

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI



ANALİZ ARAÇLARIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİR BİSİKLET YOLLARI
SEÇİMİ: BALIKESİR ÖRNEĞİ

ŞÜKRAN YEMİŞÇİOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Yusuf YILDIZ (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Bedriye ASIMGİL
Dr. Öğr. Üyesi Nihal ARDA AKYILDIZ

BALIKESİR, OCAK - 2022

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Analiz Araçlarıyla Sürdürülebilir Bisiklet Yolları Seçimi: Balıkesir Örneği**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Şükran YEMİŞÇİOĞLU
(imza)

ÖZET

**ANALİZ ARAÇLARIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİR BİSİKLET YOLLARI SEÇİMİ:
BALIKESİR ÖRNEĞİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ŞÜKRAN YEMİŞÇİOĞLU
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. YUSUF YILDIZ)
(EŞ DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ TÜLAY ÇİVİCİ)
BALIKESİR, OCAK - 2022**

Nüfus artışı kentlerdeki yapı yoğunluğunu ve motorlu araç sayısını yükseltmektedir. Bu durum kıt enerji kaynaklarının etkin kullanımında başlıca bir engeldir. Bu doğrultuda gelişmiş ülkeler bisiklet kullanımını destekleyerek yenilenemez enerji kaynaklarının tüketimini ve çevre kirliliğini azaltmayı hedeflemektedir. Çünkü bir ulaşım aracı olarak bisiklet, fosil yakıt kullanmaması nedeniyle enerji kaynaklarının rasyonel kullanılmasında önemli bir faktördür. Ancak bisiklet kullanımının sürdürülebilirliği, kentsel ölçekli yatırım projelerinde bisiklet yollarına ilişkin alınan yönetsel kararlara bağlıdır. Dolayısıyla bisiklet yollarının, fizibilite çalışmaları açısından değerlendirilmesi ve bu doğrultuda seçilmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı, kriterler üzerinden değerlendirmeler yaparak ve farklı paydaşları bir araya getirerek sürdürülebilir bisiklet yolları seçimine yönelik bir yaklaşım sunmaktır. Bunun için fiziksel kriterler ve yakınlık kriterleri olmak üzere toplam 9 kriter belirlenmiştir. Kriterler, anket formu ile karar vericiler, akademisyenler ve bisiklet kullanıcıları tarafından önem derecesine göre sıralanmış ve ağırlıklı puanları hesaplanmıştır. Buna göre en fazla puanı alan kriter eğim (0.1925) iken en az puanı alan kriter kamu yapılarına yakınlıktır (0.0579). Ardından ArcMap 10.7 yardımıyla mekânsal analizler yapılarak 9 farklı harita oluşturulmuştur. Haritalar karşılaştırılarak Balıkesir şehir merkezi için sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi sunulmuştur. Son olarak mevcut ve planlanan bisiklet yolları ile çalışmada sunulan öneri karşılaştırılarak, sürdürülebilir bisiklet yolu seçiminde analiz aracı kullanmanın önemi vurgulanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Sürdürülebilirlik, enerji tüketimi, bisiklet yolları, analiz araçları.

ABSTRACT

SUSTAINABLE BIKEWAYS SELECTION WITH ANALYSIS TOOLS: BALIKESİR EXAMPLE

M.SC THESIS

ŞÜKRAN YEMİŞÇİOĞLU

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

ARCHITECTURE

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. YUSUF YILDIZ)

(CO-SUPERVISOR: ASSIT. PROF. DR. TÜLAY ÇİVİCİ)

BALIKESİR, JANUARY - 2022

The population growth increases the building density and number of motorized vehicles in cities. This situation is to a major barrier to efficient usage of scarce energy sources. Accordingly, developed countries aim to decrease the consumption of non-renewable energy sources and environmental pollution by supporting bicycle usage. Because the bicycle is an important factor as a sustainable transportation vehicle on rational usage of energy sources as does not use fossil fuel. But, the sustainability of bicycle usage depends on managerial decisions taken about bikeways in urban-scale projects. Therefore, it is important to evaluate and choose bikeways in terms of feasibility studies. The aim of this study is to offer an approach for choosing sustainable bikeways by making evaluations over criteria and throwing together different stakeholders. So, 9 criteria have been defined as physical and proximity criteria. The criteria have been ranked according to their importance degree by decision-makers, academicians, and bicycle users over a questionnaire and their weighted points have been calculated. According to this, while the slope is the criterion getting the most point (0.1925), getting the least point is to proximity to public buildings (0.0579). Then, 9 different maps have been created by making the spatial analysis by means of ArcMap 10.7. A sustainable bikeway suggestion has been offered for Balıkesir city center by overlapping the maps. Finally, the importance of analysis tool usage in the choosing of sustainable bikeways has been emphasized by comparing the bikeways existing and planned with the suggestion offered in this study.

KEYWORDS: Sustainability, energy consumption, bikeways, analysis tools.

Science Code / Codes : 80103

Page Number : 116

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	ivi
RESİM LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vi
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı	3
1.2 Çalışmanın Amacı.....	5
1.3 Çalışmanın Kapsamı	6
1.4 Çalışmanın Yöntemi	7
2. BİSİKLET VE BİSİKLET YOLU	9
2.1 Bisikletin Tarihçesi	9
2.2 Dünyada ve Türkiye'de Uygulanmış Bisiklet Yolu Örnekleri	12
2.3 Ulaşım Aracı Olarak Bisiklet ve Sürdürülebilirlik	30
2.3.1 Enerji Tüketimi ve Çevresel Sorunlar	30
2.3.2 Bisikletin Motorlu Araçlarla Kıyaslanması ve Çevreye Katkısı	33
2.4 Literatür Taraması	37
3. BİSİKLET YOLU SEÇİMİNDE KULLANILAN ANALİZ ARAÇLARI	42
3.1 Coğrafi Bilgi Sistemlerine Yönelik Analiz Araçları	44
3.1.1 ArcGIS	44
3.1.2 QGIS	47
3.2 Ulaşım Planlamasına Yönelik Analiz Araçları	49
3.2.1 PTV VISUM	49
3.2.2 TransCAD	50
3.2.3 Urbano	52
3.3 Analiz Araçlarının Karşılaştırılması	54
4. SÜRDÜRÜLEBİLİR BİSİKLET YOLLARI SEÇİMİ: BALIKESİR ÖRNEĞİ .	57
4.1 Bisiklet Yolu Seçiminde Kullanılan Kriterlerin Değerlendirilmesi.....	58
4.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yardımıyla Kriterlerin Önceliklendirilmesi.....	65
4.3 ArcGIS Ortamında Mekansal Analizlerin Yapılması	68
4.4 Balıkesir İçin Sürdürülebilir Bisiklet Yolları Önerisi	88
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	95
6. KAYNAKLAR	99
EKLER	114
EK A: Farklı paydaş gruplarına uygulanan kriter karşılaştırmasına yönelik hazırlanan anket formu	115
ÖZGEÇMİŞ	116

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Ükelere ve yıllara göre yakıt tüketiminden kaynaklı CO ₂ emisyon miktarları. .	4
Şekil 1.2: Çalışmada kullanılan yöntemin akış şeması.	8
Şekil 2.1: Hollanda Bisiklet Ağı Haritası.	15
Şekil 2.2: Kopenhag mevcut bisiklet yolları ve 2025 hedefleri.	18
Şekil 2.3: 2008 yılı Münster bisiklet ağı.	20
Şekil 2.4: Vauban bölgesi yerleşim ve bisiklet yolları.	22
Şekil 2.5: Seattle bisiklet yolları örneği.	24
Şekil 2.6: İstanbul'da planlanan bisiklet yolları haritası.	25
Şekil 2.7: 2015-2030 yılları İzmir'e ait ulaşım modu dağılımı.	27
Şekil 2.8: İzmir mevcut ve planlanan bisiklet yolu güzergahları 2017.	28
Şekil 2.9: EuroVelo bisiklet ağı.	28
Şekil 2.10: Eskişehir mevcut ve hedeflenen bisiklet yolu güzergahları. .	29
Şekil 2.11: Global Footprint Network'ün yayınlamış olduğu Dünya Limit Aşımı Günü indeksi.	31
Şekil 2.12: Yıllara göre toplam CO ₂ emisyon miktarı.	31
Şekil 2.13: Sektörlere göre enerji tüketimi. .	32
Şekil 2.14: Ulaşımında enerji tüketimi ve kentsel yoğunluk grafiği.	35
Şekil 3.1: BCI veri giriş kağıdı. .	43
Şekil 3.2: Tahmin edilen bisikletli hacmi.	45
Şekil 3.3: AHY yöntemi ve CBS tabanlı analiz araçlarının işleyiş şeması.	45
Şekil 3.4: Bisiklet yolu önerisi.	46
Şekil 3.5: Farklı paydaşlara ait bisiklet yolu seçimleri.	46
Şekil 3.6: Öncelik değerlendirmesi yapılan rotalar.	47
Şekil 3.7: Bisiklet kullanıcıları tarafından kullanılan ve önerilen alternatif yollar.	48
Şekil 3.8: Bisiklet trafik modeli için yolların gruplandırılması ve bisiklet yolculuğunun üretim ve emilim noktaları.	49
Şekil 3.9: PTV VISUM kullanılarak potansiyel bisiklet yollarının belirlenmesi.	50
Şekil 3.10: Gözlemlenen ve tahmin edilen akışlar.	51
Şekil 3.11: Mevcut ve en kısa bisiklet yolu.	52
Şekil 3.12: Bölgesel analiz sonuçları.	53
Şekil 4.1: Balıkesir il haritası.	57
Şekil 4.2: Balıkesir iline ait aylara göre sıcaklık ve yağış grafiği.	64
Şekil 4.3: Balıkesir şehir merkezine ait kentsel yayılım.	65
Şekil 4.4: Balıkesir şehir merkezine ait DEM ve yol verileri haritası.	69
Şekil 4.5: Balıkesir şehir merkezine ait bina ve alan kullanım tipleri.	71
Şekil 4.6: Yolların eğimlere göre sınıflandırılması.	72
Şekil 4.7: Yolların genişliklerine göre analizi ve sınıflandırılması.	73
Şekil 4.8: Sağlık yapılarına yakınlık analizi.	74
Şekil 4.9: Yolların sağlık yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması....	75
Şekil 4.10: Yerleşim yapılarına yakınlık analizi.	76
Şekil 4.11: Yolların yerleşim yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.	77
Şekil 4.12: Yeşil alanlara yakınlık analizi.	78
Şekil 4.13: Yolların yeşil alanlara olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.	79
Şekil 4.14: Otobüs duraklarına yakınlık analizi.	80

Şekil 4.15: Yolların otobüs duraklarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.	81
Şekil 4.16: Eğitim yapılarına yakınlık analizi.	82
Şekil 4.17: Yolların eğitim yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması. .	83
Şekil 4.18: Alışveriş mekanlarına yakınlık analizi.	84
Şekil 4.19: Yolların alışveriş mekanlarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.	85
Şekil 4.20: Kamu yapılarına yakınlık analizi.	86
Şekil 4.21: Yolların kamu yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması....	87
Şekil 4.22: Sahip olduğu puanlara göre yolların bisiklet yolu için uygunluk durumu.	89
Şekil 4.23: Balıkesir şehir merkezi için sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi.	90
Şekil 4.24: Balıkesir şehir merkezinde planlanan ve mevcut bisiklet yolları.	92
Şekil 4.25: Güzergah karşılaştırma haritası.	93



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1: Türkiye özelinde yapılan tez ve makale çalışmalarında bisiklet yolu seçimi için kullanılan kriterler ve yöntem/analiz aracı incelemesi.	59
Tablo 4.2: Analiz araçlarının kullanıldığı çalışmaların kriterler yönünden incelenmesi. .	61
Tablo 4.3: Balıkesir özelinde analiz edilebilir mevcut ve ulaşılabilir kriterler. .	63
Tablo 4.4: Belirlenen kriterlerin önem sırası, ağırlıklı puanları ve alt kriterleri. .	66
Tablo 4.5: Güzergah karşılaştırması.	94



RESİM LİSTESİ

Sayfa

Resim 2.1: Pierre Michaux ve bisikleti.	9
Resim 2.2: Hollanda’da bisiklet park yeri örneği.	13
Resim 2.3: Bisikletliler için yapılmış asma dönel kavşak.	14
Resim 2.4: Danimarka – Kopenhag’ta bisiklet yolu.	16
Resim 2.5: Kopenhag’ta yağmurlu havada bisikletliler.....	17
Resim 2.6: Almanya’da bisiklet ve toplu taşıma entegrasyonu.....	19
Resim 2.7: Almanya’da bisiklet otobanı.....	19
Resim 2.8: Bisikletliler için özel ayna sistemi.	21
Resim 2.9: Vauban bisiklet-yapı ilişkisi.	21
Resim 2.10: Amerika’da bulunan bisiklet yolu örnekleri.	23
Resim 2.11: İstanbul bisiklet yolu örneği.	26
Resim 2.12: Motorlu araçların oluşturduğu kirlilik.	34

SEMBOL LİSTESİ

CO₂	: Karbondioksit
km	: Kilometre
m	: Metre
km²	: Kilometrekare
°C	: Santigrat
mm	: Milimetre



KISALTMALAR LİSTESİ

IUCN	: International Union for Conservation of Nature
WCED	: World Commission on Environment and Development
Eurofound	: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions
BRICS	: Brasil, Russia, India, China, South Africa
G7	: The Group of Seven
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
AHY	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BTU	: British Thermal Unit
GPS	: Global Positioning System
GIS	: Geographic Information System
FHWA	: The Federal Highway Administration
BCI	: Bicycle Compatibility Index
OSM	: OpenStreetMap
QGIS	: Quantum Geographic Information System
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
DEM	: Digital Elevation Model
NASA	: National Aeronautics and Space Administration

ÖNSÖZ

Tez sürecim boyunca büyük bir anlayışla desteklerini esirgemeyen, bana güvenen ve bilgi birikimleriyle yol gösteren danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Yusuf Yıldız'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tülay Çivici'ye çok teşekkür ederim.

ArcMap programını öğrenme ve kullanma sürecimde yardımcı olan ve sorularımı yanıtızs bırakmayıp bu konudaki her türlü desteği gösteren Sayın Prof. Dr. Şener Ceryan'a ve Arş. Gör. Samet Berber'e çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni yolda bırakmayan, bu günlere gelmeme vesile olan, “İnsanın yaptığı en güzel iş, sevdiği iştir.” diyerek yanımda olan ve her zaman yanımda olmasını istediğim, babama, Mustafa Yemişçioğlu'na, annem Feriha Yemişçioğlu'na ve abim Yusuf Can Yemişçioğlu'na çok teşekkür ederim.

Yalnızca tez sürecimde değil, hayatımın her anında desteklerini hep yanımda hissettiğim sevgili dostlarım Berna Kır'a, Güloya Güllülü'ye, Gizem Güngör'e ve Aybike Betül Çakır'a çok teşekkür ederim.

Balıkesir, 2022

Şükran Yemişçioğlu

1. GİRİŞ

30 yıldan fazla bir süredir gündemde olan sürdürülebilirlik kavramı, tanım ve kapsam olarak belli dönemlerde değişmiş ve gelişmiştir. Sürdürülebilirlik; 1982 yılında ilk kez resmi olarak, Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN, International Union for Conservation of Nature)'nce onaylanan Dünya Doğa Şartı raporunda görülmektedir. Buna göre sürdürülebilirlik kavramı, doğal kaynakların gereğinden fazla kullanımını engellemek ve ekosistem dengesine zarar vermeden doğal kaynakların sürdürülebilmesini sağlamak şeklinde tanımlanmaktadır (Yazar, 2006).

Diğer yandan günümüzde kabul edilen sürdürülebilir kalkınma kavramı ise 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED, World Commission on Environment and Development) tarafından yayınlanan Ortak Geleceğimiz Raporu'nda (Brundtland Raporu) ortaya konulmuştur. Raporda geçen tanıma göre sürdürülebilir kalkınma, "Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğinden ödün vermeksizin, bugünün ihtiyaçlarının karşılanması" şeklinde açıklanmaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için gereken kriterlere de raporda yer verilmiştir. Örneğin halkın sürdürülebilir kalkınma sürecine katılması (siyasal sistem), bu süreçte teknolojiyle paralel bir şekilde gelişmiş çözümlerin sunulması (teknolojik sistem), eşit ve adaletli bir gelişmenin mümkün olması (sosyal sistem) ve çevreye duyarlı bir yaklaşım sergilenmesi (üretim sistemi) gibi farklı sistemlerin gerekliliği vurgulanmıştır (WCED, 1987). Bu açıdan bakıldığında sürdürülebilir kalkınma kavramını, günümüz şartlarına uyumlu bir sistemler bütünü olarak tanımlamanın mümkün olabileceği görülmektedir.

Avrupa Yaşam ve Çalışma Koşullarını İyileştirme Vakfı (Eurofound, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions)'na göre sürdürülebilir kalkınma kavramı, "çevresel ve doğal kaynaklara zarar vermeden sürekli ekonomik kalkınmanın elde edilmesi" şeklinde tanımlanmaktadır (Litman ve Burwell, 2006).

Keleş (1998)'e göre ise sürdürülebilir kalkınma, Ortak Geleceğimiz Raporu'ndaki tanıma benzer bir şekilde, doğal kaynakların kontrollü bir yönetim biçimiyle kullanılması ve gelecek nesillerin yararlarının gözetilmesinden ödün vermeden ilerleyen, çevre ve ekonomi odaklı gelişme şeklinde tanımlanmaktadır (Tosun, 2009).

Sürdürülebilirlik; çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik olmak üzere üç ana başlık altında incelenilmektedir (Shanmugam ve diğ., 2020). Bu kapsamda çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynak kullanımında ekosistem dengesinin korunmasını; sosyal sürdürülebilirlik, sürdürülebilir gelişmenin insanların hayatta kalabilmeleri için gerekli olan ihtiyaçların adil ve eşit bir şekilde karşılanmasını; ekonomik sürdürülebilirlik ise toplumların refah düzeylerini iyileştirerek mevcut finansal sermayenin kararlı olmasını hedeflemektedir (Yazar, 2006). Günümüz şartları düşünüldüğünde, bu başlıkların birbirinden ayrılmadan ele alınması gerektiği öngörülebilmektedir.

Sürdürülebilirliğe dair oluşturulan farkındalık; çevresel, sosyal ve ekonomik kalkınma arasında farklı ölçeklerde ideal bir denge sağlamayı hedeflemektedir (Litman ve Burwell, 2006). Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma, kentsel ölçekteki yaşanan gelişmelerle de ilişkilendirilebilir. Kentsel mekanlar; insanların bir arada etkileşim içinde yaşadıkları ve şekillendirdikleri yapılı çevreler olarak ele alındığında, sürdürülebilir gelişme mekan ve kent ölçeğinde gözlemlenebilmektedir. Bu sayede tüketim odaklı yaşayan-gelişen kentlerin doğal kaynakları bilinçsizce tüketmesi ve bunun sonucunda çevresel atık oluşturması sürdürülebilirliğin bir konusu haline gelmektedir (Yazar, 2006).

Diğer yandan yapılı çevre olarak ele alınan kentlerin inşası da sürdürülebilirlikle ilişkilendirilebilmektedir. Sürdürülebilir yapı kültürü; yapım süreci planlamasını, projelendirmeyi, kullanım sürecindeki bakım faaliyetlerini ve gerektiğinde yeniden kullanımı kapsamaktadır. Bu sayede yapılı çevre kullanıcılarının (kent sakinlerinin) yapılı çevreye olan yaklaşımı da belirlenmiş olmaktadır. Bununla birlikte sürdürülebilir yapı kültürü tek bir faaliyet alanına bağlı olmaksızın mimarlık, peyzaj mimarlığı, şehir ve bölge planlama ve inşaat mühendisliği gibi farklı disiplinlerin koordineli çalışmasıyla da yakından ilişkilidir (Yorgancıoğlu, 2004). Bu noktada, sürdürülebilir yapı kültürünün yalnızca bina ölçeğini değil, şehrin altyapısından yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan kentsel donatılara kadar farklı ölçekleri de kapsadığı çıkarımı yapılabilmektedir.

