek, yoğunluk, çeşitlilik, erişilebilirlik, tasarım ve toplu taşıma mesafesi gibi kriterler incelenmiştir.

TOD endeksi hesaplamaları, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ancak, hiçbir durak ideal TOD alanı olarak belirlenen 0,75 puana erişememiştir. Sonuçlara göre, 315 durağı 0 değeriyle en düşük, Khosht OKhtif durağı ise 0,51 değeriyle en yüksek TOD endeksine sahip olmuştur. Bu durum, 11. bölgenin TOD'a uygun hale gelmesi için bazı iyileştirmeler yapılması gerektiğini göstermektedir. Khosht Okhtif durağı, en yüksek TOD endeks değerine sahip olan duraktır. Bu durak, yüksek nüfus yoğunluğu, ticari alan yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği ve durak yoğunluğu ile karakterizedir. Ancak, yeşil

alan yoğunluğu ve Karma Kullanım Oranı açısından düşük bir değere sahiptir. Bu nedenle, bu durak çevresinde yeşil ve Karma Kullanım Oranı alanların artırılması gerekmektedir. Benzer şekilde Hese 2 Khairkhaneh durağı, ikinci en yüksek TOD endeks değerine sahip olan duraktır. Bu durak, yüksek nüfus yoğunluğu, ticari alan yoğunluğu, arazi kullanım çeşitliliği ve durak yoğunluğu ile karakterizedir. Ancak, yeşil alan yoğunluğu ve Karma Kullanım Oranı açısından düşük değerlere sahiptir. Bu nedenle, bu durak çevresinde yeşil alanların ve Karma Kullanım Oranı artırılması gerekmektedir. Hese 1 Khairkhaneh durağı, düşük nüfus yoğunluğu ve ticari alan yoğunluğu ile karakterizedir. Bu nedenle, bu durak çevresinde nüfus yoğunluğunun ve ticari alanların artırılması gerekmektedir. 315 durağı, tüm parametreler açısından en düşük değerlere sahip olan duraktır. Bu durak, çevresinde hiçbir kentsel aktivitenin (Nüfus Yoğunluğu, Ticari Alan Yoğunluğu, Arazi Kullanım Çeşitliliği, Yeşil Alan Yoğunluğu, Karma Kullanım ve Durak Yoğunluğu) olmadığı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, bu durak çevresinde acil bir kentsel dönüşüm/planlama müdahalesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kabil'in 11. bölgesindeki mevcut durumu ve kültürel bağlamı dikkate alarak daha spesifik ve uygulanabilir öneriler geliştirmek önemlidir. Örneğin, nüfus yoğunluğunu artırma ve ticari alanları geliştirme önerileri, bu bölgenin merkezlerinde kompakt gelişim ve karma kullanımlı alan geliştirme gibi stratejileri içerebilir. Bu stratejilerin belirlenmesi, bölgedeki mevcut arazi kullanım planları ve mevcut ekonomik faaliyetler, istihdam olanakları ve kültürel tercihler gibi faktörlerin dikkate alınmasını gerektirir.

Yeşil alanların oluşturulması önerisi, bölgedeki mevcut park ve yeşil alanların genişletilmesi, yeni park ve yeşil alanlar oluşturulması veya mevcut yapılaşmış alanların bir kısmının yeşil alanlara dönüştürülmesi gibi farklı stratejiler içerebilir. Bu stratejilerin belirlenmesi, bölgedeki mevcut yeşil alan miktarı, nüfus yoğunluğu ve kültürel tercihler gibi faktörlerin dikkate alınmasını gerektirir.

Toplu taşıma erişilebilirliğinin iyileştirilmesi için bölgedeki mevcut toplu taşıma hatlarına ek olarak, özel toplu taşıma hatları (BRT) önerilmektedir. Hızlı, konforlu ve güvenilir bir toplu taşıma sistemi sağlamak için (BRT) sistemi kurulması önerilmektedir. Bu sistem, özel olarak ayrılmış hatlarda çalışan modern otobüslerle hizmet verecek ve trafik sıkışıklığına takılmadan hızlı ve verimli bir şekilde yolcu taşıyacaktır. BRT hatları, bölgenin en yoğun nüfuslu ve istihdam alanlarına bağlantı sağlayacak şekilde planlanmalıdır.