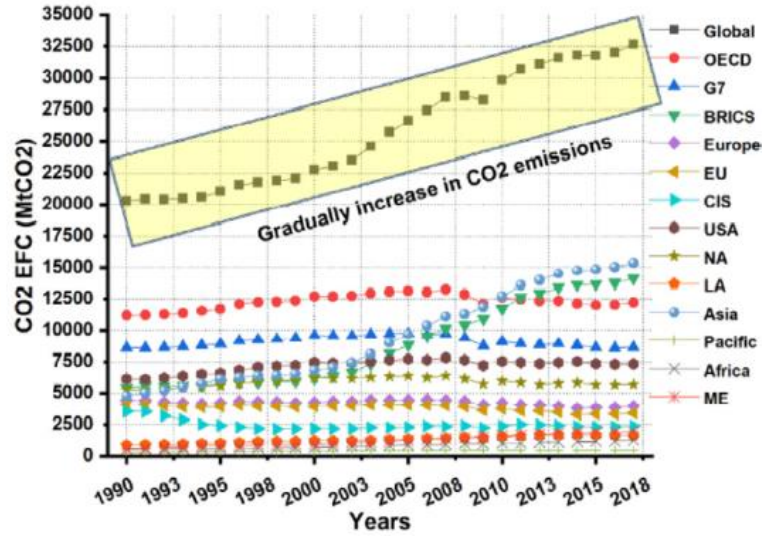
Ulaşım sektörü açısından sürdürülebilirlik kavramı ele alındığında ise sürdürülebilir ulaşım kavramının ortaya çıktığı görülmektedir. Litman ve Burwell (2006)'e göre sürdürülebilir ulaşım kavramı çevresel sorunlara ve kaynak kullanımına yöneliktir. Ayrıca sürdürülebilir ulaşım, ekonomik ve sosyal konuları da içine alan farklı iki yaklaşım barındırmaktadır (Litman ve Burwell, 2006). Diğer yandan Deakin (2001)'e göre sürdürülebilir ulaşım,

“hareketlilik ihtiyaçlarını karşılayan, aynı zamanda insan ve ekosistem sağlığını, ekonomik ilerlemeyi ve sosyal adaleti hem şimdi hem de gelecekte koruyup geliştiren ulaşım” olarak tanımlanmaktadır (Deakin, 2001). Ayrıca ulaşım sektörünün, toplum üzerindeki çevresel, sosyal ve ekonomik alanlardaki baskın etkisi nedeniyle sürdürülebilirlik kavramıyla ilişkilendirilmesi de zorunludur (Zhao ve diğ., 2020).

Tüm bu tanımlar ve yaklaşımlar doğrultusunda, sürdürülebilir yaklaşımın kentsel yapılı çevreyle ilişkilendirilmesi ve çevresel sorunlara çözüm sunma sürecinde benimsenmesi gerektiği söylenbilir. Bu nedenle kentlerin yoğun kullanımının sebep olduğu çevresel sorunlardaki artışın; farklı yaklaşımlarda ve çok disiplinli bakış açısıyla çözüm gerektirdiği öngörülebilmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın sonraki bölümlerinde konuya ilişkin problem tanımlanarak çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmaktadır.

1.1 Problemin Tanımı

Sürdürülebilirlik kavramı; enerji, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve doğal kaynakların bilinçli tüketimi gibi konularla ilişkilidir. Ancak bu konuların, gelişmemiş ve/veya gelişmekte olan ülkeler tarafından yeterli lde önemsenmediği görülmektedir (Iddrisu ve Bhattacharyya, 2015). Örneğin şekil 1.1 incelendiğinde, Brezilya, Rusya, Hindistan, in ve Güney Afrika (BRICS) lkelerinde ve Asya lkelerinde CO₂ emisyon miktarının yıllara göre artış gösterdiği; Almanya, Fransa, Japonya gibi G7 (The Group of Seven) lkeleri ile Kuzey Amerika lkelerinde ise azalma gösterdiği görülmektedir (Ahmad ve Zhang, 2020) (şekil 1.1). Bu durumun sebepleri arasında gelişmemiş/gelişmekte olan ülkelerin farklı paydaş gruplarıyla koordine olamaması, yeterli denetim ve teşvik çalışmalarını yrtememesi ve çevreye duyarlı, yenilikçi teknolojileri gerek ekonomik gerek sosyal faktörler nedeniyle benimseyememesi yer almaktadır (Yemişçioğlu ve ivici, 2020).



Şekil 1.1: Ülkelere ve yıllara göre yakıt tüketiminden kaynaklı CO₂ emisyon miktarları (Ahmad ve Zhang, 2020).

Gelişmekte olan ülkelerde şehirlerin giderek hızlı bir şekilde büyümesi, fiziksel açıdan bakıldığında, yeni yolların ve binaların yapımı ile ilişkilidir. Dolayısıyla şehir içi erişilebilirliğin sağlanması, motorlu araç kullanımını, fosil yakıt tüketimini ve doğal olarak sera gazı emisyonlarını da önemli derecede artırmaktadır (Raupach ve diğ., 2007). Bunun sonucunda, sosyal ve ekonomik bozulmaların yanı sıra iklim değişikliği, küresel ısınma ve kuraklık gibi çevre sorunları da meydana gelmektedir (Mrkajic ve diğ., 2015; Shanmugam ve diğ., 2020). Bunlar, kentsel gelişmenin ve motorlu araç kullanımındaki artışın meydana getirdiği ve açıkça görülemeyen bozulmalardır (Litman ve Burwell, 2006). Bozulmaların olabildiğince azaltılmasının, tasarımcılar ve mühendisler gibi farklı disiplinlerin projelendirme ve karar süreçlerine yeterli ölçüde dahil olmasına bağlı olduğu söylenebilir. Bu bağ arttıkça, bisiklet yollarının şehir içi toplu taşıma ve araç yolları, park alanları ve diğer binalar ile olan ilişkisinin daha kuvvetli hale geleceği öngörülebilmektedir. Buradaki amaç, kullanıcı odaklı tasarım sürecinde çevrenin ve estetiğin yok sayılmamasıdır.

Sonuç olarak, uzun yıllar sürekli artış gösteren şehir içi motorlu araç kullanımı birçok çevresel sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlara karşı sergilenen yaklaşımlar ve çözümler farklı disiplinlerde ve farklı ölçeklerde değişiklik göstermektedir. Şehir içi ulaşımda bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanılması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması adına sunulan çözümlerden biridir. Bunun sebebi, bisikletin fosil yakıt tüketmeyerek çevre dostu ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunmasıdır (Yemişçioğlu ve

Çivici, 2020). Bisikletin sürdürülebilirliğe gerçek anlamda katkı sağlayabilmesi ulaşım aracı olarak daha çok tercih edilmesiyle ilişkilidir. Bu nedenle bisiklet kullanımını kolaylaştıran, benimseten ve güvenli kılan altyapı çalışmalarının yapılması zorunludur (Mrkajic ve diğ., 2015, Yemişçioglu ve Çivici, 2020). Bu kapsamda literatürde bisiklet yolu seçimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Tüm bu yöntemlerin en büyük ortak noktası, çalışmanın yapıldığı bölgeye ait özelliklerin belirlenmesi ve kriter setleri ile bu özelliklerin bölge özelinde analiz edilmesidir.

Çeşitli ülkelerde ve Türkiye’de uygulanmış bisiklet yolu örneklerine bakıldığında, Türkiye’de bu konunun son yıllarda daha çok gündeme geldiği görülmektedir. Aynı şekilde, Türkiye’de yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde de gelişmiş ülkelerde yapılan çalışmalara kıyasla konunun oldukça yeni ele alındığı görülmektedir. Bu tez kapsamında incelenen birçok akademik çalışmada, bisiklet yolu seçim kriterlerinin belirlendiği ancak sayısal analiz araçlarının kullanıldığı çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir. Söz konusu çalışmaların detaylı incelemesine Literatür Taraması başlığı altında yer verilmiştir. Diğer yandan literatürde sürdürülebilir bisiklet yolu seçiminde kullanılan analiz araçlarının karşılaştırmalarına da rastlanmamıştır. Bununla birlikte Balıkesir ölçeğinde sürdürülebilir bisiklet yolu seçimiyle ilgili akademik bir çalışmaya rastlanılmaması da ayrı bir motivasyon kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Literatür incelendiğinde, fosil yakıtlara bağımlı olarak çalışan motorlu araçların enerji kullanımını ve karbon salınımını artırdığı görülmektedir (Olgun, 2020; Zhang ve diğ., 2017). Bu nedenle şehir içi ulaşımında motorlu araç kullanımındaki artışın çevresel tahribata yol açtığı söylenebilir. Ancak motorlu araç kullanımının sebep olduğu zararın azaltılmasına yönelik çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlardan biri, şehir içi ulaşımında bisiklet kullanımının artırılmasıdır. Bir ulaşım aracı olarak bisiklet, motorlu araçlara kıyasla ulaşımında enerji tüketimini azaltmakta ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (Dufour, 2010). Diğer yandan bisiklet kullanımının sürdürülebilirliği için çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri de bisiklet yollarıdır. Ancak şehir içi ulaşımında bisiklet kullanımı için bisiklet yollarının varlığı tek başına yeterli olmayabilir. Bu nedenle bir diğer önemli konu ise şehir içinde uygulanması düşünülen bisiklet yollarının seçimidir. Bununla birlikte şehir içi ulaşım, yalnızca trafik akışını ve caddeleri değil aynı

zamanda kendisini çevreleyen mimari dokuyu da kapsamaktadır (Eryiğit, 2012). Bu durumda bisiklet yollarının şehir içi ulaşımına sürdürülebilir bir biçimde entegre olması ve kullanıcı gereksinimlerine cevap vermesi amacıyla mimarların da bisiklet yolu seçimi sürecine dahil olması söz konusudur. Diğer yandan Jacyna ve diğ. (2017), bisiklet yollarının güvenli, başarılı ve sürdürülebilir bir şekilde seçilmesinin bölgesel kriterlerin analiz edilmesine bağlı olduğunu belirtmektedir. Ayrıca bisiklet yolu seçimi sürecinde bir analiz aracının kullanılması da sürece katkı sağlamaktadır (Jacyna ve diğ., 2017). Dolayısıyla bisiklet yolları seçiminin analiz araçlarıyla desteklenmesinin ve bu süreçte mimarların rol almasının, sürdürülebilirlik ve tasarım konularının bir bütün olarak hayata geçmesi açısından, oldukça önemli olduğu söylenebilir.

Bu çalışmanın temel amacı, Balıkesir şehir merkezinin sahip olduğu fiziksel özellikler üzerinden analizler yaparak ve farklı paydaş gruplarını bir araya getirerek sürdürülebilir bisiklet yolları seçimine dair bir yaklaşım sunmaktır. Çalışmada, bisikletin çevresel katkıları motorlu araçlarla kıyaslanarak irdelenmiş ve literatürde bisiklet yolu seçiminde kullanılmış olan analiz araçları değerlendirilmiştir. Bununla birlikte Balıkesir şehir merkezindeki mevcut ve planlanan bisiklet yolları, çalışma kapsamında seçilen bisiklet yollarıyla karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla çalışma kapsamında sürdürülebilir bisiklet yolu seçiminde, sayısal analiz aracı kullanımının süreci nasıl desteklediği gösterilerek, yerel yönetimlerin çalışmalarına katkı sağlanması beklenmektedir.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

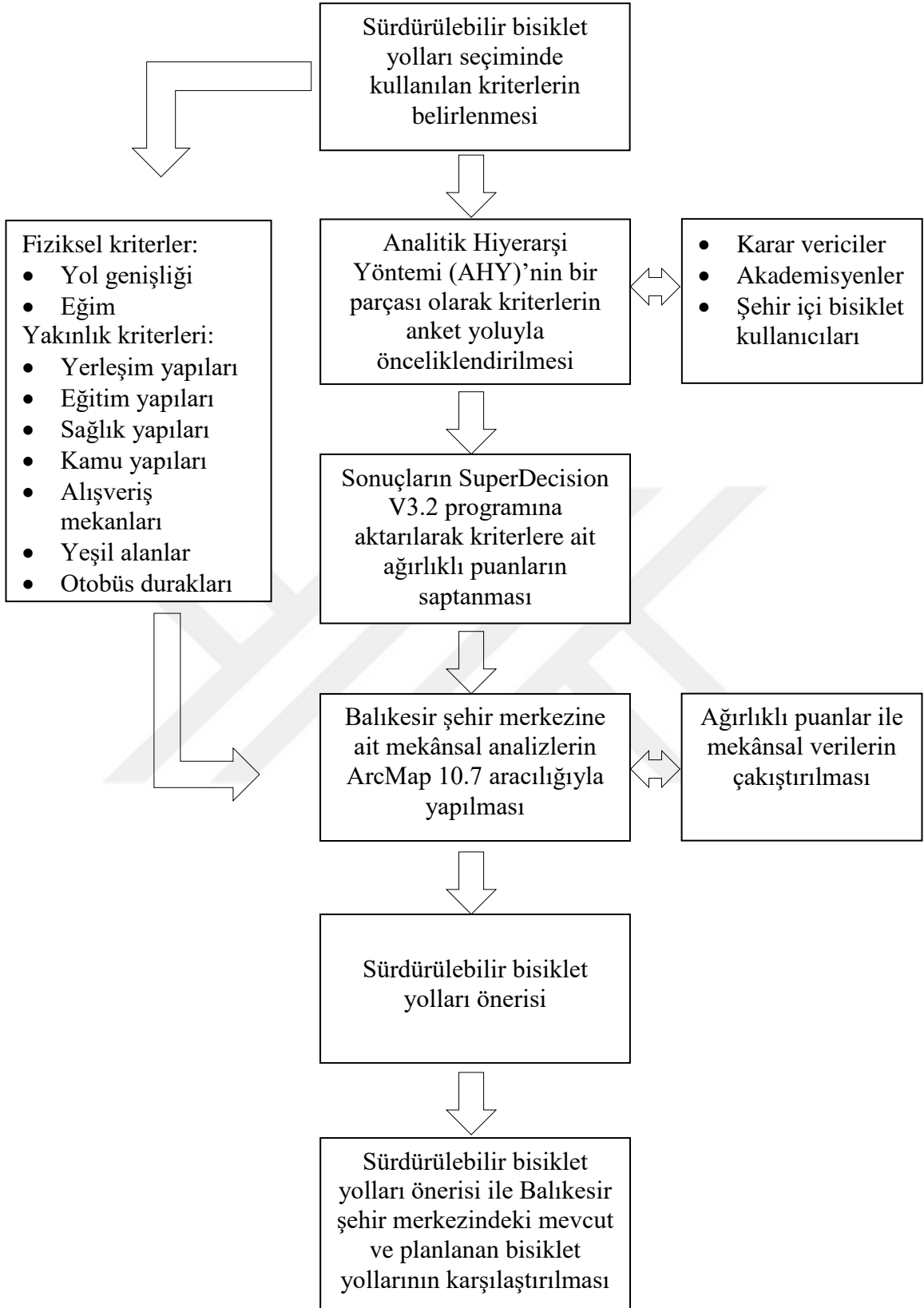
Yapılan çalışmalar, bisiklet kullanımı için çeşitli fiziksel faktörlerin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bisiklet yollarının eğimi, bisiklet yolu yapılması planlanan bölgedeki erişilebilirliğin kolay olması ve bölge iklimi bu faktörlerdendir. Elektrikli bisikletler hariç, bisikletin insan gücü dışında başka bir sistemle desteklenmemesi eğimli yollarda bisiklet sürüşünü olumsuz etkilemektedir. Bölge içerisindeki yüzölçümüne bağlı erişilebilirliğin az olması, ulaşımın başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki yolun bisiklet ile kat edilmesini zorlaştırmaktadır. Diğer yandan bisikletler dış ortam koşullarına karşı korunaklı bir yapıya sahip olmadığı için olumsuz iklim koşulları da bisiklet kullanımını zorlaştırabilmektedir (Adıyaman, 2019; Küçükpehlivan, 2015; Olgun, 2020; Sönmez, 2019). Bu nedenle bisiklet yolu uygulaması yapılacak olan bölgenin bu faktörler açısından elverişli olması bisiklet kullanımının sürdürülebilirliğini artırabilmektedir.

Problemin tanımı ve çalışmanın amacı doğrultusunda, çalışma alanı Balıkesir şehir merkezi olarak belirlenmiştir. Bunun en önemli sebebi, Balıkesir'in gelişmekte olan bir şehir olmakla birlikte şehir merkezinin sahip olduğu yüz ölçümünün görece çok büyük olmamasıdır. Diğer sebepler ise şehir içi topografik özellikler nedeniyle eğimin az olması ve uygun iklim koşullarıdır. Bu nedenle Balıkesir şehir merkezinin sahip olduğu bu özelliklerin, bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanılması fikrini ilk etapta desteklediği görülmektedir.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada öncelikle literatür taraması üzerinden teorik arka plan sunulmaktadır. Bu doğrultuda bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılması, sürdürülebilirlikle ilişkisi ve bisiklet yolu seçiminde kullanılan analiz araçları irdelenmektedir. Analiz sürecinin başında, literatür dikkate alınarak sürdürülebilir bisiklet yolları seçimi için fiziksel kriterler ve yakınlık kriterleri olarak sınıflandırılabilen 9 kriter (yol genişliği, eğim, yerleşim-egitim-sağlık-kamu yapılarına ve alışveriş mekanlarına, yeşil alanlara, otobüs duraklarına yakınlık) belirlenmiştir. Daha sonra kriterlere ait 9'lu Saaty ölçeğinin kullanıldığı bir anket formu hazırlanmıştır. Karar vericiler, akademisyenler ve şehir içi bisiklet kullanıcıları üzerinde bu form, Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'nin bir parçası olarak kriterlerin önem düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Bu süreçte 4 karar verici, 4 akademisyen ve 5 şehir içi bisiklet kullanıcısı olmak üzere toplam 13 kişinin görüşleri alınmıştır. Sürecin Covid-19 salgın döneminde ilerlemesi, kişi sayısını artırma konusunda bazı zorluklar meydana getirdiğinden bu konu çalışmanın bir kısıtı olarak değerlendirilmektedir.

Puanlama süreci sonunda elde edilen sonuçlar SuperDecision V3.2 programına girilerek kriterlere ait ağırlıklı puanlar hesaplanmıştır. İnternet üzerinden açık erişimle elde edilen mekânsal veriler ArcMap 10.7 analiz aracına girilerek kriterlere ait haritalar ayrı ayrı oluşturulmuştur. Son olarak kriterlerin ağırlıklı puanlarına göre haritalar analiz edilmiş ve çakıştırılmıştır. Ortaya çıkan uygunluk haritasının tutarlılığı incelenerek Balıkesir şehir merkezi ölçeğinde sürdürülebilir bisiklet yolları seçimi yapıldıktan sonra sunulan öneri, planlanan ve mevcut bisiklet yolları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın yöntemi ile ilgili akış şeması Şekil 1.2'de gösterilmiştir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Çalışmada kullanılan yöntemin akış şeması.

2. BİSİKLET ve BİSİKLET YOLU

2.1 Bisikletin Tarihçesi

Bisikletin tarihsel gelişimi izlendiğinde, ilk olarak dört tekerlekli tasarlandığı fakat zamanla çeşitli tasarımsal değişikliklere uğrayarak iki tekerlekli hale geldiği görülmektedir. Bu ilkel bisiklet, kullanıcının ayaklarını yere sürterek hızlanması prensibine dayandırılmış ve pedal ve direksiyona sahip bir şekilde tasarlanmamıştır. Sonraki dönemlerde Pierre Michaux ve oğlunun, bisiklet tasarımına pedal eklemesi ile günümüz bisiklet sürüşüne yakın bir deneyimin ilk adımları atılmıştır. Bu yeni tasarım 'bicycle' olarak adlandırılmıştır (Köseoğlu, 2019).

Bisiklet tasarımının gelişim sürecinde bisikletin ön tekerleği arka tekerleğe oranla daha büyük tasarlanmıştır (Resim 2.1). Bu sayede, bir tam pedal dönüşüyle daha çok yol kat edilmesi sağlanmıştır. Günümüzden oldukça farklı bir görünüş arz eden bu bisiklet tasarımına entegre edilen ilave parçalarla (ayna dişlileri, ruble vb.) birlikte daha hızlı ve kaliteli bir sürüş olanağına kavuşulmuştur (Kuru, 2017).



Resim 2.1: Pierre Michaux ve bisikleti (Aydoğan, 2018).

Bisiklet tasarımında ilk zamanlar ahşap malzeme kullanılmıştır. Ancak kullanılan ahşap malzeme sürüş kalitesini olumsuz etkilemiştir. Özellikle ahşap tekerleklerin dış yüzeyinin düşük dayanıma sahip olması nedeniyle metal çerçemberler eklenerek tekerlekler güçlendirilmiştir. Ancak metal çerçeveler de yoldan gelen darbeleri sönümleyememe gibi sorunların ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Çiftçi, 2006). Son olarak 1888 yılında John Boyd Dunlop tarafından ahşap iskeletli tekerlek aksamını korumak ve sürüş esnasında yoldan gelen darbeleri sönümlemek amacıyla içi hava dolu lastikler tekerleklerin çevresine geçirilmiş ve bisiklet tasarımına yeni bir boyut kazandırılmıştır (Akay, 2006).

1930-1950 yılları arası, bisiklet kullanımının en fazla olduğu dönemdir. Özellikle Fransa'da insanlar tatil zamanlarında şehirden kırsal bölgelere yapacakları seyahati bisikletle sağlamışlardır. 1950'lerden sonra otoyolların ve şehir içi yolların yapımındaki iyileşmeler motorlu araç kullanımındaki artışa sebebiyet vermiştir. Diğer yandan kapıdan kapıya ulaşımın bireysel motorlu araçlarla sağlanma oranı da giderek artmış ve bisiklet kullanımında belirgin bir düşüş yaşanmıştır (Yılmaz, 2006). Ancak 1970'lere gelindiğinde yaşanan petrol krizi bisikletin tekrar gündeme gelmesini sağlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde, ulaşım alanındaki enerji tüketimlerini ve ulaşım ekonomisini izlemek için kurulan bir komisyon ile bisikletin kent içerisindeki kullanımıyla ilgili çalışmaların yürütülmesi de sağlanmıştır (Akay, 2006). Bu çalışmalara göre toplam yolculuğun %40'ını oluşturan kent içi günlük yolculuk modu için kat edilen mesafe ortalamasının 6,4 km olduğu saptanmıştır. Bu mesafenin bisiklet kullanılarak kat edilme potansiyeli oldukça fazla olduğundan, 6,4 km yolun otomobil ile değil bisikletle alınması halinde 9,5 milyar litrelik benzin tasarrufu sağlanacağı ortaya konmuştur. Diğer yandan günümüzde, bisiklet için gerekli olan yol yapım maliyetinin normal karayolu yapım maliyetinin %10'una denk geldiği görülmektedir (Kaya, 2013; Kuyumcu, 2017).

Ülkemizde bisiklet kullanımı incelendiğinde; bisikletin Osmanlı Devleti zamanında büyük liman kentlerinde yaşayan ve genelde ticaretle uğraşan Levantenler tarafından kullanıldığı görülmektedir. 1900'lü yılların başlarında memurların daha hızlı hareket etmelerini sağlaması amacıyla posta teşkilatı, polis teşkilatı ve ordu teşkilatlarında bisiklet bir ulaşım aracı olarak kullanılmıştır (Süme ve Özsoy, 2010). 1940'lı yıllara gelindiğinde ise bisiklet halk tarafından da bir ulaşım aracı olarak kabul görmeye başlamış ve bisiklet kullanımı ehliyeteye tabi tutulmuştur. Ancak 1983'te getirilen yeni bir düzenlemeyle bu uygulama kaldırılmıştır (Elbeyli, 2012).

Cumhuriyet Döneminde ilk planlama örneği, Hermann Jansen'in Mersin ili için düzenlediği imar planına bağlı olarak Atatürk Parkı ve Hükümet Meydanı için yapmış olduğu detay planda yer alan bisiklet yolu önerisidir (Mert ve Öcalir, 2010). 1995 yılı sonrasında hazırlanan şehir içi ulaşım planlarına, kısıtlı olmakla birlikte, bisikletin de ulaşım aracı olarak dahil edildiği görülmektedir (Mert ve Öcalir, 2010; Topaloğlu, 2019).

1995'ten sonra hazırlanan şehir içi ulaşım planlarından bazıları aşağıda verilmiştir. (Mert ve Öcalır, 2010; Elbeyli, 2012; Koçak, 2016; Topaloğlu, 2019).

- Bursa Kentsel Gelişme Projesi Kentsel Ulaşım İyileştirme Çalışması (1997)
- İstanbul Ulaşımında Acil Eylem Planı (Ulaşım Sorunlarının Çözümü İçin Kısa ve Orta Vadeli Çözüm Önerileri) (1998)
- Ankara Trafik ve Ulaşım İyileştirme Etüdü (1998)
- Konya Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı (2001)
- Samsun Kent İçi Ulaşım Ana Planı, Ulaşım Etüdü ve Toplu Taşıma Fizibilite Etüdü (2002)
- Denizli Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı (2003)
- Eskişehir Ulaşım Ana Planı (2003)
- Gaziantep Kent İçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı (2006)
- İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (2009)
- İzmir Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Ana Planı (2009)
- Konya Ulaşım Ana Planı (2013)
- İzmir Büyükşehir Belediyesi Kentsel ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı Revizyonu (2017)
- Gaziantep Ulaşım Ana Planı (2017)
- Kayseri Ulaşım Ana Planı (2017)
- Bursa Ulaşım Ana Planı (2018)

Bisiklet yolunun ulaşım aracı olarak yaygınlaştırılması amacıyla yürütülen yasalama süreci ise yakın bir geçmişe dayanmaktadır. İlk olarak 3 Kasım 2015 tarihinde “Şehir İçi Yollarda Bisiklet Yolları, Bisiklet İstasyonları ve Bisiklet Park Yerleri Tasarımına ve Yapımına Dair Yönetmelik” T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, bisikletin ulaşım

amaçlı kullanılması için gereken altyapı çalışmalarının planlanmasından işletilmesine kadar ilerleyen süreci düzenlemek ve standartları belirlemektir (Şehir İçi Yollarda Bisiklet Yolları, Bisiklet İstasyonları ve Bisiklet Park Yerleri Tasarımına ve Yapımına Dair Yönetmelik, 2015). Bisiklet yollarına ait son yönetmelik ise 12 Aralık 2019 tarihinde “Bisiklet Yolları Yönetmeliği” başlığında Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. “Bisiklet Yolları Yönetmeliği” esas alınarak 23 Aralık 2019 tarihinde ise “Bisiklet Yolları Kılavuzu” yayımlanmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Görüldüğü üzere Türkiye’de bisiklet yolu ile ilgili yasalasma, sadece son birkaç yıl içerisinde başlayan bir süreçtir.

2.2 Dünyada ve Türkiye’de Uygulanmış Bisiklet Yolu Örnekleri

Bisikletin bir ulaşım aracı olarak kabul görmesinin yaygınlaşması amacıyla bisiklet yolu çalışmaları yürüten birçok ülke bulunmaktadır. Dünya genelinde bu çalışmaların başarılı bir şekilde uygulandığı ülkelere Hollanda, Danimarka, Almanya ve ABD; Türkiye’de ise kent ölçeğinde İstanbul, İzmir ve Eskişehir gibi şehirler örnek olarak gösterilebilir (Akay, 2006; Kaya, 2013; Koçak, 2016; S. Öztürk, 2019).

Hollanda’da trafik kazaları nedeniyle hayatını kaybeden kişi sayısında artış gözlemlenmesi, farklı güvenlik önlemlerinin alınmasına neden olmuştur. Ancak sonraki zamanlarda, ulaşımında güvenilirliği ve sürdürülebilirliği yüksek ölçüde sağlayabilen Hollanda, bisiklet sürücülerinin en az trafik kazası yaşadığı ülke konumuna gelmiştir. Bu nedenle güvenli ve sürdürülebilir ulaşım politikaları ile bisikletin bir ulaşım aracı olarak benimsendiği görülmektedir (Çiftçi, 2006).

1980’li yıllara gelindiğinde ise ilk Bisiklet Ana Planı uygulanmıştır. Buna göre amaç; bireysel motorlu araç kullanımının azaltılması ve bisikletin ulaşım aracı olarak kullanımının artırılması, bisiklet yolculuğunun güvenli bir hale gelmesi ve motorlu araçlara ait otoparkların ücretlendirme tarifelerini yükselterek bisiklet park yerleri sayısının artırılması olarak belirlenmiştir (S. Öztürk, 2019) (Resim 2.2).



Resim 2.2: Hollanda’da bisiklet park yeri örneği (Çiftçi, 2006).

Hollanda, resmi olarak bisiklet politikasının uygulandığı ilk ülkedir, bisikletin diğer ulaşım araçları içerisindeki kullanım oranına bakıldığında da yaklaşık %30’luk paya sahip olduğu görölmektedir (Çiftçi, 2006; Fietsberaad, 2010; Buehler ve Pucher, 2007). Genel itibariyle bisiklet kullanım oranının Hollanda’da fazla olması, Hollanda’nın fiziksel özelliklerinin yanı sıra mevcut politikaların etkin bir şekilde uygulanmasına ve teşvik çalışmalarına bağlıdır (S. Öztürk, 2019) (Resim 2.3).



Resim 2.3: Bisikletliler için yapılmış asma dönel kavşak (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019).

Hollanda'da toplam bisiklet yolu uzunluğu 35.000 km'den fazladır (Brilliantmaps, 2018) (Şekil 2.1). Kent ölçeğinde diğer ulaşım araçlarına kıyasla bisiklet kullanım oranına bakıldığında Amsterdam'da bu oran %38, çoğunlukla öğrencilerin bulunduğu Groningen şehrinde ise %59'a yakındır (Pinici, 2019).



Şekil 2.1: Hollanda bisiklet ağı haritası (Brilliantmaps, 2018).

1920'li yıllarda bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanılmaya başlanmasıyla Danimarka'da bugünkü bisiklet kültürünün ilk adımları atılmıştır. İlerleyen zamanlarda küresel çapta yaşanan petrol krizi burada da etkisini göstermiş; hareketsizlikten kaynaklı sağlık sorunları ekolojik sorunlar ile de birleşerek bisiklet kullanımının artmasına sebep olmuştur. Ayrıca 1970'li yıllara gelindiğinde motorlu araç kullanımıyla ilgili vergiler artırılarak yeni otoyol yapımları durdurulmuş ve bisiklet yolları yapımına öncelik verilmiştir. Bisiklet kullanımının toplu taşıma ile entegrasyonunun sağlanması da kapıdan kapıya ulaşımın bireysel motorlu araçlar yerine bisikletle yapılmasına olanak vermiştir (Fietsberaad, 2010) (Resim 2.4).



Resim 2.4: Danimarka – Kopenhag’ta bisiklet yolu (Kös, 2015).

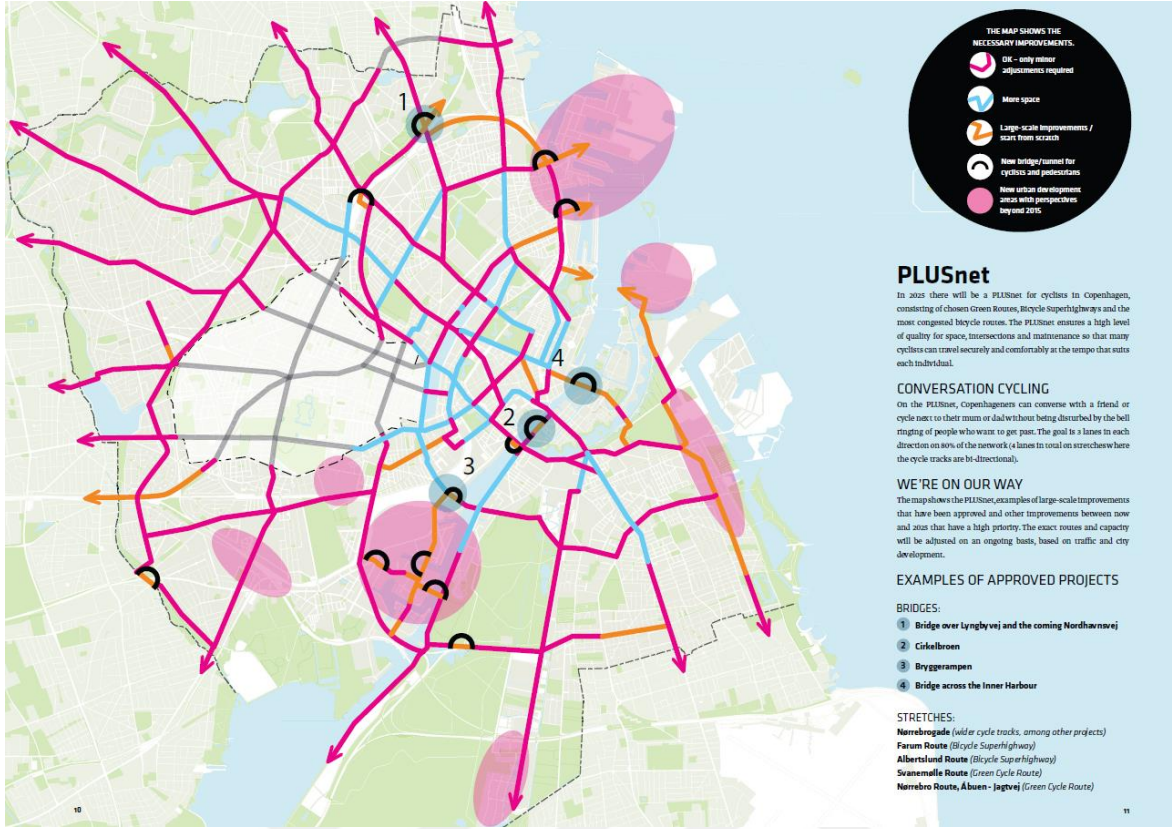
Danimarka’da yaklaşık 12.000 km bisiklet yolu ağı yer alırken Kopenhag’taki bisiklet yolu ağı uzunluğu 400 km’den fazladır (Fietsberaad, 2010). Kopenhag’ta işe ve okula gitme seyahatlerinde bisikletin toplu taşıma (%28), yürüme (%7) ve arabayla (%29) kıyaslandığında %36’lık bir paya sahip olması, bisiklet kültürünün küçük yaşlardan itibaren yaşama dahil edildiğinin bir göstergesidir (The City of Copenhagen Technical and Environmental Administration, 2011).

Genel olarak Danimarka’da bisiklet kullanım oranı %20’ye yakındır (Fietsberaad, 2010; Buehler ve Pucher, 2007). Bununla birlikte Danimarka’nın topografik yapısına bağlı olarak eğiminin az olması bisiklet kullanımına elverişli bir ortam hazırlarken, kar ve yağmur yağışının görüldüğü kış aylarında dahi bisiklet kullanımının devam ettirilmesi Danimarka’yı bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılması bağlamında öncü ülkelerden yapmaktadır (Fietsberaad, 2010) (Resim 2.5).



Resim 2.5: Kopenhag'ta yağmurlu havada bisikletliler (Fietsberaad, 2010).

Kopenhag ve çevresindeki 5 km'den uzak banliyöler arasında uzun mesafeli bisiklet kullanımına olanak veren “Danimarka’da Üstün Bisiklet Yolları Projesi” kapsamında 23 belediye entegre bir şekilde çalışmaktadır. Buna göre amaç 750 km’lik bir bisiklet yolu projesinin uygulanması, insanların bisikleti bir ulaşım aracı olarak kullanmasına teşvik edilmesi ve uzun mesafeli bisiklet yollarının da güvenli hale getirilmesidir (Cycling Embassy of Denmark, 2021). Bununla birlikte Danimarka’da her geçen gün kullanılan bisiklet sayısının artması çeşitli sorunların oluşmasına sebep olmaktadır. Örneğin bisiklet park yerlerinin yetersiz gelmesi nedeniyle bisikletler kent içerisinde düzensiz bir şekilde park edilmektedir. Dolayısıyla yayaların hareketi kısıtlanmakta, trafik aksayabilmekte ve bisiklet hırsızlıkları da meydana gelebilmektedir. Bu gibi sorunlara çözüm olarak ise 2025 yılına kadar bisiklet yollarının artırılmasının yanı sıra yeterli bisiklet park alanlarının yapılması da hedeflenmektedir (The City of Copenhagen Technical and Environmental Administration, 2011) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Kopenhag mevcut bisiklet yolları ve 2025 hedefleri (The City of Copenhagen Technical and Environmental Administration, 2011).

Dünyada bisiklet kullanım oranının en fazla olduğu ülkelerden biri olan Almanya, yapı ölçeğindeki enerji etkin tasarımlarıyla göstermiş olduğu ekolojik duyarlılığı ulaşım alanında da göstermektedir. Bu doğrultuda Almanya, bisikletlilerin güvenli ve etkin bir şekilde seyahat edebilmesi amacıyla yeni yolların yapımı, bisiklet-toplu taşıma entegrasyonu ve bisiklet park yerlerinin fazlalaştırılması ile ilgili çeşitli politikaları uzun senelerden beri benimsemektedir (Akay, 2006) (Resim 2.6). Ayrıca Buehler ve Pucher (2007) yapmış oldukları çalışmada otomobil üretiminde öncülük eden Almanya'nın bisiklet kullanımını artırmaya yönelik politikaları oldukça fazla benimsemesini şaşırtıcı bulmaktadır (Buehler ve Pucher, 2007).



Resim 2.6: Almanya’da bisiklet ve toplu taşıma entegrasyonu (Kuyumcu, 2017).

Diğer ulaşım araçlarıyla kıyaslandığında bisiklet kullanım oranı Almanya’da yaklaşık %10’dur (Fietsberaad, 2010; Buehler ve Pucher, 2007). Aynı zamanda motorlu araç trafiğine kapalı olan ve kesintisiz devam eden bisiklet otobanı ilk kez Almanya’da uygulanmıştır (Ankaya ve Aslan, 2020) (Resim 2.7). Münster ve Freiburg gibi şehirlerde ise bisiklet kullanım oranları %20-%30 arasında değişiklik göstererek en yüksek oranı almaktadır (Fietsberaad, 2010).



Resim 2.7: Almanya’da bisiklet otobanı (Doehn, 2011).

Bisikletin ulaşım aracı olarak kullanıldığı başlıca kentlerden olan Münster, 2. Dünya Savaşı'nda tahribata uğramıştır. İlerleyen zamanlarda yeniden yapım sürecinde bisikletin kente ulaşım aracı olarak kazandırılması için ulaşım temelli çalışmalarda bisiklet yolları da önemli yer tutmuştur (Narcı, 2004) (Şekil 2.3). Dahası, şehrin düz bir topografyaya sahip olmasının yanı sıra yeniden inşa sürecinde sokakların ve caddelerin kasıtlı olarak dolambaçlı yapılması, motorlu araçların hareketini kısıtladığından, bisiklet kullanım potansiyelini artırmıştır (Buehler ve Pucher, 2007). Dolayısıyla şehrin sıfırdan inşasıyla beraber hayata geçirilen bisiklet yollarının, sahip olduğu ilgi açısından günümüzde de etkisini artırarak devam ettiği öngörülebilmektedir.



Şekil 2.3: 2008 yılı Münster bisiklet ağı (Doehn, 2011).

Freiburg kenti ise 1969 yılında ilk kez entegre trafik planını uygulamaya geçirerek motorsuz araç kullanımını yaygınlaştırmayı ve bisikletin yaşamın bir parçası olduğunu göstermeyi amaçlamıştır. Bu nedenle bisiklet toplu taşımayla entegre edilmiş, güvenli bir sürüş için özel ışıklandırma ve ayna sistemleri ile bisiklet kullanımı sürdürülebilir hale getirilmiştir (Beim ve Haag, 2010) (Resim 2.8).



Resim 2.8: Bisikletliler için özel ayna sistemi (Beim ve Haag, 2010).

İlerleyen zamanlarda yerel yöneticiler tarafından Rieselfeld ve Vauban bölgeleri oluşturularak bu bölgelere “ecosuburb” adı verilmiştir. Genel olarak bu Ecosuburb’ler, bireysel motorlu araçların oldukça kısıtlandığı, yaya-bisiklet-toplu taşıma gibi ulaşım araçlarına odaklanıldığı ve yerleşim dokusunun enerji etkin bina tasarımlarıyla oluşturulduğu bölgeyi tanımlamaktadır. Bisiklet-yapı ilişkisi bakımından incelendiğinde ise yapı önlerinde veya girişlerinde bulunan park yerlerinde bisiklet park alanlarının olduğu görülmektedir (Broaddus, 2010) (Resim 2.9). Bu durum, bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılabilmesi için mimarların bisiklet park alanlarını da tasarım sürecine dahil etmesi gerektiğini göstermektedir.



Resim 2.9: Vauban bisiklet-yapı ilişkisi (Broaddus, 2010).

Bölgede bağımsız konut yapılması desteklenmediğinden evler en az 2 katlı olacak şekilde tasarlanmış, karma kullanım anlayışı benimsendiği için ofisler, endüstri yapıları gibi farklı işlevli mekanlarla beraber yeşil alanlara da yer verilmiştir. Ayrıca bazı yollar araç trafiğine tamamen kapatılmış, bazı yollarda ise hız limiti düşürülerek bisiklet kullanımı teşvik edilmiştir. Bu yaklaşımlar sayesinde, bölgenin çocuklar ve yayalar açısından daha güvenli olması sağlanmıştır (Broaddus, 2010) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Vauban bölgesi yerleşim ve bisiklet yolları (Beim ve Haag, 2010).

Amerika'da bisikletin bir ulaşım aracı ve bisikletlilerin de sürücü olarak kabul edilmesi 1926'da yayınlanan "Üniform Taşıt Kodu"na dayanmaktadır. Diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi 1930-1950 yılları arasında bisiklet kullanımını artış göstermiş ancak sonrasında düşüş yaşamıştır (Çiftçi, 2006). İlerleyen zamanlarda ise benzine kolay ulaşılabilmesi ve benzin fiyatının fazla olması tekrar bisiklet kullanımını gündeme getirmiştir. Bu nedenle New York'ta bisikleti ulaşım aracı olarak kullanan kişi sayısı yüzbini geçmekte ve her geçen gün bu sayı daha da artmaktadır. Bununla birlikte bisiklet kullanımının benimsetilmesi amacıyla her Mayıs bisiklet ayı olarak kabul edilmektedir (Akay, 2006) (Resim 2.10).



Resim 2.10: Amerika’da bulunan bisiklet yolu örnekleri (Lawrence, 2016).

Amerika’da bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılma oranı %9’dur. Bu oran diğer Avrupa ülkelerine kıyasla daha düşüktür. Diğer yandan Amerika’da bisikletin eğlence amaçlı kullanım oranı yaklaşık %70 iken, Hollanda ve Almanya gibi Avrupa ülkelerinde bu oran %40’tır (Lorasokkay ve Ağır, 2011). Ayrıca Avrupa’da bisiklet yolları kesintisiz tasarım anlayışına sahipken Amerika’da daha kısa ve kesintili yollar mevcuttur (Bozkurt, 2016). Bisiklet kullanım oranındaki bölgesel farklılıklar Elbeyli (2012)’ye göre bisiklet kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik uygulanan politikalar ve genel yaklaşımlardır (Elbeyli, 2012). Diğer yandan bisiklet kullanım oranlarındaki farklılıkların, ulaşımın yaya olarak sağlanmasıyla ve toplu taşıma sisteminin kentlerdeki gelişimiyle ilgili olabileceği de düşünülmektedir (Fietsberaad, 2010).