Farklı toplu taşıma modlarının entegre edildiği ulaşım durakları, yolcuların bir taşıma modundan diğerine kolayca geçiş yapabilmelerini sağlayacaktır. Bu duraklar, BRT hatları ve diğer toplu taşıma duraklarının kesiştiği noktalarda konumlandırılmalıdır. Ulaşım durakları,

bekleme alanları, bilet gişeleri, güvenlik noktaları ve yolculara bilgi sağlayan ekranlarla donatılmalıdır.

Genel olarak, Kabil'in 11. bölgesinde TOD yaklaşımının değerlendirmesi, bölgenin sürdürülebilir kalkınması için önemli bir fırsattır. Bu fırsatın değerlendirilmesi, bölgenin mevcut durumunu ve kültürel bağlamını dikkate alan, spesifik ve uygulanabilir öneriler geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu önerilerin uygulanması, bölge sakinlerinin yaşam kalitesini artıracak, sürdürülebilir ulaşımı teşvik edecek ve kentsel yayılmayı kontrol altına alacaktır.



KAYNAKÇA

- Gauthier, M. (2009). Urban planning and sustainable development. Introductory note. *Environnement Urbain/Urban Environment*, (Volume 3).
- Chen, M., Chen, L., Cheng, J., & Yu, J. (2022). Identifying interlinkages between urbanization and Sustainable Development Goals. *Geography and Sustainability*, 3, 339–346.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf
- Öztaş Karlı, R. G. & Çelikyay, S. (2022). Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) üzerine Türkiye’deki politikaların araştırılması. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2). DOI: 10.51513/jitsa.1090659
- Al-Raei, M. (2024). The smart future for sustainable development: Artificial intelligence solutions for sustainable urbanization. *Sustainable Development*, 1-10. <https://doi.org/10.1002/sd.3131>
- Loo, B. P., & du Verle, F. (2017). Transit-oriented development in future cities: towards a two-level sustainable mobility strategy. *International Journal of Urban Sciences*, 21(sup1), 54-67.
- Lin, Y., Wang, P., & Ma, M. (2017, May). Intelligent transportation system (ITS): Concept, challenge and opportunity. In *2017 IEEE 3rd International Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE International Conference on High Performance and Smart Computing (Hpsc), and IEEE International Conference on Intelligent Data and Security (Ids)* (pp. 167-172). IEEE.
- Zolnik, E. J., Malik, A., & Irvin-Erickson, Y. (2018). Who benefits from bus rapid transit? Evidence from the Metro Bus System (MBS) in Lahore. *Journal of Transport Geography*, 71, 139-149.
- Fang, Q., Inoue, T., Li, D., Liu, Q., & Ma, J. (2023). Transit-Oriented Development and Sustainable Cities: A Visual Analysis of the Literature Based on CiteSpace and VOSviewer. *Sustainability*, 15(10), 8223.
- Nakamura, H., Arimura, M., & Kobayashi, Y. (2004). Overview of Urban Transport and the Environment. In *Urban Transport and the Environment* (pp. 11-36). Emerald Group Publishing Limited.
- Orieno, O. H., Ndubuisi, N. L., Ilojany, V. I., Biu, P. W., & Odonkor, B. (2024). The future of autonomous vehicles in the US urban landscape: a review: analyzing implications for traffic, urban planning, and the environment. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(1), 43-64.
- Alvarado, D. (2022, December 28). *A brief history of walkability and its role in urban planning*. Desire Path. Retrieved December 19, 2024, from <https://www.desirepath.us/blog/a-brief-history-of-walkability-and-its-role-in-urban-planning>