Amerika’da bisiklet planı kapsamında özel projelerin hazırlandığı kentlerden biri de Seattle’dır (Bozkurt, 2016). Seattle’a bakıldığında 30 yıldan fazla bir planlama geçmişi olduğu ve buna bağlı olarak 200 km’den fazla bisiklet ağı bulunduğu literatürde yer almaktadır (Şekil 2.5). “Bisiklet Geliştirme Programı” sayesinde bisikletin daha uygun ortamlarda kullanılabilmesi için altyapı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte her yıl “Bisiklet Rehber Haritası” yayınlanarak bölge sakinlerine dağıtılmakta ve bisikletin dış ortamda kilitlenebileceği binlerce aparat sabitlenmektedir. Ayrıca bölgede yaşayan sakinlerin de tüm yapım ve yenileme çalışmalarını desteklediği de bilinmektedir (Narcı, 2004).



Şekil 2.5: Seattle bisiklet yolları örneği (Kuyumcu, 2017).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesinde bulunan Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2002 yılında “İstanbul Geneli Bisiklet Yolları Planlaması” ile ilk gerçekçi çalışmalara başlamıştır. Bu planlama ile bisiklet kullanımına dair algının bir ulaşım aracı şeklinde oluşması ve bu yönde kullanılması amacıyla çeşitli politikalar benimsenmiştir. Sonraki adımlarda ise gerekli birimlerle entegre bir şekilde çalışılarak bisiklet yolu uygulamalarının yapılacağı pilot bölgeler;

Avrupa yakasında

- Haliç ve çevresi
- Bakırköy-Sirkeci
- Ataköy
- Taksim-Şişli-Maslak

Asya yakasında

- Bağdat Caddesi
- Ümraniye

olarak belirlenmiştir (Akay, 2006; Narcı, 2004).

2017 yılında 120 km’lik bisiklet yoluna sahip olan İstanbul, 2019 yılında bisiklet yolu uzunluğunu 303 km’ye ulaştırmakla birlikte hazırlanan İstanbul Bisiklet Ana Planı ile de 2023 yılında 1053 km’ye ulaşmayı hedeflemektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: İstanbul’da planlanan bisiklet yolları haritası (EMBARQTürkiye, 2014).

Bisiklet Ana Planı doğrultusunda başlıca amaçlar bisikletin toplu taşıma sistemleri ile entegre olmasını sağlamak ve okul, alışveriş, yeşil alan gibi farklı kullanım alanlarına ulaşım imkanı veren bisiklet yollarının yapımına dair plan ve projelerin oluşturulmasıdır. Ayrıca kent sakinlerini bisiklet kullanımına yönlendirmek için çeşitli sosyal projelerin de yapılması kararlaştırılmıştır. Bir diğer önemli konu ise Bisiklet Ana Planı kapsamında büyükşehir belediyesi ve ilçe belediyelerinin ortak çalışmasıdır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2018) (Resim 2.11).

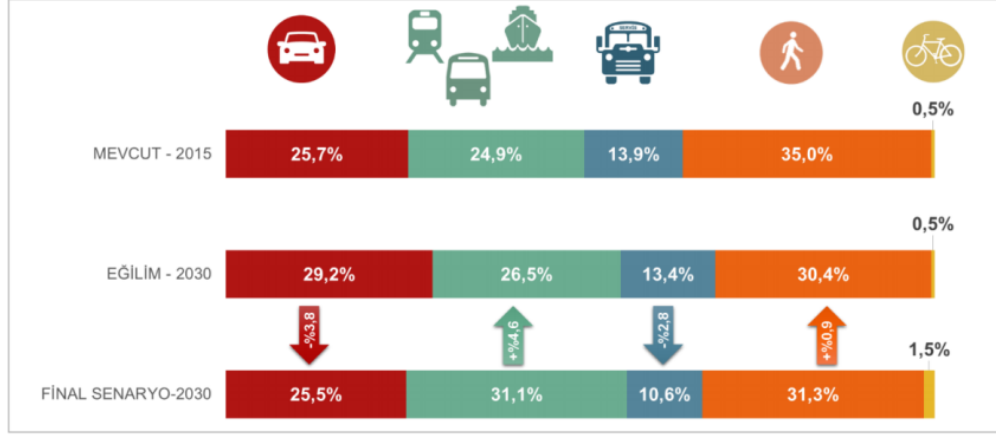


Resim 2.11: İstanbul bisiklet yolu örneği (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2018).

İstanbul’da bisiklet kullanımının toplu taşıma ile olan entegrasyonunu sağlayabilmek adına 23 adet iskeleye, 20 adet raylı sistem istasyonlarına ve 2310 adet otobüs durağına ulaşım sağlayabilen bisiklet yolları tasarlanmıştır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, t.y.). Diğer yandan EMBARQ Türkiye tarafından 2014’te hazırlanmış kılavuzdaki anket sonuçlarına göre yüzyüze görüşülen katılımcıların yalnızca %15’inin, çevrimiçi katılımcıların ise %48,4’ünün bisikleti ulaşım aracı olarak gördüğü bilgisi yer almaktadır. Ayrıca kılavuzdaki diğer bir anket sonucuna göre katılımcıların ulaşım sırasında %43 oranla motorlu araçları, %40 oranla otobüsü, %10 oranla yürümeyi ve %3 oranla raylı sistem/minibüsü tercih ettiği görülmektedir (EMBARQTürkiye, 2014). Bu durumda bisiklet kullanımının %4’lük bir seviye ile oldukça düşük olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla motorsuz ulaşım şekli olarak bisiklet ve yaya modlarının artırılması için çalışmaların hızlı ve etkili bir şekilde yapılması gerektiği söylenebilmektedir.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2015’te başlatmış olduğu “İzmir Ulaşım Ana Planı”nı 2017 yılında tamamlayarak mevcut bisiklet yollarının geliştirilmesi ve yeni bisiklet yollarının yapılması gibi birçok hedef belirlemiştir. Ana Plan’a ait sonuç raporunda bahsedilen 2015-

2016 yıllarında uygulanan anket verilerine göre kent içerisinde bisiklet kullanma oranı %0.5 iken 2030 yılında bu oranın %1.5'e çıkarılması hedeflenmektedir (Şekil 2.7). Ayrıca ulaşım kaynaklı üretilen CO₂ miktarında da %18 oranında bir azalma amaçlanmaktadır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2017).



Şekil 2.7: 2015-2030 yılları İzmir'e ait ulaşım modu dağılımı (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2017).

Bisikletin toplu taşıma araçları ile entegre olabilmesi amacıyla “bike&ride” ile otobüslerin önüne koyulan özel bir taşıma elemanı veya deniz yoluyla kullanılan ulaşım araçlarında bisikletin taşınması mümkün hale getirilmiştir. Ancak metro, tramvay gibi raylı sistemlerde böyle bir uygulama mevcut değildir (S. Öztürk, 2019). Bununla birlikte İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin hazırlamış olduğu İzmir Ulaşım Ana Planı'nda bisiklet park yerlerinin “anıtsal/sembolik nitelikte bisiklet park alanları” şeklinde öngörülmesi; mimari-tasarımsal açıdan ve kente katacağı değer açısından iyi bir yaklaşım olarak da kabul edilebilir.

İzmir kent merkezinde 2017 yılındaki mevcut bisiklet yolu uzunluğu toplam 51 km'den fazla iken kısa-orta-uzun vadeli planlamalarla 2030 yılındaki toplam bisiklet yolu uzunluğunun yaklaşık 402 km olması hedeflenmektedir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2017) (Şekil 2.8). Şekil 2.8'den de görüleceği üzere mevcut güzergahların çoğu deniz kenarına yakın bulunmakta ve dolayısıyla ilk aşamada kentin iç kesimlerine doğru ilerlemediği görülmektedir. Bu durumun İzmir'deki bisiklet kullanımının ulaşım amacından çok spor/eğlence amacına yönelik kullanılmasına sebep olduğu söylenebilir (S. Öztürk, 2019).



Şekil 2.8: İzmir mevcut ve planlanan bisiklet yolu güzergahları 2017 (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2017).

Ayrıca, Avrupa ülkelerini birbirine bağlayarak turistik açıdan köprü görevi görecek olan ve 70.000 km olarak planlanan uluslararası EuroVelo bisiklet ağına dahil edilen ilk Türk şehri de İzmir'dir (Cyclist Türkiye, 2019) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: EuroVelo bisiklet ağı (Cyclist Türkiye, 2019).

Eskişehir Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbul Teknik Üniversitesi katılımıyla 2003 yılında oluşturulan Eskişehir Ulaşım Ana Planı ile 2020 yılı için bireysel motorlu araç kullanımının azaltılması ve motorsuz araç kullanımının artırılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yapılan analizler ve yürütülen çalıştay sayesinde ilçe belediyeleri, akademisyenler, mimarlar ve mühendisler ile disiplinler arası etkileşime de olanak verilmiştir. Ayrıca yapılan anket çalışmaları kapsamında Eskişehir’de bisiklet kullanım oranının %1,2 olduğu saptanmıştır. (Pinici, 2019).

2015 yılında yürütülen “Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Ana Planı Revizyonu” ile 2035 yılı için ulaşımın sürdürülebilir hale gelmesi amacıyla yeni adımlar atılmıştır. Bisiklet yolu özelinde ise Eskişehir Büyükşehir Belediyesi-İstanbul Teknik Üniversitesi-Eskişehir Osmangazi Üniversitesi ortaklığında yapılan çalışma ile kısa-orta-uzun olmak üzere farklı dönemleri kapsayan bisiklet yolu gelişim hedefleri belirlenmiştir. Buna göre 2015-2020 arasında yaklaşık 11.000 metrelik bisiklet yolunu tamamlamak hedeflenmiştir. Günümüzde ise yaklaşık 12.000 m uzunluğunda bisiklet yolu mevcuttur (S. Öztürk, 2019). Orta vadeli hedef olarak 2020-2025 yılları arasındaki ulaşılmak istenen hedef ise 12.000 metreden fazladır. Benzer şekilde 2025-2035 yıllarını içine alan uzun vadeli hedef ise 8.000 metreye yakındır (Pinici, 2019) (Şekil 2.10).



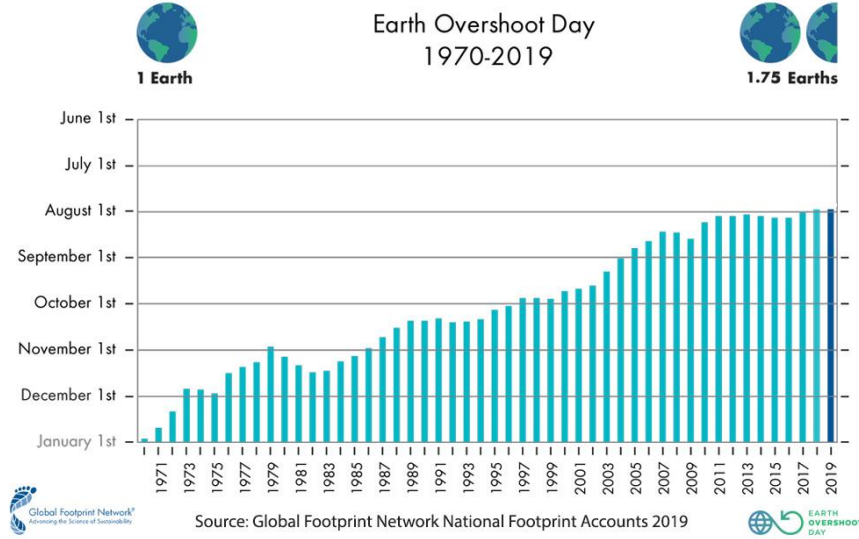
Şekil 2.10: Eskişehir mevcut ve hedeflenen bisiklet yolu güzergahları (Pinici, 2019).

2.3 Ulaşım Aracı Olarak Bisiklet ve Sürdürülebilirlik

2.3.1 Enerji Tüketimi ve Çevresel Sorunlar

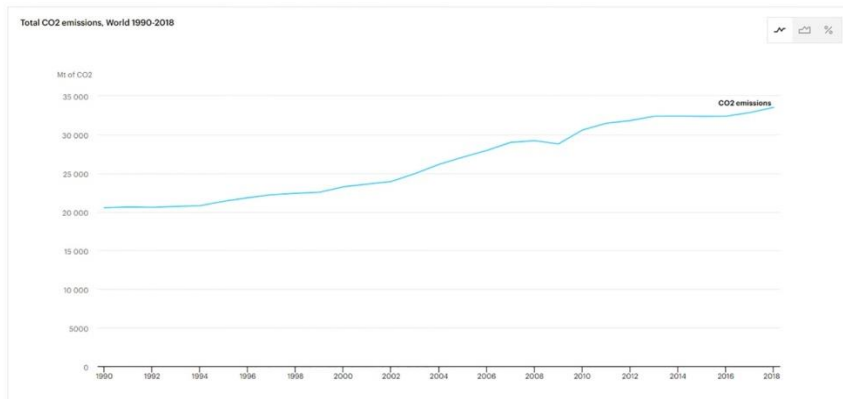
Enerji, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Shove ve Walker, 2014). Enerji kaynakları kimyasal, termal, elektrik, mekanik, nükleer enerji gibi farklı formlarda bulunabilmektedir (Koç ve Kaya, 2015).

Bilgen (2014) çalışmasında, enerjiyi üretim ve tüketim süreçlerini etkileyen ve insan faaliyetlerini belirleyen önemli bir parametre olarak tanımlamaktadır. Tarihsel süreçte bakıldığında, 18.yy - 19.yy arasında Sanayi Devrimi'yle birlikte ivmelenen üretim-tüketim faaliyetleri, doğal kaynakların kullanım yöntemlerini de değiştirmiştir. Bununla birlikte değişen faaliyetler, ekosistem üzerinde olumsuz etkiler bırakarak doğal çevre üzerinde çeşitli bozulmalara neden olmuştur. Bu nedenle artan enerji kaynağı tüketimi, küresel ölçekteki çevresel tahribatın en büyük nedeni olarak gösterilmektedir (Bilgen, 2014). Diğer yandan günümüzde Global Footprint Network'ün her yıl yayınlamış olduğu Dünya Limit Aşımı Günü (Earth Overshoot Day) indekslerine göre 2019 yılı için ayrılan kaynakların yaklaşık 1 Ağustos 2019 tarihinde tamamen tükendiği, 2019'un geri kalan kısmı için ise 2020 kaynaklarının kullanıldığı görülmektedir (Global Footprint Network, 2019) (Şekil 2.11). Türkiye özelinde ise 2021 yılında Türkiye Limit Aşımı Günü 16 Haziran 2021 olarak belirtilmiştir (Global Footprint Network, 2021). Bu durum, geleceğin sermayesinin bu günden harcanmaya başladığının somut bir göstergesidir. Ayrıca gelecekteki enerji tüketimini tahmin etmek oldukça güçtür. Ancak ekonomi, enerji ve çevre alanlarında yapılacak analizler yardımıyla gelecekteki enerji tüketimini öngörmek olanaklı hale gelmektedir. Enerji tüketimi hakkında oluşturulacak bu öngörü, gelecekteki yatırımların yönünü tayin etmektedir (Chang ve diğ., 2012).



Şekil 2.11: Global Footprint Network’ün yayınlamış olduğu Dünya Limit Aşımı Günü indeksi (Global Footprint Network, 2019).

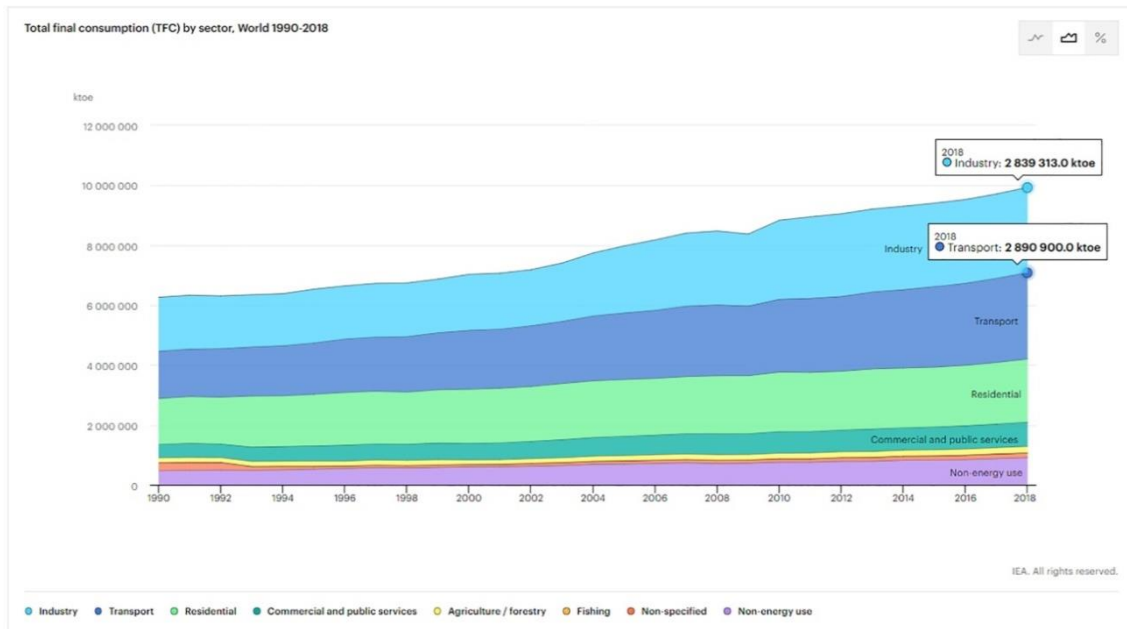
Dünyadaki enerji tüketim artışı 2010 yılında 524 katrilyon BTU (British Thermal Unit)’dur. Artışın 2020 yılında 630 katrilyon BTU olması beklenirken, 2040 yılında 820 katrilyon BTU olması öngörülmektedir. Enerji tüketimi iklim değişikliğinin önemli bir bileşenidir. Bunun sebebi, dünyadaki insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının büyük bir oranının CO₂ emisyon artışı ile ilgili olmasıdır (US Energy Information Administration, 2021). Diğer yandan 1990-2018 yıllarına ait veriler incelendiğinde, toplam CO₂ emisyon miktarının giderek artış göstermesi bu durumu desteklemektedir (International Energy Agency, 2021) (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Yıllara göre toplam CO₂ emisyon miktarı (International Energy Agency, 2021).

Günümüzde enerji tüketiminde, son on yıl içinde, ülkelerin ekonomik dinamikleri ile birlikte seyreden bir artış görülmektedir (Kaygusuz ve Bilgen, 2008). Diğer yandan enerji tüketimindeki değişimlerin bir başka nedeni de artan nüfus oranlarıdır. Artan nüfus; kentlerin büyümesine, motorlu araç kullanımıyla birlikte fosil yakıt tüketiminin artmasına ve dolayısıyla iklim değişikliği, sera gazı artışı gibi çevresel sorunların meydana gelmesine neden olmaktadır (Olgun, 2020). Bu durumda gelişen teknoloji ve enerji kaynaklarına erişim kolaylığı ile birlikte yaşam şartlarının iyileşmesi sonucu meydana gelen nüfus artışının barınma ihtiyacını da artırdığı söylenebilmektedir. Barınma alanlarının genişlemesi kentlerin yayılmasını tetikleyerek ulaşım ihtiyacının da artmasına sebep olmaktadır.

Şekil 2.13 incelendiğinde 1990'ların başlarından itibaren enerji tüketiminin giderek arttığı ve en fazla toplam enerji tüketiminin ulaşım sektöründe olduğu görülmektedir (Şekil 2.13). Bu durum, ulaşımın bağımlılığının da giderek arttığını göstermektedir. Diğer yandan Şekil 2.13'te görülen 2008 yılındaki kırılma, 2008 yılında küresel ölçekte yaşanan ekonomik krizle ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla ekonomik faaliyetlerin enerji tüketimiyle ilişkili olduğu görülmektedir.



Şekil 2.13: Sektörlere göre enerji tüketimi (International Energy Agency, 2021).

Ulaşım sektörü, petrol ürünlerinden biri olan benzine bağımlıdır (Bilgen, 2014). Türkiye’de T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Tarafından yayımlanan 2019 Ulusal Enerji Denge Tablosu’na göre sektörel bazda petrol ürünleri kullanımı %60’tan fazla bir oran ile en çok karayolu ulaşımında görülmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019). Küresel ölçekte ise karayolu ulaşımı, ulaşım sektöründe kullanılan toplam enerjinin %72’sinden, toplam CO₂ emisyonunun da %80’inden sorumludur. 1990-2005 periyodunda ulaşımın gereksinim duyduğu enerji %37 oranında artmıştır (Holmberg ve diğ., 2012).

Motorlu ulaşım, hava kirliliğine neden olan partiküllerin yayılmasına en çok neden olan ulaşım türüdür. Bu durum, özellikle büyük kentlerde önemli çevresel ve sağlık sorunlarının meydana gelmesine sebep olmakta ve aynı zamanda CO₂ emisyonunun neden olduğu küresel ısınmanın da tetikçisi olmaktadır (Bilgen, 2014).