- Kenworthy, J. (2011). An international comparative perspective on fast-rising motorization and automobile dependence. In *Urban Transport in the Developing World*. Edward Elgar Publishing.
- Vuchic, V. R. (2008). Transport systems and policies for sustainable cities. *Thermal Science*, 12(4), 7-17.
- Adams, C. T. (2022). *Automobile suburbs*. The Encyclopedia of Greater Philadelphia. Retrieved December 19, 2024, from <https://philadelphiaencyclopedia.org/essays/automobile-suburbs/>
- Lowe, M. D. (2007). *Cars, Their Problems, and the Future*
- Maihan, R., & Öcalir, E. V. (2023). URBAN MOBILITY AND TRANSPORTATION STRATEGIES FOR SUSTAINABLE CITIES: A CASE STUDY IN KABUL, AFGHANISTAN. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 10(10).
- Sanchez, T. W., Stolz, R., & Ma, J. S. (2004). Inequitable effects of transportation policies on minorities. *Transportation research record*, 1885(1), 104-110.
- Buehler, R., Pucher, J., Gerike, R., & Götschi, T. (2017). Reducing car dependence in the heart of Europe: lessons from Germany, Austria, and Switzerland. *Transport reviews*, 37(1), 4-
- Endolla Barcelona. (n.d.).2024 *Smart cities and electromobility*. from <https://endolla.barcelona/en/smart-cities-y-electromovilidad>
- Kenworthy, J. R. (2017). Is automobile dependence in emerging cities an irresistible force? Perspectives from São Paulo, Taipei, Prague, Mumbai, Shanghai, Beijing, and Guangzhou. *Sustainability*, 9(11), 1953.
- Belzer, D., & Autler, G. (2002). Countering sprawl with transit-oriented development. *Issues in Science and Technology*, 19(1). Retrieved December 19, 2024, from <https://issues.org/belzer/>
- Haider, M., Kerr, K., & Badami, M. (2013). Does commuting cause stress? The public health implications of traffic congestion. *The Public Health Implications of Traffic Congestion* (August 2, 2013).
- UK Health Security Agency. (2023, June 29). Noise pollution: Mapping the health impacts of transportation noise in England. Retrieved from [Noise pollution: mapping the health impacts of transportation noise in England – UK Health Security Agency](#)
- C40 Cities Climate Leadership Group. (2019, February). *How to achieve a walking and cycling transformation in your city*. C40 Knowledge Hub. Retrieved December 19, 2024, from https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-achieve-a-walking-and-cycling-transformation-in-your-city?language=en_US
- Parker, A. H. (1993). *Land use and automobile dependence: planning for sustainability in urban regions* (Doctoral dissertation, University of British Columbia).
- Zhang, M. (2006). Travel choice with no alternative: Can land use reduce automobile dependence? *Journal of Planning Education and Research*, 25(3), 311–326. <https://doi.org/10.1177/0739456X05280544>
- جغرافیا و روابط انسانی. خزایی. (2018). تحلیل و ارزیابی شاخصهای حمل و نقل پایدار شهری. 1(3), 424-436.
- State of Green. (2022, May 9). *Integrating an intelligent and holistic approach to city planning and transportation management to create more sustainable cities*. Retrieved December 19, 2024, from <https://stateofgreen.com/en/news/transportation-urban-planning/>