2.3.2 Bisikletin Motorlu Araçlarla Kıyaslanması ve Çevreye Katkısı

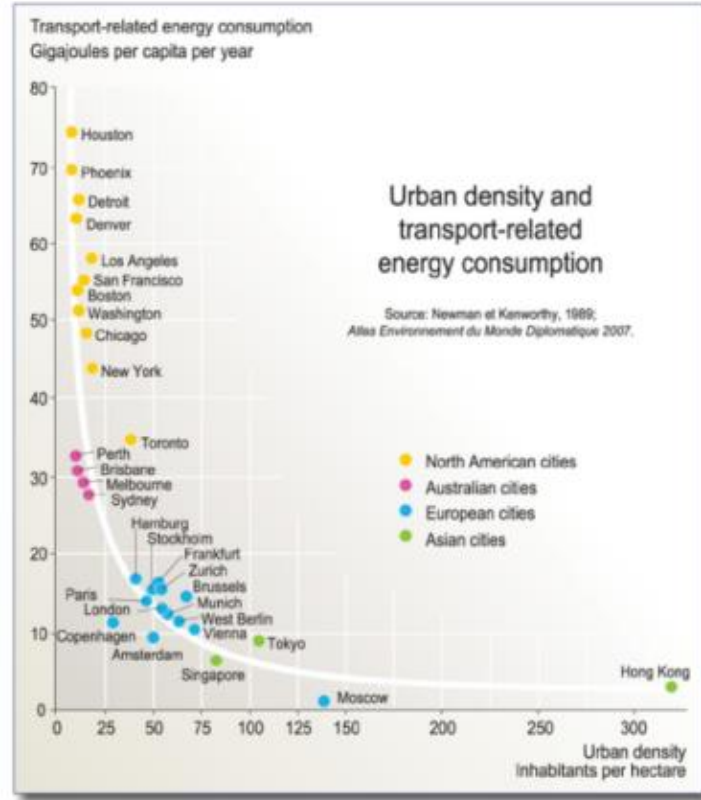
Ulaşım araçları arasında yaygın şekilde kullanılan araçlardan biri olan otomobiller, kapıdan kapıya ulaşımı sağlaması ve uzun mesafeleri kat edebilmesi açısından vazgeçilmez bir ulaşım aracı olarak görülmektedir. Ancak otomobillerin şehirler üzerinde; trafik sıkışıklığı, çevresel kirlilik, gürültü ve otopark sorunu gibi birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır (Dufour, 2010) (Resim 2.12). Ayrıca otomobillerin ulaşım ağını oluşturan beton, asfalt gibi malzemelerin sıklıkla kullanıldığı yolların ve otopark alanlarının da sera gazı emisyonu artışında etkisi bulunmaktadır. (Chester ve diğ., 2010). Dolayısıyla otomobiller konfor ve hız gibi artılarının yanı sıra doğal ve yapay çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler sebebiyle sürdürülebilir bir ulaşım aracı olarak kabul edilmemektedir (Dufour, 2010).



Resim 2.12: Motorlu araçların oluşturduğu kirlilik (Godefrooij ve diğ., 2009).

Kentin büyümesiyle otomobile olan bağımlılığın artması, dolaylı olarak CO₂ miktarının da artmasına neden olmaktadır. Polat ve diğ. (2017)'nin yapmış olduğu çalışmada, kentin büyümesi ve konut sayısındaki artışa bağlı olarak trafik yoğunluğunun da arttığı ileri sürülmektedir (Polat ve diğ., 2017). Bu durumda kentin büyümesiyle birlikte artan çevre kirliliği, bireysel motorlu araç kullanımının azaltılmasının ve binaların enerji etkin yapı tasarım kriterlerine göre tasarlanmasının önemini vurgulamaktadır. Dolayısıyla farklı disiplinlerin bu süreçte eş zamanlı olarak yer alması dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur.

Diğer yandan kent yayılımı kent yoğunluğunu da etkilemektedir. Şekil 2.14'e bakıldığında kent yoğunluğunun azalmasıyla özel ulaşım için gerekli olan enerji miktarının arttığı görülmektedir (Şekil 2.14). Bu durumda yoğunluk, kentin yayılma büyüklüğü ve kentte yaşayan kişi sayısı ile ilgilidir. Kısaca kent yayılımı (kapladığı alan) az, kent sakini sayısı fazlaysa yoğunluk da fazladır ve özel ulaşımında kullanılan enerji daha azdır. Bunun nedeni kentin yayılımının az olmasına bağlı olarak erişilebilirliğinin fazla olmasıdır. Amerikan şehirlerinin geniş ve düşük yoğunluklu olması, özel ulaşımındaki fosil yakıt tüketim miktarını Avrupa ve Asya şehirlerine oranla daha fazla yapmaktadır (Godefrooij ve diğ., 2009).



Şekil 2.14: Ulaşımda enerji tüketimi ve kentsel yoğunluk grafiği (Godefrooij ve diğ., 2009).

Motorlu ulaşım araçlarıyla karşılaştırıldığında bisikletin verimli, etkili, çevreci ve sürdürülebilir bir ulaşım aracı olduğu görülmektedir. Şehir içi otomobil seyahatlerinin yarısı 5 km'den az olmakla birlikte bisikletle gidilebilecek en fazla yol uzunluğu ortalama 7 km'dir. Elektrikli bisikletle bu mesafe 15 km'ye kadar çıkabilmektedir (Dufour, 2010).

Bisikletler, hemen hemen istenilen her mesafede kullanılabilmesi açısından otomobil kadar kullanışlı olması ve toplu taşımanın sahip olduğu sabit yolculuk saatleri etkenine sahip olmayarak günün her saatinde kullanılabilir olması açısından özerk bir ulaşım aracı olarak da nitelendirilebilmektedir. Ayrıca 5 km'lik şehir içi bir yolculuğun toplu taşımayla sağlanması "durağa yürü-bekle-otobüse bin-yürü" döngüsü nedeniyle bisiklet yolculuğundan daha çok zaman alabilmektedir. Bunun yanı sıra 7 km'den daha uzun yapılacak yolculuklar için bisikletin toplu taşımayla entegre bir şekilde kullanılması, yolculuğu daha verimli hale getirebilmektedir (Dufour, 2010). Diğer yandan 5 km'den daha az yapılacak olan yolculuklarda otomobillerin kullanılması verimsiz bir alternatiftir, çünkü bu durum kilometre başına en fazla kirliliğin üretilmesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla şehir içi ulaşımında bisiklet kullanımını artırılarak; oluşacak hava kirliliğinin, sera

gazı salınımının ve gürültü kirliliğinin azalacağı öngörülebilir (Toronto Cycling Committee, 2001).

Nitekim Mendoza ve diğ. (2018)'nin yapmış olduğu çalışmada; mikro-simülasyon yaklaşımı ile bisiklet ağı tasarlanarak, motorlu araç kullanan kişilerin %15'inin bisikletle ulaşım sağlamaya başlaması durumunda karbonmonoksit oranında %3.14, azot oksit oranında %9.94 ve uçucu organik bileşikler oranında %7.12 azalma olacağı tespit edilmiştir (Mendoza ve diğ., 2018). Bir diğer çalışmada ise bir kişinin haftada iki gün otomobil yerine bisikletle işe gitmesi durumunda, bir yılda meydana gelen karbon salınımını ortalama iki ton azaltabileceği öne sürülmektedir (US Environmental Protection Agency, 2018). Dolayısıyla sera gazı emisyonundaki azalmanın; sera etkisinin azalmasına, küresel sıcaklıktaki artışın düşmesine ve asit yağmurlarının önlenmesine yardımcı olacağı öngörülebilir.

Otomobillerin ve diğer motorlu araçların oluşturmuş olduğu trafik sorunu nedeniyle şehir içi ulaşımlarda yolculuk süresi tahmin edilemeyebilir. Ancak metro gibi tamamen ayrılmış yollar haricinde bisiklet yollarının varlığı, motorlu araçlara oranla bisiklet kullanımını daha dakik yapmaktadır (Dufour, 2010).

Bisikletler, otomobillere göre karmaşık teknolojik parçalara sahip olmadığından sürmesi daha kolay ve bakımı daha ekonomik olmakla birlikte otomobillere oranla daha az yer kaplamaktadırlar (Dufour, 2010). Aynı zamanda bisiklet için gerekli olan altyapı çalışmaları, otomobiller için gerekli olan altyapı çalışmaları kadar maliyetli değildir (Akay, 2006). Ayrıca motorlu araçların artmasıyla araçlar tarafından kullanılan yollar ve yayalar tarafından kullanılan kaldırımların artması şehirdeki toplam beton yüzey alanını artırmaktadır. Dolayısıyla yüzeylerde tutulan ısıyla bağlantılı olarak dış ortam sıcaklığı da artmakta ve binaları soğutmak için harcanan enerji miktarı da yükseltmektedir. Diğer yandan yağmur suyunun toprağa ulaşımı da engellenmektedir (US Environmental Protection Agency, 2018). Bu gibi durumlara sebep olan etken "kentsel ısı adası" şeklinde kavramsallaştırılmaktadır. Buna göre bina ve yolların yüzey oranındaki artış ile birlikte fosil yakıt tüketiminin artışı; sera gazı emisyonlarının da artmasına sebep olmakta, sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak iklim değişikliğine de büyük oranda etki etmektedir (Zhang ve diğ., 2017). Dolayısıyla sürdürülebilir bisiklet yolları yapımının da binalardaki enerji verimliliğine katkı sağlayacağı söylenebilir.

Bisiklet, otomobillerle karşılaştırıldığında bazı dezavantajlara da sahiptir. Özellikle eğimin %5'ten fazla olduğu yerlerde bisiklet kullanımının zor olması, kötü hava koşullarında konforlu bir yolculuk sağlanmaması ve hırsızlık faktörüne yenik düşmesi dezavantajlardan bazılarıdır. Ancak yine de yatırımların bir kısmı; eğimli yollarda yapılacak olan bisiklet asansörlerine, elektrikli bisikletler için yapılacak teşvik çalışmalarına, kötü iklim şartlarında kullanılmak üzere koruyucu kıyafetlerin üretilmesine ve hırsızlığı önlemek için park alanlarının geliştirilmesine yönlendirilerek bu gibi sorunların en aza indirilmesi mümkündür (Godefrooij ve diğ., 2009).

2.4 Literatür Taraması

Bisiklet ve bisiklet yolu gibi kavramların hükümetler veya yerel yönetimler dışında akademik ortamda da gündeme gelmesi söz konusudur. Türkiye özelinde literatüre bakıldığında, son yıllarda bisiklet yolları seçimine dair yapılan çalışmaların giderek arttığı görülmektedir. Bu bölümde, Türkiye'de kent içi ulaşımında bisiklet yolu seçimi üzerine yapılmış tezler ve makaleler irdelenmiştir.

Yapılan tez çalışmaları ve makaleler, kullandıkları yöntemler açısından zaman zaman farklılık göstermekte ve farklı disiplinler tarafından ele alınmaktadır. Bu bölümde çalışmalar arasında net bir sınır belirlenmemektedir ancak genel olarak çalışmaları;

- Güzergah belirlendikten sonra kriterlere göre bisiklet yolu uygunluğunu araştıran çalışmalar,
- Kriterler üzerinden yolların değerlendirilmesiyle güzergah belirleyen çalışmalar ve
- Anket uygulaması içeren çalışmalar

şeklinde değerlendirebilmek mümkündür.

Yılmaz (2006), Yavuz (2016) ve Adıyaman (2019) tarafından yapılan çalışmalarda bisiklet yolu güzergahları seçilmiş ve ardından belirli kriter setlerine göre güzergahların bisiklet yolu için uygunluğu saptanmıştır. Güzergahların uygunluğunu, Yavuz (2016) kriter setleri üzerinden “Ağırlıklandırılmış Kriterler Yöntemi” ile Yılmaz (2006) ise anket yöntemi kullanarak değerlendirmiştir (Yavuz, 2016; Yılmaz, 2006). Adıyaman (2019) ise çalışmasında güzergahlara puan ataması yaptıktan sonra en yüksek puanı alan güzergahı en uygun güzergah olarak belirlemiştir (Adıyaman, 2019). Bununla birlikte F. Öztürk (2019), mevcutta bulunan bisiklet yollarına ek olarak yeni öneriler getirmeyi amaçlamıştır. Bunun için bisiklet yolu güzergahı olarak varsayılan caddeler fiziksel ve alan kullanım tipi gibi özellikler açısından değerlendirilmiş ve sonuç olarak öneri güzergahlar geliştirilmiştir (F. Öztürk, 2019).

Benzer şekilde Kuyumcu (2017), kent içerisindeki dinamikleri göz önünde bulundurarak güzergah seçimi yapmıştır. Sonraki aşamalarda güzergahlar mevcut imar planıyla birlikte incelenmiş, güzergahın sahip olduğu kriterlere puan atanarak uygunluk durumu belirlenmiştir (Kuyumcu, 2017). Yılmaz (2006)’ın ve Yavuz (2016)’un yapmış olduğu çalışmalardan farklı olarak Kuyumcu (2017), bisiklet yollarını eğim, yol kesiti ve odak noktası gibi açılardan SWOT analizi yardımıyla değerlendirmiştir. Özyurt (2019) ile Mansuroğlu ve Dağ (2020), bisiklet yolu güzergahı değerlendirmesinde turizm faktörünü ele alarak güzergah seçimi yapmıştır. Bu bağlamda güzergah belirleme aşamasında turizm açısından önemli olan çekim noktalarının ve kullanım yoğunluğunun referans alındığı görülmektedir (Mansuroğlu ve Dağ, 2020; Özyurt, 2019). Özyurt (2019)’un çalışmasında, belirlenen alternatif güzergahlar literatürden elde edilen kriterler ve puanlama sistemiyle değerlendirilerek analiz edilmiştir. Diğer yandan kullanıcılara yönelik anket uygulanmakla beraber bu anketin amacı bisiklet yolları seçimi yapmak değil, bölge halkının bisiklete karşı tutum ve algılarını ölçmektir (Özyurt, 2019).

Sönmez (2019) bisiklet yolu güzergahlarını belirledikten sonra bisiklet yolu seçiminde etkili olan kriterlerin önem derecelerini Yavuz (2016)’a benzer şekilde “Ağırlıklandırılmış Ölçütler Yöntemi” ve AHY ile saptamıştır. Ancak ilerleyen süreçte diğer çalışmalardan farklı olarak, belirlenen güzergahların kriterler açısından uygunluk derecelerini ArcMap programı ile haritalar oluşturarak ortaya koymuştur (Sönmez, 2019). Tekin (2019)’in çalışmasında da bisiklet yolu güzergahı belirlendikten sonra kriterler üzerinden değerlendirilmelerin yapıldığı görülmektedir (Tekin, 2019).

Uslu ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmada ise amaç bisiklet yolu güzergahı belirlemek değil, bisikletlilerin hali hazırda kullanmış oldukları güzergahların bisiklet kullanımına uygunluğunu saptamaktır. Bunun için her güzergah belirli kriterler açısından puanlandırılarak değerlendirilmiş ve çıkan sonuçlar yorumlanmıştır (Uslu ve diğ., 2009). Cengiz ve Kahvecioğlu (2016), güzergah seçimi yaptıktan sonra güzergahların bisiklet yolu olarak kullanılma potansiyellerini puan atamaları yaparak belirlemiştir. Güzergahlar uygunluklarına göre sıralandırılıp değerlendirildikten sonra güzergahlardaki caddeler için tasarım önerileri geliştirilmiştir (Cengiz ve Kahvecioğlu, 2016). Tüm bu çalışmalar, güzergah belirlendikten sonra kriterlere göre bisiklet yolu uygunluğunu araştıran çalışmalar şeklinde değerlendirilebilmektedir.

Köseoğlu (2019), literatürde bulunan bisiklet yolu seçim kriterlerini kullanarak bisiklet yolu güzergahı oluşturmuş ve ardından anket yoluyla güzergahları kullanıcılar açısından doğrulamıştır. Ardından PTV VISUM programına mevcut ulaşım ağı ve toplu ulaşım güzergahlarına ait veriler girilerek yolculuk kapasiteleri saptanmıştır. Buna göre belirlenen güzergahlar üzerinde gerçekteşen otobüs yolculuklarının %5 oranında bisiklet aracılığıyla yapılacağı öngörölmüş ve belirlenen güzergahların kapasite açısından yeterli olduğu tespit edilmiştir (Köseoğlu, 2019).

Elbeyli (2012), bisiklet yolu için konsept güzergahları belirlerken şehir içi yolculukların üretildiği ve emildiği noktaları dikkate almıştır. Çalışmanın sonucunda uygun bisiklet yolu seçimleri yapılarak farklı güzergah önerileri oluşturulmuştur (Elbeyli, 2012). Kaya (2013)'nın yapmış olduğu çalışmada kentin alansal kullanım tipleri ve seyahat çekim noktaları belirlenerek haritalar oluşturulmuştur. Ardından güzergah önerisi belirli kriterler yardımıyla puanlanmış ve bisiklet yolu önerisi sunulmuştur (Kaya, 2013). Kös (2015) ise eğim ve trafiğe ait yoğunluk haritalarını baz alarak yolculuk talebinin olduğu alanları belirlemiştir. Ardından iki farklı öneri sunarak en fazla bisiklet yolu potansiyeli barındıran hatları ortaya koymuş, gözlemsel analizler ile cadde bazında kesitler üzerinden öneriler geliştirmiştir (Kös, 2015).

Küçükpehlivan (2015) tarafından yapılan çalışmada amaç, bisiklet yolu seçiminde kullanılan kriterlerin seçim sürecine etkisini belirlemek ve bu doğrultuda bir model tasarlamaktır. Öncelikle kriterler farklı başlıklar altında belirlenmiş ve sonrasında AHY ile ağırlıklandırmaları yapılmıştır. Kriter başlıklarıyla oluşturulan farklı senaryolar ArcGIS

aracıyla modellenerek farklı güzergah önerileri sunulmuştur (Küçükpehlivan, 2015). Benzer şekilde Koçak (2016) tarafından yapılan çalışmada da mevcut yapılar, erişim ve doğal özellikler gibi farklı kriterler kullanılarak güzergah belirlenmesi yapılmıştır (Koçak, 2016). Ancak Küçükpehlivan (2015)'in yapmış olduğu çalışmanın aksine, güzergah seçimi sırasında herhangi bir analiz aracı kullanılmadığı görülmektedir. Kuru (2017) ise seçmiş olduğu bölgeye ait alansal ve doğrusal analizleri, haritalar üzerinde işaretlemeler yaparak çeşitli kriterler bağlamında gerçekleştirmiştir. Sonraki adımda ise bu haritalar göz önünde bulundurularak bisiklet yolu güzergah seçimine dair öneri geliştirilmiştir (Kuru, 2017). Bu çalışmada da Koçak (2016) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde öneri geliştirme aşamasında herhangi bir analiz aracı kullanılmamıştır.

Olgun (2020), orta düzeyde gelişmiş bir şehir için bisiklet yolu seçim kriterlerini göz önünde bulundurarak AHY ile CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamında analizler yapmıştır. Öncelikle literatürü inceleyerek seçim kriterlerini belirlemiş, ardından AHY ile kriterlerin etki düzeylerini saptamıştır. Sonrasında, verileri ArcGIS ortamında haritalandırıp mekânsal analizlere tabi tutarak bisiklet yolu önerisi geliştirmiştir (Olgun, 2020). Yapılan bu çalışma, farklı bilimsel yöntemlerin birbirine entegre edilmesi ve analiz aracının güzergah seçimi yapıldığı esnada kullanılması açısından önemli çalışmalardan biri olarak görülebilmektedir. Benzer şekilde Özkan ve diğ. (2020) de kriter analizine dayalı bisiklet yolu önerisi sunmuştur. Bu doğrultuda bisiklet yolu seçiminin yapılabileceği en uygun mahalle belirlenmiş ve mahalle ölçeğinde bir öneri geliştirilmiştir. Arza ve talebe dayalı veriler CBS aracıyla karşılaştırılarak bisiklet yolu uygunluk değerlendirmesi yapılmıştır. Aynı zamanda çok kriterli analizler de çalışmaya dahil edilmiştir. Sonuçta bisiklet yolu yapımı için en uygun olan mahalle belirlendikten sonra mahalle ölçeğinde ağ analizleri yapılarak bisiklet yolu seçim önerisi sunulmuştur (Özkan ve diğ., 2020). Bu çalışmalar ise genel olarak, kriterler üzerinden yolların değerlendirilmesiyle güzergah belirleyen çalışmalar olarak gruplandırılabilir.

Aydoğan (2018), çalışma kapsamındaki yolları, bisiklet yolu olma potansiyeli doğrultusunda, gözlemsel olarak değerlendirmiştir. Ardından çalışmada kullanıcı odaklı anket yapılarak bisiklet kullanımına karşı oluşan algı ölçülmüştür. Çalışma sonunda, gözlem sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak kesintisiz bir şekilde devam eden öneri bisiklet yolu güzergahı geliştirilmiştir (Aydoğan, 2018). Bunun aksine Pinici (2019) tarafından yapılan çalışmada ise anket, bisiklet yolu güzergahının belirlenmesi amacıyla

uygulanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında var olan bisiklet yollarının farklı önerilerle desteklenmesi de amaçlanmıştır (Pinici, 2019). Say (2020) tarafından yapılan çalışmada ise Aydoğan (2018)'a benzer şekilde anket çalışması kent sakinlerinin bisiklet hakkındaki görüşlerini almak amacıyla yapılmıştır. Diğer yandan anket sonuçları yardımıyla bisikleti trafikte kullanma fikrine sıcak bakılmadığı ve bu nedenle bisikletin ulaşım aracı şeklinde görülmediği saptanmıştır. Çalışmanın amacı ise şehir içinde ulaşımını bisikletle sağlayan bisikletçilerin GPS (Global Positioning System) ile konumlarını analiz ederek bisiklet yolu güzergahlarının potansiyellerini belirlemektir. GPS verileriyle elde edilen ve bisikletliler tarafından kullanılan mevcut yollar ArcGIS aracıyla mekânsal analize tabi tutulmuştur (Say, 2020).

Saplıoğlu ve Aydın (2018) tarafından yapılan çalışmada, güvenli ve toplu taşımayla entegre bir bisiklet yolu seçimini etkileyen olumlu ve olumsuz etkenlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle anket çalışması uygulanarak hangi parametrelerin katılımcılar için önemli olduğu belirlenmiştir. Ardından güvenli bisiklet yolu seçiminde en etkili parametreler AHY ile saptanmıştır. Oluşturulan veriler ArcMap programına girilerek güvenli bisiklet yolu seçimine dair bir öneri geliştirilmiştir (Saplıoğlu ve Aydın, 2018). Öztürk (2018), belirli bir yöntemle bisiklet yolu seçmeyi amaçlamamakla birlikte güzergahlar belirleyerek bu güzergahlar özelinde güvenli bisiklet geçişlerine dair öneriler vermeyi hedeflemektedir. Ayrıca çalışmada anket uygulaması yapılarak bisiklet yolu varlığının kent sakinleri üzerinde olumlu etki oluşturacağı saptanmıştır (Öztürk, 2018). Benzer şekilde Akay (2006)'ın çalışmasında da amaç bisiklet yolu güzergahı seçmek değil, bölgede yaşayan sakinlerin metrodan sonra bisiklet park yerlerinden alacağı bisikletle ulaşım sağlama potansiyelini anket yoluyla ölçmektir (Akay, 2006). Bu çalışmalar da genel olarak anket uygulaması içeren çalışmalar şeklinde değerlendirilebilmektedir.

Görüldüğü üzere bisiklet yolu seçimi hakkında yapılan çalışmalar son 5 yıl içerisinde artış gösterse de çalışmalar birçok farklı yöntemi içeren bisiklet yolu güzergahı seçimine dayanmaktadır. Diğer yandan bazı çalışmalarda kriterlerin güzergah seçimi için değil, gözlemsel yollarla seçilen güzergahları değerlendirmek amacıyla kullanıldığı görülmektedir.

3. BİSİKLET YOLU SEÇİMİNDE KULLANILAN ANALİZ ARAÇLARI

Bisiklet yolu seçimi hakkında yapılan hesaplamalı uygulamalara 1990'lı yıllarda yapılan çalışmalar örnek gösterilebilir. Farklı zamanlarda yürütülen çalışmalar sonucunda 1998 yılında ABD Federal Karayolları İdaresi (FHWA, The Federal Highway Administration) tarafından yayınlanan bir raporda yer verilen Bisiklet Uyumluluk İndeksi (BCI, Bicycle Compatibility Index); trafik hacmine, hızına, şerit genişliğine ve diğer bisikletli stres göstergelerine bağlı olmakla birlikte istatistiksel bir formül kullanmaktadır (Liu ve diğ., 2019; Schwartz ve diğ., 1999). Raporda bisiklet sürme potansiyelinin ölçülmek istendiği caddeler ve bu caddeye ait veriler bir form üzerinde toplandıktan sonra her bir cadde için BCI hesaplamasının yapılabileceği anlatılmaktadır (Harkey ve diğ., 1998) (Şekil 3.1). Ancak ilerleyen zamanlarda BCI gibi modeller, sadece belirli bir rotayı değerlendirip kavşak gibi düğüm noktalarını ve farklı segmentleri kağıt üzerinde aynı anda değerlendiremediği için yetersiz kalmıştır (Schwartz ve diğ., 1999).

Data Entry														
Location		Geometric & Roadside Data				Traffic Operations Data				Parking Data				
Midblock Identifier (Route/Intersecting Streets, Segment Number, Link Number, Etc.)		No. of Lanes (one direction)	Curb Lane Width (m)	Bicycle Lane Width (m)	Paved Shoulder Width (m)	Residential Development (y/n)	Speed Limit (km/h)	85th %ile Speed (km/h)	AAADT	Large Truck % (HV)	Right Turn % (R)	Parking Lane (y/n)	Occupancy (%)	Time Limit (minutes)
First Avenue - 5th/6th Streets		2	3.6	1.2		y	30	37	10000	0.02	0.10	y	0.30	120

Şekil 3.1: BCI veri giriş kağıdı (Harkey ve diğ. 1998).

Literatüre bakıldığında, gelişen teknolojiyle birlikte bisiklet yolu seçim çalışmalarının veri elde etme ve işleme aşamalarında farklı analiz araçlarının kullanıldığı görülmektedir (Jacyna ve diğ., 2017; Jamaludin ve diğ., 2019; Manum ve Nordstrom, 2013; Olgun, 2020; Özkan ve diğ., 2020; Terh ve Cao, 2018; Yang ve diğ., 2019; Ziemke ve diğ., 2017). Bu açıdan bakıldığında, bisiklet yolları seçiminde kullanılan analiz araçlarını coğrafi bilgi sistemlerine ve ulaşım planlamasına yönelik analiz araçları şeklinde iki farklı açıdan değerlendirmek mümkündür. Coğrafi Bilgi Sistemleri, dünya üzerindeki koordinatları belli mekanlara ait noktaları, çizgileri (karayolu, demiryolu, akarsular vb.) ve poligonları (binalar, yeşil alanlar, göller vb.) kullanarak çeşitli çevresel ve demografik verileri mekansal bir yaklaşımla işleyen, depolayan, yöneten, görüntüleyen ve analiz eden bir sistemler bütünüdür. Sonraki aşamalarda ise analiz sonuçlarına göre modelleme yapılabilmesinin yanı sıra karar verme sürecinde de etkin bir şekilde rol almaktadır (Schwartz ve diğ., 1999).

Diğer yandan yapılan çalışmalarda bölgesel verilerin bilgisayar tabanlı analiz araçlarıyla analiz edilmekte olduğu ve bu sayede bisiklet yolu seçimi yapılabildiği ortaya konmaktadır. Bu doğrultuda analiz aşamasında kullanılan bölgesel harita verileri yerel yönetimlerden elde edilebildiği gibi internet üzerinden açık erişimle de elde edilebilmektedir. Bu amaçla kullanılan veri tabanlarından biri de OSM'dir. OSM, dünyada var olan yolları, mekanları veya doğal oluşumları (akarsu, göl, orman vb.) bünyesinde bulunduran bir harita sistemidir. Aynı zamanda GPS verileri ile de desteklenmektedir

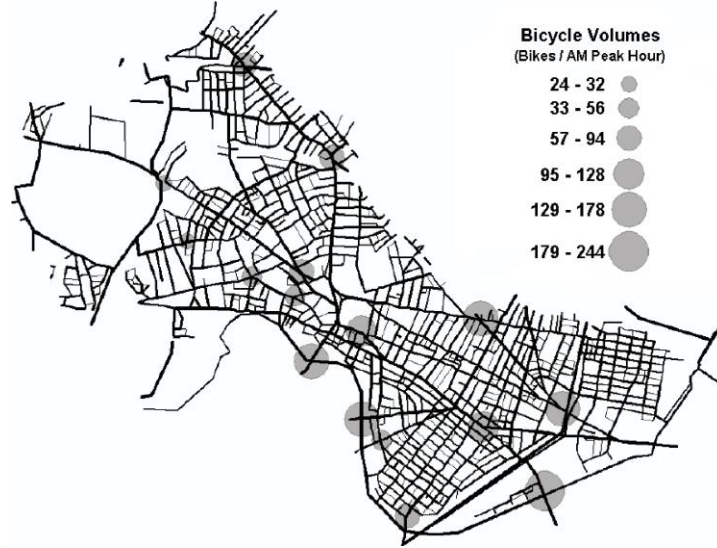
(OpenStreetMap, t.y.). OSM'nin barındırdığı bu veriler açık erişimle indirilebilmekte ve analiz araçları yardımıyla işlenebilmektedir.

3.1 Coğrafi Bilgi Sistemlerine Yönelik Analiz Araçları

3.1.1 ArcGIS

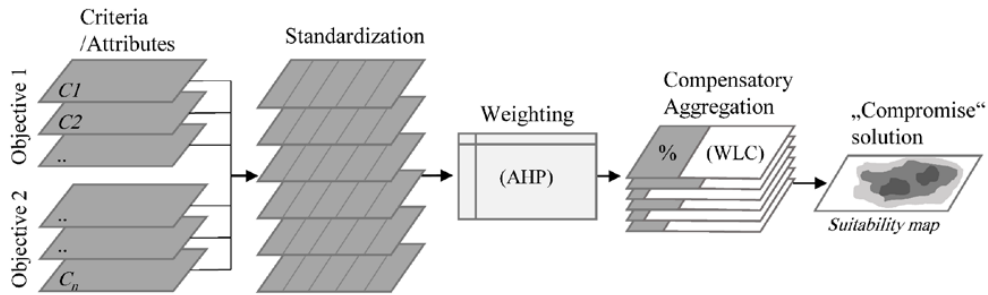
ArcGIS, kullanıcı tarafından girilebilen veya açık erişimle elde edilen veriler doğrultusunda harita oluşturmaya ve coğrafi analiz yapmaya olanak veren bir CBS yazılımıdır (ESRI Türkiye, t.y.). Konuya ilişkin literatür incelendiğinde ArcGIS yazılımının diğer analiz programlarına oranla daha çok tercih edildiği görülmekte ve direkt olarak bisiklet yolu seçiminde kullanılabilirliğinin tartışıldığı çalışmalara da rastlanmaktadır (McCahill ve Garrick, 2008; Olgun, 2020; Terh ve Cao, 2018). Aynı zamanda ArcGIS ulaşım planlamasına yönelik geliştirilen bir program olmadığı için çoğunlukla AHY ve Space Syntax gibi yöntemlerle bütünleşik olarak kullanılmaktadır.

McCahill ve Garrick (2008) tarafından yapılan çalışmada ArcGIS yazılımı space syntax yöntemi ile birlikte; nüfus, iş gücü istatistikleri ve bisikletli sayısı şeklindeki sayısal veriler ile bisiklet yolculuklarına ait başlangıç ve bitiş noktaları, yerleşim alanlarının dağılımı gibi vektörel verilerin girilmesinde ve aynı zamanda bisiklet yolu seçimine yönelik mekânsal analizlerin yapılmasında kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda seçilen bölgeye ait bisikletli hacmi tahmin edilmiş ve bu sayede bisiklet yolu planlamasında bu yöntemin kullanılabilirliği vurgulanmıştır (McCahill ve Garrick, 2008) (Şekil 3.2).



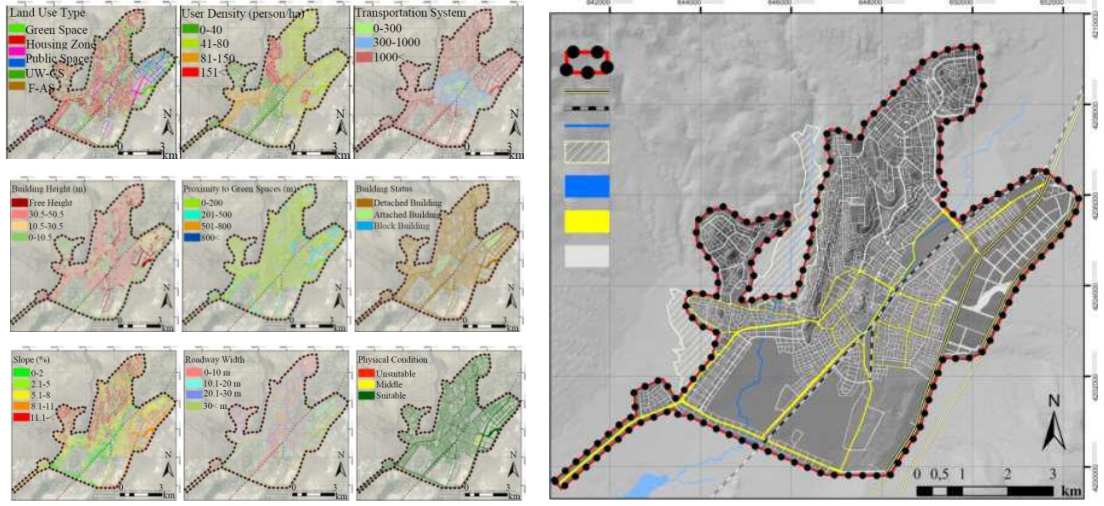
Şekil 3.2: Tahmin edilen bisikletli hacmi (McCahill ve Garrick, 2008).

Olgun (2020); çalışmasında eğitim, yol genişliği, fiziksel durum, alan kullanım tipi (eğitim, konut vb.), yaya ve araçlara ait trafik yoğunluğu, yapı özellikleri ve yeşil alan-toplu taşımaya yakınlık gibi kriterleri AHY ile ağırlıklandırarak ArcGIS programı üzerinden bisiklet yolu seçimine yönelik öneri geliştirmeyi amaçlamaktadır (Olgun, 2020). Ağırlıklandırılan kriterler ArcGIS yazılımında farklı katmanlar halinde ayrı ayrı haritalandırılarak karşılaştırılmıştır. Şekil 3.3'te, karşılaştırma ve kriter önceliklendirme süreçlerinin işleyiş şeması verilmiştir (Şekil 3.3).



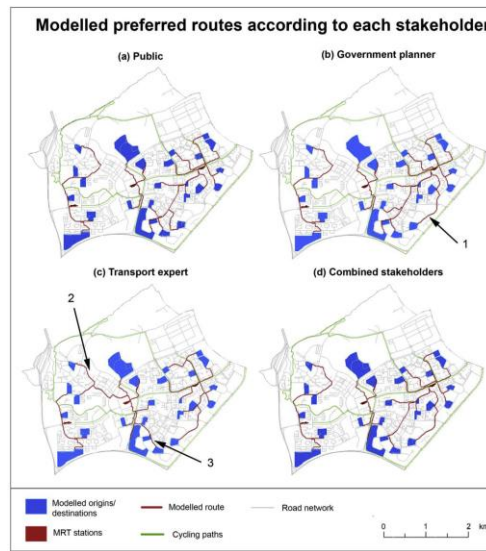
Şekil 3.3: AHY yöntemi ve CBS tabanlı analiz araçlarının işleyiş şeması (Qashqo, 2018).

Çakıştırılan haritalar sonucunda kriterlerin ağırlıklarına göre yeni bir harita oluşturulmuş ve dolayısıyla çalışılan bölgede kriterler açısından en uygun yollar bisiklet yolu önerisi olarak sunulmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Bisiklet yolu önerisi (Olgun, 2020).

Terh & Cao (2018)'nin yapmış olduğu çalışmada ise eğim, yaya trafiği ve eğitim, kamu, toplu ulaşım alanlarına yakınlık gibi kriterlerin farklı paydaşlar (karar verici, ulaşım uzmanı, bisiklet kullanıcısı) tarafından Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile ağırlıklandırmak ve her paydaş için farklı senaryolara dayalı bisiklet yolu önerisi geliştirmek amaçlanmaktadır (Şekil 3.5). Bunun için eğim, yol bilgileri ve yerleşim bilgileri ArcGIS yazılımına girilerek bu veriler üzerinden mekânsal analizler yapılmıştır. Daha sonraki adımlarda analizleri yapılan veriler çakıştırılarak farklı senaryolara ait bisiklet yolu önerileri sunulmuştur (Terh ve Cao, 2018).

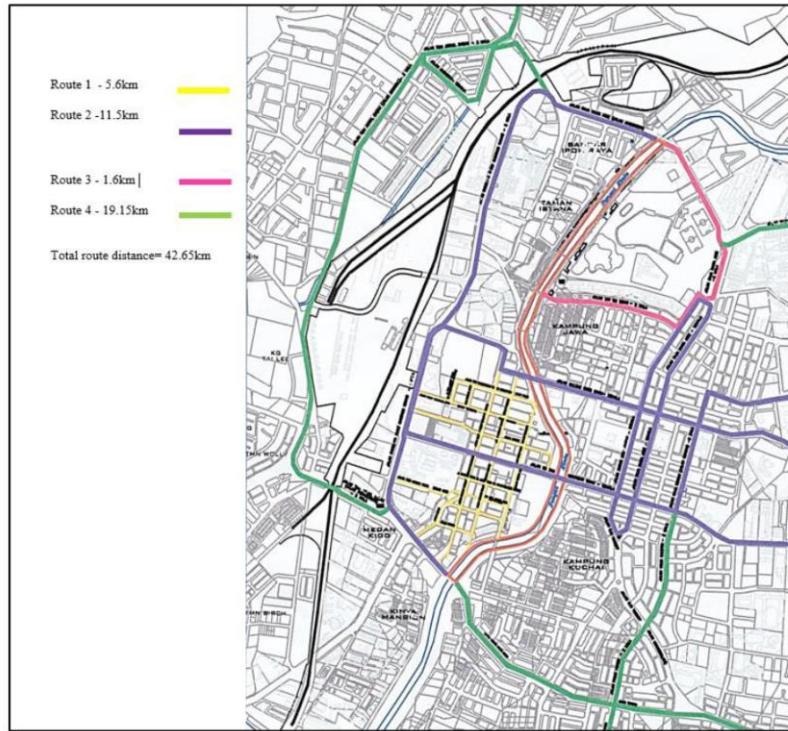


Şekil 3.5: Farklı paydaşlara ait bisiklet yolu seçimleri (Terh ve Cao, 2018).

3.1.2 QGIS

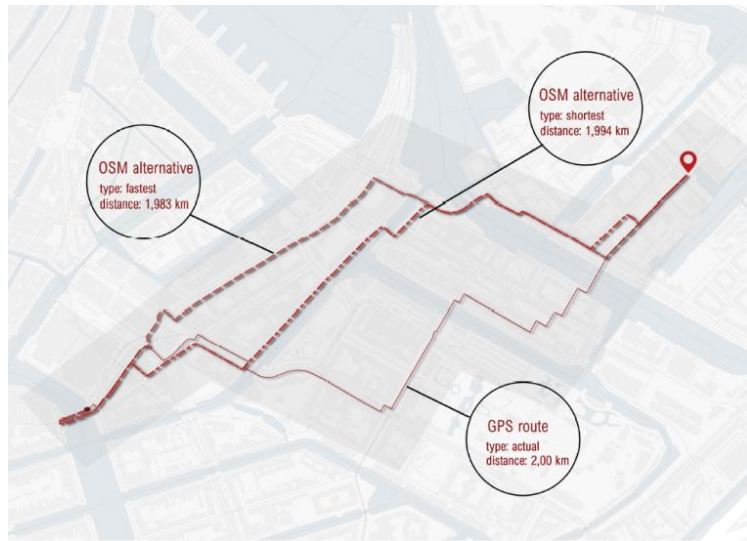
QGIS (Quantum Geographic Information System), bölgesel verileri haritalamak ve analiz etmek için kullanılan açık erişimli bir CBS yazılımıdır (Jamaludin ve diğ., 2019; QGIS, n.d.). Yapılan çalışmalar incelendiğinde doğrudan bisiklet yolu seçimi amacıyla QGIS programının kullanıldığı çalışmalar oldukça az olmakla birlikte belirli bir yolun bisiklet kullanımına uygunluğunu içeren analizlerin yapıldığı çalışmalar da mevcuttur (Jamaludin ve diğ., 2019; Michailidou, 2019). Programa doğrusal, alansal ve noktasal veriler vektörel olarak OSM üzerinden açık erişimle girilebilmekte ve bu sayede mekânsal analizler yapılabilmektedir (LearnOSM, 2021). Ayrıca QGIS, analizler yardımıyla ideal bisiklet rotalarının belirlenebileceği bir programdır (Jamaludin ve diğ., 2019).

Jamaludin ve diğ. (2019)'nin yapmış olduğu çalışma incelendiğinde, yalnızca CBS tabanlı bir programın bisiklet yolu seçiminde tek başına yeterli olmayacağı düşüncesinin savunulduğu ve bu nedenle AHY ile bisiklet yolu seçim kriterlerinin (eğim, yol yüzey durumu, bisiklet şeridi varlığı, güvenlik vb.) ve sonrasında ortaya çıkan alternatif rotaların uzmanlar, planlamacılar ve kullanıcılar tarafından önceliklendirildiği görülmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Öncelik değerlendirilmesi yapılan rotalar (Jamaludin ve diğ., 2019).