- American Council for an Energy-Efficient Economy. (2023, March 20). *Dense, mixed-use development is vital to reducing transportation emissions*. Retrieved December 19, 2024, from <https://www.aceee.org/blog-post/2023/03/dense-mixed-use-development-vital-reducing-transportation-emissions>
- Brears, R. C. (2024, April 25). *The future of mobility: Electric vehicles and sustainable urban transport*. *Global Climate Solutions*. Retrieved December 19, 2024, from <https://medium.com/global-climate-solutions/the-future-of-mobility-electric-vehicles-and-sustainable-urban-transport-99c5869014f5>
- تکتم. (2017). بررسی شاخص‌های کمی و کیفی موثر در ارزیابی عملکرد سامانه & پذیرا نشان مقدم، بهادر، محتشمی فصلنامه مطالعات. با رویکرد توسعه پایدار (مطالعه کلان شهر مشهد) (BRT) اتوبوس‌های تندرو در کلانشهر BRT عمران زاده بهزاد. (2013). ارزیابی و ارائه راهکارهای توسعه سیستم حمل و نقل و پورا احمد SWOT. تهران با استفاده از مدل
- Zolnik, E. J., Malik, A., & Irvin-Erickson, Y. (2018). Who benefits from bus rapid transit? Evidence from the Metro Bus System (MBS) in Lahore. *Journal of Transport Geography*, 71, 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.06.019>
- Malik, B. Z., ur Rehman, Z., Khan, A. H., & Akram, W. (2021). Investigating users' travel behaviours and perceptions of single-corridor BRT: Lessons from Lahore. *Journal of Transport Geography*, 91, 102942.
- Susilo, Y. O., Santosa, W., Joewono, T. B., & Parikesit, D. (2007). A reflection of motorization and public transport in Jakarta Metropolitan Area. *IATSS research*, 31(1), 59-68.
- Thomas, R., Pojani, D., Lenferink, S., Bertolini, L., Stead, D., & Van der Krabben, E. (2018). Is transit-oriented development (TOD) an internationally transferable policy concept?. *Regional Studies*, 52(9), 1201-1213.
- Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream*. Princeton Architectural Press.
- Gu, P., He, D., Chen, Y., Zengras, P. C., & Jiang, Y. (2019). Transit-oriented development and air quality in Chinese cities: A city-level examination. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 68, 10-25.
- Gomez, C. P., Omar, M., & Nallusamy, R. (2019). A study on the benefits of Transit Oriented Development in Malaysia and incorporation of those benefits in planning. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 266, p. 06016). EDP Sciences.
- Cervero, R. (2004). *Transit-oriented development in the United States: Experiences, challenges, and prospects*.
- Peng, Z., Cui, Y., Wang, J., & Calthorpe, P. (2020). *Plan with nature: Jinan regional study* [PDF]. ISOCARP. Retrieved from https://isocarp.org/app/uploads/ArticlesReview12/Peng-Cui-Wang-and-Calthorpe-Plan-with-nature_Jinan-regional-study-REVIEW12-pages-116-129-01.pdf
- Calthorpe, P. (2022, October 13). *Ending global sprawl: Build transit-oriented developments (TODs)*. HDR. Retrieved from <https://www.hdrinc.com/au/insights/ending-global-sprawl-build-transit-oriented-developments-tods>
- Cervero, R. (2004). *Transit-oriented development in the United States: Experiences, challenges, and prospects*.
- Calthorpe Associates. (2011). *Principle 4: Build transit-oriented developments (TODs)*. In *Global Sprawl: Solutions for a more sustainable and equitable future* (pp. 194–217).

- در مناطق TOD درخشان، کرمی، اسلام، & سرکرده‌یی. (2023). دستیابی به الگوی مناسب و اولویت‌بندی اصول مرکزی شهرها (نمونه مورد مطالعه: شهر بسطام). هویت شهر.
- Huang, R. (2017). Measuring transit-oriented development network synergy based on node typology (Master's thesis, University of Twente).
- 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.
- Singh, Y. J., Lukman, A., Flacke, J., Zuidgeest, M., & Van Maarseveen, M. F. A. M. (2017). Measuring TOD around transit nodes-Towards TOD policy. *Transport policy*, 56, 96-111.
- 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.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: A meta-analysis. *Journal of the American planning association*, 76(3), 265-294.
- Maheshwari, R., Grigolon, A., & Brussel, M. (2022). Evaluating TOD in the context of local area planning using mixed-methods. *Case studies on transport policy*, 10(2), 1015-1025.
- Lindau, L. A., Hidalgo, D., & Facchini, D. (2010). Curitiba, the Cradle of Bus Rapid Transit. *Built Environment*, 36(3), 274-282.
- Coşkun, K., & Esin, N. (2017). Kentlerde Ulaşım Dönüşümü: Yeşil Ulaşım Altyapısı. *Okan Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*, 123-134.
- Riecke, J. (2011, September 2). TheCityFix Picks, September 2: Mobilidade Curitiba, Pedestrian Demographics, Talking Transit in Jaipur. TheCityFix. Retrieved from <https://thecityfix.com/blog/thecityfix-picks-september-2-mobilidade-curitiba-pedestrian-demographics-talking-transit-in-jaipur/>
- Bergman, K. (2017). Understanding the relationship between property development and Bus Rapid Transit: A spatiotemporal analysis of transit-oriented development in Curitiba, Brazil (Master's thesis, KTH Royal Institute of Technology).
- Şengüler, B., & Duran, Z. (2023). A case study of tramline analysis with transit-oriented development approach: Bursa T2 tramline. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 10(2), 33-39. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1256911>
- Kabul Municipality. (2018, February). Kabul Municipality - شاروالی کابل. <https://km.gov.af/>
- Metro Report International. (2022, July 11). Bursa opens T2 tramway. *Railway Gazette International*. Retrieved from <https://www.railwaygazette.com/light-rail-and-tram/bursa-opens-t2-tramway/62054.article>
- Kaya, H. S., & Yıldız, S. (2023). Bursa T2 Tramvay Hattı'nın Kentsel Dönüşüm Sürecindeki Rolü. *Şehir ve Toplum Dergisi*, 5(1), 45-60. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2976444>
- Erkus, E. (2024). Kentsel erişilebilirlik kavramı bağlamında komşuluk uniteleri ve transit odaklı planlama yaklaşımları; antalya kenti örneği [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gough, M. Z., & Kinniburgh, F. (2016). Transit-oriented development in the greater Richmond region: An analysis of potential. L. Douglas Wilder School of Government and Public Affairs, Virginia Commonwealth University. Retrieved from https://scholarscompass.vcu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1060&context=wilder_pubs