Michailidou (2019)'nin çalışması ise direkt olarak bisiklet yolu seçimini değil, kentsel çevre ile bisiklet kullanıcılarının rota seçimleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. QGIS ile birlikte farklı yazılım ve analiz programları kullanılmış olup OSM'den alınan mekansal veriler QGIS programına girilmiştir. Sonraki adımlarda kentsel çevrenin özelliklerinden olan bina yükseklikleri ile ilgili işlemlerin QGIS ile gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. Şekil 3.7 incelendiğinde iki nokta arasındaki mesafenin katedilebileceği farklı rotalar görülmektedir. Buna göre ince çizgiyle gösterilen rota, mevcut bisikletliler tarafından kullanılan yolu; kesikli çizgi-nokta kombinasyonundan oluşan rota, noktalar arasındaki mesafenin katedilebileceği en kısa rotaya sahip yolu, kesikli çizgiyle gösterilen rota ise noktalar arasındaki mesafenin en hızlı alınabileceği güzergahı göstermektedir. Buna göre bisikletlilerin her zaman en kısa güzergahı seçmedikleri; mesafe, bina yüksekliğine bağlı olarak gökyüzü görünürlüğü ve binaların kaplamış oldukları alanları da göz önünde bulundurarak rota seçimi yaptıkları sonucuna ulaşılmaktadır (Michailidou, 2019) (Şekil 3.7). Benzer şekilde başka bir çalışmada da bisikletlilerin her zaman en kısa yolu seçme eğiliminde olmadıkları savunulmaktadır (Aultman-Hall ve diğ., 1997). Çalışmanın amacı her ne kadar GPS verilerine dayanarak, bir yolun en kısa veya en hızlı rota olduğu halde seçilmemesine yönelik nedenleri ortaya koymak olsa da, uygulanan yöntemin bisiklet altyapısı oluşturmak için de kullanılabilmesi öngörülebilir. Diğer yandan bina yüksekliği kriteri ayrıca değerlendirildiğinde, özellikle mimarların da sürecin en başından itibaren katılımcı olması gerektiği fikrini oluşturabilmektedir.



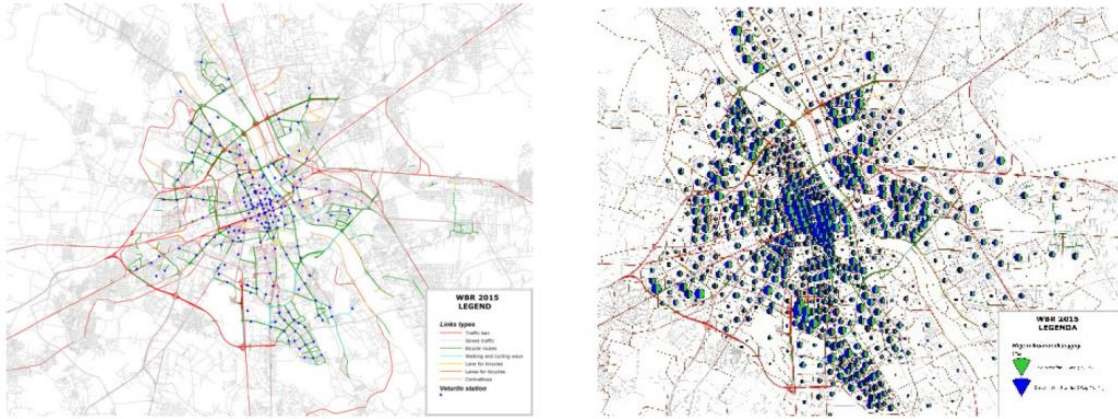
Şekil 3.7: Bisiklet kullanıcıları tarafından kullanılan ve önerilen alternatif yollar (Michailidou, 2019).

3.2 Ulaşım Planlamasına Yönelik Analiz Araçları

3.2.1 PTV VISUM

PTV VISUM, bölgedeki taleplere göre ulaşım ağlarının tasarlanması, analizinin yapılması ve bölge özelinde ulaşımın planlanması için geliştirilen bir araçtır (PTV Group, n.d.). Veriler düğüm (noktasal altyapı) ve bağlantı (doğrusal altyapı; yol uzunluğu, geçiş süresi, hız limiti vb.) şeklinde programa girilerek seyahatin başlangıç ve bitiş noktalarına ait çekim ve üretim potansiyelini hesaplayabilmektedir (Jacyna ve diğ., 2017; Skarphedinsson, 2013).

Jacyna ve diğ. (2017)'nin yapmış olduğu çalışmada PTV VISUM kullanılarak çalışma alanındaki mevcut bisiklet yolları (şerit sayısı, paylaşımlı-ayrılmış veya bisiklet için kapalı yollar vb.), halka açık bisiklet istasyonları, demografik bilgiler, eğitim/ticaret/hizmet/sağlık yapılarının varlığı gibi veriler işlenmiştir (Jacyna ve diğ., 2017) (Şekil 3.8). Çalışmanın sonucunda seyahat üretimi ve emilimi değerlendirilerek bisikletin kullanım potansiyelinin yüksek olduğu yollar harita üzerinde gösterilmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8: Bisiklet trafik modeli için yolların gruplandırılması ve bisiklet yolculuğunun üretim ve emilim noktaları (Jacyna ve diğ., 2017)



Şekil 3.9: PTV VISUM kullanılarak potansiyel bisiklet yollarının belirlenmesi (Jacyna ve diğ., 2017).

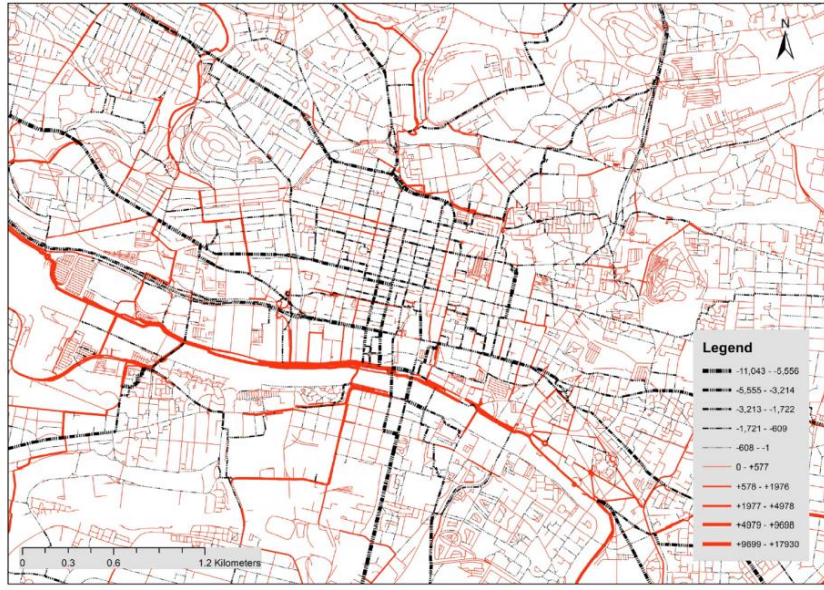
Trafiğin dinamik akışı düşünüldüğünde diğer araçlar gibi bisikletler de trafiği engelleyebilmektedir. Ancak bu durum, model üzerinde gösterilemediğinden bisikletli dağılımının boş ağ üzerinde yapılması gerekmektedir. Trafikteki diğer araçların dağılımı ise sonraki adımlarda uygulanmalıdır (Jacyna ve diğ., 2017). Bununla birlikte bisiklet kullanım potansiyelini belirlemek için yapılan analizler, her rotanın kullanım saatine ihtiyaç duymasına neden olmaktadır (PTV AG, 2018).

3.2.2 TransCAD

TransCAD paket programı, ağ/rota analizi ve ulaşım modellemesiyle birlikte aynı zamanda kaza raporlama/analiz etme, talep tahmini ve bakım planlaması gibi farklı uygulamalara olanak veren, kısaca ulaşım planlamasına yönelik CBS tabanlı bir araçtır (Van der Waerden ve Timmermans, 1996). TransCAD, CBS ve ulaşım ile ilgili modelleme uygulamalarını birleştirmekte ve aynı zamanda tüm ulaşım modları için haritalama, görselleştirme ve analiz araçlarıyla analiz etme imkanı vermektedir (Caliper, n.d.). Bununla beraber kendi programlama dilinde kullanıcı tarafından yazılan kodlar ile desteklenebilmektedir (Porto ve diğ., 2018).

Direkt olarak bisiklet yolu planlamasına yönelik TransCAD programının kullanıldığı çalışmalar oldukça azdır. McArthur ve Hong (2019)'un yapmış olduğu çalışma

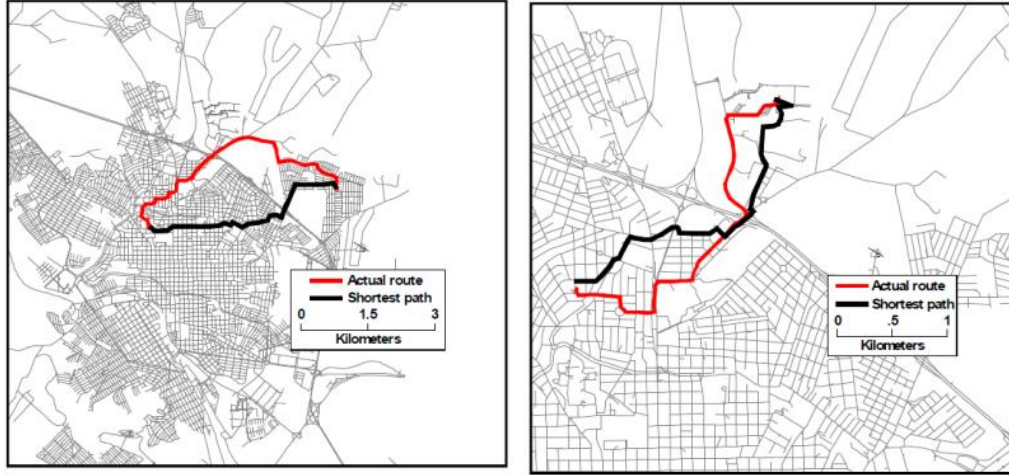
incelendiğinde; OSM verilerinin işlenebilir hale getirildiği ve trafik akış atamalarının yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte bir bisiklet yolculuğuna ait başlangıç/bitiş noktaları üzerinden mevcut yolların bisiklet sürme potansiyeli ile en kısa mesafenin analiz edilebilmesi amacıyla TransCAD programından yararlanılmaktadır. Bu çalışma yeni bir bisiklet yolu seçmemekte, mevcut yolların bisikletliler tarafından neden çok/az tercih edildiğine dair nedenleri ortaya koymaktadır. Bu bağlamda şekil 3.10’da gösterilen koyu kırmızı ve kalın çizgilerle belirtilen yollar bisiklet kullanımının en yoğun olduğu yolları göstermektedir (McArthur ve Hong, 2019) (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Gözlemlenen ve tahmin edilen akışlar (McArthur ve Hong, 2019).

Segadilha ve Sanches (2014)’in çalışmasında ise eğim, trafik hız limiti, cadde uzunluğu ve seyahat süresi gibi verilerin analiz edilebilmesi amacıyla TransCAD aracı kullanılmıştır. Bu çalışmada da amaç direkt olarak bisiklet yolu seçmek değil, başlangıç/bitiş noktalarına göre en kısa mesafeyi analiz etmek ve kriterlerin en kısa mesafenin seçimiyle ne kadar ilişkili olduğunu ortaya koyabilmektir. Bunun için mevcut bisikletliler üzerinden GPS yardımıyla rota bilgileri toplanmış ve aynı bisikletlilere önemsedikleri kriterler anket yoluyla sorulmuştur. Şekil 3.11’e bakıldığında; kırmızı çizgi ile belirtilen yolların mevcut olarak kullanılan yolları, siyah çizgi ile belirtilen yolların ise en kısa rotayı gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.11). Anket sonuçlarına göre en çok önemsenen kriterin otobüs ve kamyon sayısı olduğu, en az önemsenen kriterin ise eğim olduğu ortaya konmuştur (Segadilha ve Sanches, 2014). Ancak bu durumun, çalışmanın yapıldığı bölgeye özgü olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca genel olarak bisikleti konu alan ve yalnızca araştırma içerisindeki haritaları oluşturmak için TransCAD programının kullanıldığı çalışmalar da

mevcuttur (Agarwal ve diğ., 2020; Yılmaz, 2014). TransCAD, ulaşım uzmanları ve mühendisler tarafından kullanılması için geliştirildiğinden, karmaşık ve hassas bir yapıya sahiptir. Bu durum kent ölçeğinde bir modelleme ve hesaplama için maliyeti ve mesleki donanım ihtiyacını yükseltebilmektedir (Dogan ve diğ., 2018).



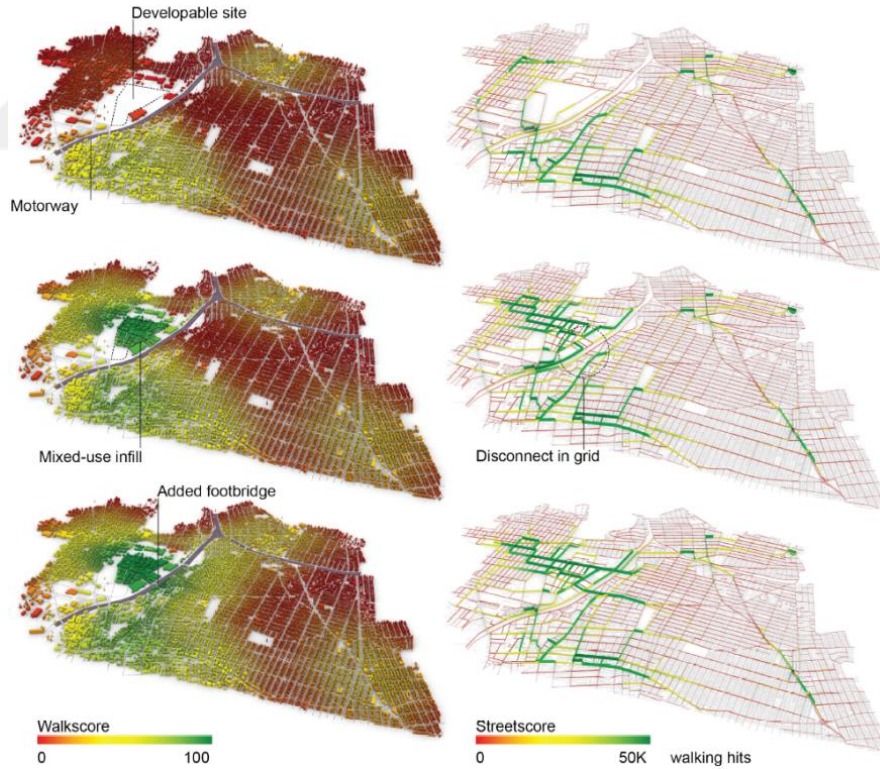
Şekil 3.11: Mevcut ve en kısa bisiklet yolu (Segadilha ve Sanches, 2014).

3.2.3 Urbano

Urbano, kent içerisindeki olanaklara erişimi değerlendirmek amacıyla bölgesel verilerin (bina, yol, kullanım tipleri vb.) OSM üzerinden alınabildiği ve Rhinoceros3D programında Grasshopper aracılığıyla aktif ulaşımın modellenilebildiği bir analiz ve simülasyon aracıdır. Araç, kentsel tasarımda rol alan planlamacılara yönelik olmakla birlikte tasarımın erken aşamalarında verilmesi gereken tasarım kararlarını desteklemeyi amaçlamaktadır (Dogan ve diğ., 2018). Literatür incelendiğinde, Urbano'nun direkt olarak bisiklet yolu seçiminde kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak aracın geliştiricileri tarafından bisiklet yolu seçiminde kullanılabileceği ayrıca belirtilmektedir.

Urbano, temelde 3 ölçüm üzerinden çalışan bir araçtır. Yürünebilirlik ölçütü olan Walkscore, yolculuk esnasında katedilen mesafeyle ilişkilidir. Yolculuk uzunluğu arttıkça başlangıç ve bitiş noktası arasında kalan rotaya verilen puan da düşmektedir. Streetscore bir sokağın/caddenin kaç kişi tarafından kullanıldığını gösteren ölçüttür. Kaldırım genişliği ve yaya geçidinin nereye konumlandırılacağı konularında karar verme sırasında etkilidir. Ancak bu ölçüt bölgedeki bina, kişi ve tesis sayısına bağlıdır. Bölgedeki tesisleri ziyaret eden kullanıcı sayısına bağlı olarak arz-talep dengesinin değerlendirildiği son ölçüt ise

Amenityscore'dur. Örneğin Şekil 3.12 incelendiğinde çalışma alanını ikiye ayıran bir otoyol olduğu görülmektedir. Bu ayırım, bölgenin Walkscore ve Streetscore ölçütlerini düşürmektedir. Ancak kutuplaşmayı azaltmak için geliştirilebilir alan olarak tanımlanan bölgeye karma kullanımlı binaların yapılması, otoyol üzerinden ulaşılabilirliği sağlayacak üst geçitlerin eklenmesi ölçüt değerlerini yükseltmektedir (Şekil 3.12). Aynı zamanda bu süreçte kullanılan tesislere ait kullanıcı yoğunlukları, internet üzerinden elde edilebileceği gibi mimari standartların yer aldığı kitaplardan da elde edilebilir (Dogan ve diğ., 2018). Bu örnekte her ne kadar bisiklet yolu seçimi yapılmassa da, Urbano'nun bisiklet yolu seçiminde kullanılma imkanının olduğu açıkça görülmektedir. Diğer yandan farklı ulaşım modlarına göre (araba, yaya veya bisiklet yolları) en kısa mesafe hesaplanıp uygun olan rota seçilebilmekte ve simüle edilebilmektedir (Urbano, n.d.). Ancak bir yayanın ya da bisiklet/araç kullanıcısının güneş, gölge, diğer kullanıcı sayısı ve tesislerin çekim gücüne bağlı olarak her zaman en kısa mesafeyi seçmemesi söz konusudur (Dogan ve diğ., 2018). Bu nedenle bu parametreler kontrol dışında kalmaktadır.



Şekil 3.12: Bölgesel analiz sonuçları (Dogan ve diğ., 2018).

Kent içerisinde bisikletin ulaşım aracı olarak güvenli ve sürekli bir şekilde kullanılabilmesi amacıyla bisiklet yolu seçimine ait kararların, belirli kriterler üzerinden analizler

yapıldıktan sonra alınması gerekmektedir (Jacyna ve diğ., 2017). Literatürde kullanılan bazı bisiklet yolu seçim kriterlerine ait değerlendirmeye, Bisiklet Yolu Seçiminde Kullanılan Kriterlerin Değerlendirilmesi başlığında ayrıca yer verilmektedir. Bisiklet yolu seçimi için bu kriterler, bölgeye göre ArcGIS, TransCAD, VISUM, URBANO, QGIS gibi araçlarla analiz edilmektedir. Görüldüğü üzere analiz araçları konum/rota belirlemeye yönelik ve kullanıcı hareketini tahmin etmeye yönelik olmak üzere çeşitli yaklaşımlar sunabilmektedir (McCahill ve Garrick, 2008). Dolayısıyla kullanılan analiz aracının değişmesi çeşitli farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Bir sonraki bölümde, literatürde bisiklet yolu seçiminde kullanılan analiz araçlarının karşılaştırma yoluyla benzerlik / farklılık, avantaj / dezavantaj gibi özellikleri ortaya konmaktadır.

3.3 Analiz Araçlarının Karşılaştırılması

İncelenen analiz araçlarını ulaşım planlamasına yönelik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'ne yönelik olacak şekilde iki gruba ayırmak mümkündür. Urbano ve VISUM araçları doğrudan ulaşım planlamasına yönelik geliştirildiğinden başka bir araca ihtiyaç duymaksızın bisiklet yolu seçimi yapabilme potansiyeline sahiptir. Urbano, son birkaç yıl içerisinde kullanıma sunulan bir araç olduğundan, bisiklet yolu seçiminde kullanılabilme potansiyelinin ortaya konduğu çalışmalar olmasına karşın, bu aracın doğrudan bisiklet yolu seçiminde kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak hem analiz hem de simülasyon imkanının bir arada olması ulaşım planlaması ve öngörüsü açısından avantaj olarak görülebilmektedir. Analiz ve modelleme aşamasında kullanılacak bölgesel verilerin açık erişimle elde edilmesi ve her bölgenin açık erişimli verilere sahip olmaması, en kısa mesafeyi seçen bir algoritma kullanımının çevresel faktörleri kapsamaması aracın kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır. Bu durum, karşılaşılabilecek dezavantajlardan biridir.

Literatür incelendiğinde VISUM aracının doğrudan bisiklet yolu seçiminde kullanıldığı çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir. Bu durumun, VISUM'un genelde ulaşım planlamacıları/şirketleri tarafından kullanılmaya yönelik tasarlanmasından kaynaklandığı söylenebilir. VISUM farklı araçlarla entegre edilebilmekte, 2 boyutlu ve 3 boyutlu modellemeye izin vermekte ve farklı kullanım saatlerine yönelik farklı senaryolar oluşturmaya imkan vermektedir (PTV Group, n.d.). Sawicki ve diğ. (2016)'nin çalışmasına göre bu imkanlar ve içeriğindeki algoritma sayesinde diğer ulaşım modeli belirleme araçlarına göre VISUM'un daha uygun ve gerçekçi sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir (Sawicki ve diğ., 2016).

TransCAD, CBS tabanlı bir araç olmasına karşın ulaşım planlamasına yönelik geliştirilen bir programdır. Bu açıdan TransCAD, farklı süreçlerin eş zamanlı yürütülebilmesine olanak tanımaktadır. Bölgesel verilerin açık erişimle elde edilebilmesi ve analiz edilebilmesi tüm ulaşım modları için uygulanabilmektedir. Ancak bu araç diğer araçlara oranla daha karmaşık bir yapıya sahip olduğundan ulaşım alanında çalışan uzmanların mesleki yeteneklerine ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla maliyet açısından zaman zaman dezavantajlı durumların ortaya çıkabileceği öngörülebilmektedir.