- RECS International Inc., T. & Associates, & Yachiyo Engineering Co., Ltd. (2011). Kabul City Current Status Report for Urban Development (No. 12-098). Japan International Cooperation Agency.
- Kabul Municipality. (2018). Strategic Plan of District 11. United Nations Human Settlements Programme.
- National Environmental Protection Agency of Afghanistan. (n.d.). Environmental Laws and Regulations. Retrieved from <https://www.nepa.gov.af/showDariPage/34>
- Pilatin, K. (2019). Toplu Taşıma Odaklı Gelişme Yaklaşımının Marmaray Hattı Örneği Kapsamında Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Gebze
- Bostancı, S., & Tanrıvermiş, Y. (2024). Toplu Taşıma Odaklı Gelişme (TOD): Ankara İli İçin Model Önerisi. The Journal of Academic Social Science Studies, 17(99), 351–374. <https://doi.org/10.29228/JASSS.74268>
- Fard, P. E. D. R. A. M. (2013). Measuring transit oriented development: implementing a GIS based analytical tool for measuring existing TOD levels (Master's thesis, University of Twente).
- Huang, R. (2017). *Measuring transit-oriented development network synergy based on node typology* (Master's thesis, University of Twente).
- Duran, Z., & Şengüler, B. (2023). A case study of tramline analysis with transit oriented development approach: Bursa T2 tramline. International Journal of Environment and Geoinformatics, 10(2), 033-039.
- Kütük, T., & Yalçiner Ercoşkun, Ö. (2019). Ankara-Batıkent ve Koru Metro İstasyonlarının Toplu Taşıma Odaklı Gelişim (TOD) ve Sürdürülebilir Kentsel Tasarım İlkeleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi. Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD), 4(2), 140–154. <https://doi.org/10.30785/mbud.592166>
- Zou Mingqiao, X. L. (2014). Quantitative Research of Evaluation Index System for TOD and Application in the Tianjin Eco-City. 14th COTA International Conference of Transportation Professionals.
- Lukman, A. (2014). Development and Implementation Of A Transit Oriented Development (TOD) Index Around the Current Transit Nodes. Enschede
- Erkus, E. (2024). Kentsel Erişilebilirlik Kavramı Bağlamında Komşuluk Üniteleri ve Transit Odaklı Planlama Yaklaşımları; Antalya Kenti Örneği

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Fraidoon SAKHAI
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu: Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Abu Osman Taloqani Lisesi
Lisans:	Kabul Polytechnic University Planlama Bölümü
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Tasarım Disiplinler Arası Ana Bilim Dalı, Kentsel Tasarım Bölümü