QGIS, CBS tabanlı bir analiz ve modelleme aracıdır. Direkt olarak ulaşım planlama özelliği bulunmadığından farklı yöntem (AHY, Space Syntax vb.) ve yazılımlarla entegre edildiği görülmektedir. Bu sayede QGIS kullanım amacına uygun hale getirilerek mekânsal analizlerin yapılmasına olanak tanır. Aynı zamanda QGIS'i diğer analiz araçlarından ayıran en temel fark, programın ücretsiz bir şekilde kullanılabilmesidir.

ArcGIS, QGIS ile benzer şekilde bir analiz ve haritalama aracıdır. ArcGIS ile yapılan bisiklet yolu seçimine dair çalışmalar verilerin ayrı haritalara işlenerek üstüste çakıştırılması prensibine dayanmaktadır. Literatür incelendiğinde ArcGIS aracının gerek bisiklet yolu seçimi çalışmalarında gerek de farklı alanlardaki çalışmalarda en çok tercih edilen program olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ArcGIS üzerine istenilen verilerin daha kolay eklenebilmesi, daha fazla eklentiye sahip olması, program içi yardım konusunda daha gelişmiş olması, yakınlık ve en hızlı yol analizlerinin daha kolay bir şekilde yapılması, haritalama işlemlerinin daha düzenli olması, düzenleme araçlarının çeşitliliği ve vektörel çakışma hatalarının kolayca denetlenmesidir (GISGeography, 2021).

Sürdürülebilir bisiklet yolu seçiminde analiz edilecek bölgesel verilerin yetersiz olma ihtimali, yapılacak çalışmaların sağlıklı bir şekilde sonuç vermemesine sebep olabilmektedir. Örneğin OSM üzerinden alınan coğrafi bilgiler gelişmiş ülkelerde/şehirlerde; bölgedeki her binanın kat yüksekliklerinden kullanım tiplerine, yerel yönetimler tarafından ortaya koyulan bölgesel demografik bilgilerden trafik yoğunluğunu veren araç sayısına kadar geniş bir bilgi alanı sunmaktadır. Ancak bu gibi verilerin yetersizliği ya da verilere ulaşım zorluğu az gelişmiş/gelişmemiş bölgelerde karşılaşılabilecek bir sorundur (McCahill ve Garrick, 2008). Bu bağlamda bisiklet yolları seçimi, bölgenin gelişmişlik düzeyine ve verilerin elde edilebilmesine bağlıdır. Bu gibi yetersizlikler Urbano ve VISUM gibi ulaşım planlamasına dayalı analiz araçlarında başlı başına bir sorun teşkil etse de aynı durum CBS'ye dayalı analiz araçları için büyük oranda geçerli değildir (Özkan ve diğ., 2020). Çünkü CBS'ye dayalı analiz araçlarında, açık erişimle veri temin edilemese dahi yalnızca elde edilebilen veriler üzerinden analiz yapılabilmektedir. Sürdürülebilir bisiklet yolu seçiminin yapılabildiği analiz araçlarının daha verimli kullanılabilmesi için bölgesel verilerin devlet veya yerel yönetimler tarafından açık erişimle uzmanlara sunulması, bu konudaki çalışmaların günümüz teknolojisine entegre edilebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak sürdürülebilir bisiklet yolu seçimi yapabilmek için kullanılan analiz araçları, her bölgeye ait verilerin istatistiksel ve mekânsal açıdan analiz edilmesine dayanmaktadır. Yalnızca elde edilebilen verilerden yola çıkarak analizlerin yapılabilmesi sayesinde CBS tabanlı analiz araçlarının diğer ulaşım planlamasına dayalı analiz araçlarından daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Bununla birlikte verilerin farklı alanlardaki uzmanlar tarafından kullanılabilir olması ve farklı yöntemlerin CBS aracılığıyla bütünleşik bir analiz sistemine dahil olması da önemli faktörlerdendir. Nitekim Özkan ve diğ. (2020)'nin yapmış olduğu çalışmada da CBS tabanlı analiz araçlarının, verilerin yetersiz olduğu bölgelerdeki seçim ve karar çalışmalarında etkili olacağı savunulmaktadır (Özkan ve diğ., 2020). Böylelikle bölgesel verilerin CBS tabanlı araçlarla analiz edilmesinden sonra etkili, sağlıklı ve sürdürülebilir bir bisiklet yolu seçimi yapmanın mümkün olduğu öngörülmektedir.

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR BİSİKLET YOLLARI SEÇİMİ: BALIKESİR ÖRNEĞİ

Balıkesir, Marmara Bölgesi'nde yer almakta olup hem Ege Denizi'ne hem de Marmara Denizi'ne kıyısı olan tek il olmakla birlikte yaklaşık 15.000 km² yüz ölçümüne sahiptir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, t.y.) (Şekil 4.1). Diğer yandan 2012 yılında büyükşehir olarak kabul edilmiştir (Balıkesir Büyükşehir Belediyesi, t.y.). TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)'e ait 2020 verilerine göre Altieylül ve Karesi merkez ilçelerinin toplam nüfus sayısı 366.270'tir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2021).



Şekil 4.1: Balıkesir il haritası (Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.).

Çalışmanın bu bölümünde, öncelikle Literatür Taraması ve Sürdürülebilir Bisiklet Yolları Seçiminde Kullanılan Analiz Araçları başlıklarında incelenen çalışmalara ait kriterler tablolar halinde derlenmekte ve Balıkesir şehir merkezi özelinde kullanılan kriterler belirlenmektedir. Belirlenen kriterler, AHY'nin bir parçası olarak, farklı paydaş grupları tarafından ağırlıklandırılmaktadır. Sonrasında ArcGIS 10.7 analiz aracıyla her kriter kendi ağırlıklı puanlarıyla birlikte ayrı ayrı haritalandırılarak karşılaştırılmaktadır. Ardından çıkan sonuç ile Balıkesir şehir merkezinde bulunan mevcut ve planlanan bisiklet yolları karşılaştırılmaktadır.

4.1 Bisiklet Yolu Seçiminde Kullanılan Kriterlerin Değerlendirilmesi

Tablo 4.1’de; Literatür Taraması başlığında incelenmiş olan bisiklet yolu seçimi yapan çalışmaların kullanmış oldukları kriterler, yöntemler ve analiz araçları görülmektedir (Tablo 4.1). Buna göre çalışmaların büyük bir çoğunluğunun belirli kriter setlerini kullandıkları görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise kullanılan yöntemlerin aynı olması, kriter setlerinin de aynı veya birbirine çok yakın olmasını gerektirmektedir (Adıyaman, 2019; Cengiz ve Kahvecioğlu, 2016; Özyurt, 2019; Uslu ve diğ., 2009; Yavuz, 2016; Yılmaz, 2006). Aynı şekilde AHY’yi kullanan çalışmaların da kriter setleri birbirine büyük oranda benzerlik göstermektedir (Küçükpehlivan, 2015; Olgun, 2020; Özkan ve., 2020). Çalışma başlıklarında ⁽¹⁾, ⁽²⁾, ⁽³⁾, ⁽⁴⁾ ve ⁽⁵⁾ şeklinde numaralandırılan çalışmalar belirli bir yöntemin ve analiz aracının güzergah tayininden sonra değil, güzergah seçimi sırasında kullanıldığı çalışmalardır.

Tablo 4.1: Türkiye özelinde yapılan tez ve makale çalışmalarında bisiklet yolu seçimi için kullanılan kriterler ve yöntem/analiz aracı incelemesi.

Çalışma Türü	Çalışmanın Yazar(lar)	Çalışmanın Yılı	Çalışmanın Adı	Kullanılan Kriterler	Kullanılan Bilimsel Yöntem/ Analiz Aracı
	Akay, Abdurrahman	2006	Ülşimada Bisikletin Yeri ve Anlamı Bilkent Koridorunda Bisiklet Yolu Önerisi	()	Anket / ()
	Yılmaz, Eñif	2006	Bolu Kentinde Alanında Bisikletli Bağlantı Olmakla Aynı Anlaşılması	- Kesime (kavşak) noktaları - Biyolojik eñki - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Rekreyasyon olanaklarının tipi - Rekreyasyon olanakları ile ilişkisi - Güzerah geçişinin niteliği - Alan kullanım tipi - Arazi - İşlevi - Kullanıcı potansiyeli - Kullanıcı kompozisyonu	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Elbeyli, Şefik	2012	Kentli Üleşimda Bisikletin Konumu ve Şehirler için Bisiklet Üleşim Planlaması- Sakarya Örneği	- Seçilen güzzerah üzerinde pedalyajın bisiklet kullanımı olması - Güzerahın çok fazla eñki eklenmesi - Görünürlüğü fazla olan bir yerde olması - Güzerahın bisiklet taşıma olanaklarının düşmesi - bisikletlerin güvenliğinin artırılması - bisiklet yollarının yapılması - Güzerahın bisiklet taşıma olanaklarının düşmesi	() / ()
	Kaya, Sami	2013	Sindirlişehir Kenti Üleşimda Bisikletin Yeri ve Sancaaktepe Bisiklet Yolu Ağı Önerisi	Yolculuk çekim (okul/ AYM/ hastane/ toptanısma vb.) ve ücretim (konut alanları) merkezleri	() / ()
	Kos, Melih	2015	Kentli Üleşim Problemlerine Alternatif Enerje Bisiklet Üleşim Planlaması	- Yolların enine ve boyuna kesimleri - kullanılan biçimleri - Kullanıcı yoğunlukları - Eğimleri	() / ()
	Kiçikpehlivan, Gizem	2015	Anolitik Hiyerarsi Yöntemi Kullanılarak Bisiklet Yolu Güzerahı Belirleme Modeli ⁽¹⁾	- Eğim - Yol genişliğı - Fiziksel koşullar - Arazi kullanımı - Kullanıcı yoğunluğu - Üleşim sistemine entegrasyon- Kat yükseklikleri - Bina nizam durumu - Yeşil alanların yakınlık	Anolitik Hiyerarsi Yöntemi (AHY)/ ArcGIS
	Koçak, Serhat	2016	Kentli Üleşimda Bisikletin Yeri ve Bisiklet Yollarının Planlaması: Eğirdir-Adılar Örneği	- "Bisiklet yolu güzzerahının açık bir şekilde görüldüğü önemiştir." - "Kavşak, yolu indirme-bindirme alanları gibi geçiş durumlarının ayrıca düşünülmesi gereken yerler varsa onların özge geçişlere yer verilmesi önemiştir." - "(...) Bisiklet yolunun trafiğin yoğun olduğu alanlarda planlanması ve yerleşim yeri merkezi ile bağlantılı olması önemiştir. (...)"	() / ()
	Yavuz, Burcu	2016	Sindirlişehir Üleşim Kapsamında Bisiklet Üleşiminin İzmir Bornova İlçesinde İdelemesi	- Kesime noktaları - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel özellikler - Rekreatif alanlara erişim - Sosyal donatı elemanlarına erişim - Kentisel çalışma alanlarına erişim - Mekansal ve çevresel etkileşim - Potansiyel kullanıcı yoğunluğu - Toplu ulaşım entegrasyonu	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Kını, Azem	2017	Kentisel Yaşanabilirlik ve Bisiklet Özelektir Kentiçi Üleşim Sistemi Yıkılışını: Kırklareli Örneği	- Kent merkezi mevcut alanlar - Mahallelere göre nüfus değışimi - Arazi kullanımı - Yeşil alanlar - Eğitim yapıları - Kentisel yapılar - Yüksekli ve eğim - Kanyolu kademelemesi ve kavşaklar - Kanyolu en kesiti - Otomatik alanları - Yıyalaştırılmış yollar - Toplu ulaşım güzzerahları - Kentisel inşaat	() / ()
	Koyuncu, Yusuf	2017	Bir Üleşim Aracı Olarak Bisiklet ve Çorum İli Kentiçi Üleşimda Bisiklet Yolu Önerisi	- Kesime noktaları - Çevresel etkilere duyarlılık - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Varolan rekreyasyon olanakları - Güzerah geçişinin niteliğı - Kullanıcı kaynağı ve yoğunluğu	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Aydoğan, Gungör-Yasın	2018	Kentli Üleşimda Bisikletin Yeri ve Bisiklet Yollarının Planlaması: Aydın Kenti Örneği	- Yol genişliğı - Yol eğimi - Anaç ve yeşil yoğunluğu - Trafik akışı - Yol kenarı anaç park alanı	() / ()
	Öztrak, Ömer Faruk	2018	Gümüşhane İli için Bisiklet Üleşim Planlaması	- Eğim - Şerit genişliğı - Kullanıcı yoğunluğu - Üleşim sistemlerine entegrasyon	() / ()
	Adıyaman, Burcu	2019	Osmaniye Kenti Bisikletli Üleşim Ağı Planlama Önerisi	- Kesime (kavşak) noktaları - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Varolan rekreyasyon olanakları - Alan kullanım türü - Güzerah geçişinin niteliğı - Kullanıcı kaynağı ve yoğunluğu - İklimsel faktör	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Tiftik Köseoğlu, Zuhul	2019	Kentli Üleşimda Bisiklet: Kastamonu Örneği	- Genişlikler - Yan açıklık - Proje bizi - Görüş mesafesi - Yanı kurbu ve dever - Boyuna eğim - Erişim eğim - Düşük kurbu - Drenaj - Bisiklet yolunun kanyolundan ayrılması - Yanay ve düşey işaretlemeler - Kavşaklar	Anket / PTV VISUM
	Öztürk, Fatih	2019	Sindirlişehir Kenti Üleşimda Bisiklet Yollarının Planlaması: İspanbul, Gaziosmanpaşa İlçesi Örneği	- Uzunluk - Ortalama eğim - Yerleşim durumu - Alt merkezler - Eğitim alanları - Park ve yeşil alanlar - Raylı sistem - Bisiklet park / Bakım istasyonu	() / ()
	Kişioğlu Özyurt, Esma	2019	Kirantıktepe Tabyalanım (Köşke-Yıldıztekt Anas) Bisiklet Yolu Koridoru Olarak Planlaması Üzerine Bir Araştırma	- Kesime (kavşak) noktaları - Çevresel etkilere duyarlılık - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Var olan rekreyasyon olanakları - Güzerah geçişinin niteliğı - Kullanıcı kaynağı ve yoğunluğu	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Pirinci, Fulya	2019	Eskişehir Bisiklet Yollarının Analizi ve Planlaması	- "Hangi güzzerahlarda bisiklet yolu olması istenmez?" (Diğer önerilen yapılmış olan bir anket üzerinden inceleme)	Anket / ()
	Somez, Mürşit	2019	Anakya Kenti Bisiklet Yolu Seçeneklerinin Analitik Hiyerarsi Süreci ve Ağırlıklıdırılmış Ölçeğiller Yöntemi İle Değerlendirilmesi	*Kesintisizlik *Eğim *Yol genişliğı *Üleşim sistemlerine entegrasyon // - Kesime noktaları - Çevresel etkilere duyarlılık - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Varolan eğilimlere-duyulan alanlar ile ilişki - Güzerah geçişinin niteliğı - Alan kullanım türü - Taşınmaz iyeliğı sayısı - Kullanıcı kaynağı yoğunluğu - Mevcut anaç park durumu - İklimsel konfor	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi ve AHY / ArcMap
	Tekin, Mehmet Ali	2019	Alanya'da Sindirlişehir Kentiçi Üleşimda Bisiklet	- Eğim - Yol genişliğı - Diğer ulaşım modlarıyla entegrasyon - Park yerleri - Trafik düzenleme ve işaretlemeleri - fiziki alt yapılar ve kavşak düzenlemeleri - Destinasyon merkezlerine erişim	() / ()
	Say, İbrahim	2020	Erzincan İli Bisiklet Yolu Güzerahı Araştırması ⁽²⁾	- GPS verileri - "Bisiklet yolu yapılımsını istediğimiz güzzerahları hangileridir?"	Anket ve GIS / ArcGIS
	Uslu, Cengiz, Altınkaya, Melmet Faruk, Boyacıoğlu, Onur, Kınaklı, Nurgül	2009	Adana Közyurt Üstü Kentisel Gelişme Alanında Bisikletli Bağlantı Olarak Kullanımı Değerlendirilmesinde Çözüm Önerileri Bir Yıkılışın	- Kesime noktaları - Çevresel etkilere duyarlılık - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Varolan rekreyasyon olanakları - Varolan eğilimlere-duyulan alanlar ile ilişki - Güzerah geçişinin niteliğı - Alan kullanım türü - Taşınmaz mülkiyeti sayısı - Kullanıcı kaynağı yoğunluğu - Kullanıcı bileşimi	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Cengiz, Tülay, Kahvecioğlu, Ceren	2016	Sindirlişehir Kent Üleşimda Bisiklet Kullanımının Çınakale Kent Merkezi Örneğinde İncelemesi	- Kesime noktalarının sayısı - Çevresel etkilere duyarlılık - Güzerah genişliğı - Motorlu araç yoğunluğu - Topografik özellikler - Fiziksel koşullar - Görsel nitelik - Varolan rekreyasyon olanakları - Güzerah geçişinin niteliğı - Kullanıcı kaynağı ve yoğunluğu	Ağırlıklıdırılmış Kriterler Yöntemi / ()
	Saplıoğlu, Meltem; Aydın, Metin Mulu	2018	Choosing Safe and Suitable Bicycle Routes to Integrate Cycling and Public Transport Systems ⁽³⁾	- Kazaya meyilli alanlar - Otobüs hatları - Ayrılmış şeritler - Yol kenarı parkları - Bisiklet parkları - Bisiklet şeridi bağlantısı - Trafik hacmi - Yol eğimi - Sinyalizasyon	AHY / ArcMap
	Mansuroğlu, Sibel; Dağ, Veysel	2020	Anakya Örneğinde Turizm Kentinde Bisikletli Üleşim Güzerahı Olmakla Aynı Değerlendirilmesi	- Doğal, kültürel ve sosyal kriterler	() / ()
	Oğlan, Rifat	2020	Sustainable Bicycle Path Planning for Medium-Sized Cities by Using GIS-Based Multicriteria Decision-Making Analysis: A Case Study From Turkey ⁽⁴⁾	- Eğim - Yol genişliğı - Fiziksel durum - Arazi kullanım tipi - Kullanıcı yoğunluğu - Üleşim sistemleriyle entegrasyon - Trafik yoğunluğu - Bina yüksekliğı - Yeşil alanların yakınlık - Yapı nizamı	AHY / ArcGIS
	Özkan, Şevrim Pelin; Şenol, Fatma; Özkan, Zeynep	2020	Bicycle Route Infrastructure Planning Using GIS In An Urban Area: The Case of Izmir ⁽⁵⁾	- Eğim - Parkların mekansal dağılımı - Okulların mekansal dağılımı - Arazi kullanımı - Üleşim merkezlerinin mekansal dağılımı - Çalışma alanlarının mekansal dağılımı - 0-15 yaş grubunun mekansal dağılımı - 15-65 yaş grubunun mekansal dağılımı	Çok Kriterli Analiz Yöntemi / ArcGIS

Bisiklet Yolu Seçiminde Kullanılan Analiz Araçları başlığında aktarılan çalışmalarda kullanılan kriterler, yöntemler ve analiz aracı türlerine ait veriler ise Tablo 4.2’de gösterilmektedir (Tablo 4.2). Buna göre kullanılan analiz aracının türüne göre kriter setlerinin kapsamı da değişmektedir. Bunun sebebi, her analiz aracının farklı verileri işleyerek sonuca ulaştırması şeklinde açıklanabilmektedir.



Tablo 4.2: Analiz araçlarının kullanıldığı çalışmaların kriterler yönünden incelenmesi.*

Çalışmanın Yazar(lar)	Çalışmanın Yılı	Çalışmanın Adı	Kullanılan Kriterler	Kullanılan Bilimsel Yöntem/ Analiz Aracı
McCahill, Chris; Garrick, Norman W.	2008	The Applicability of Space Syntax to Bicycle Facility Planning	- Yoleuluklara ait başlangıç ve bitiş noktaları - Yerleşim alanları - Demografik bilgiler	Space Syntax / ArcGIS
Segadilha, Ana Beatriz Pereira; Sanches, Suelly da Penha	2014	Analysis of Bicycle Commuter Routes Using GPSs and GIS	- Kamyon sayısı - Otobüs sayısı - Trafik yoğunluğu - Trafik hızı - Caddede işkandırması - Güvenlik - Yol kaplılığı kalitesi - Seyahat uzunluğu - Caddede genişliği - Yol kaplılığı türü - Kesişim (kavşak) sayısı - Ağaçlandırma - Tek yönlü caddeler - Dönel kavşaklar - "Dur" işaretleri sayısı - Trafik ışıkları sayısı - Parklanma izni - Eğitim	Anket ve GPS / TransCAD - GIS
Jacyna, Marianna; Wasiaak, Mariusz; Kłodawski, Michał; Gołębiowski, Piotr	2017	Modelling of Bicycle Traffic in the Cities Using VISUM	- Mevcut bisiklet yollarının özellikleri - Bisiklet istasyonları - Demografik bilgiler - Eğitim/ticaretilizmet/sağlık vb. yapıların varlığı - Seyahat ücretim ve emilim noktaları	(-) / PTV VISUM
Dogan, Timur; Samaranayake, Samitha; Saraf, Nikhil	2018	Urbano- A New Tool to Promote Mobility-Aware Urban Design, Active Transportation Modeling and Access Analysis for Amenities and Public Transport	- Walkscore - Streetscore - Amenityscore	(-) / Urbano
Teoh, Shin Huoy; Cao, Kai	2018	GIS-MCDA Based Cycling Paths Planning: A Case Study In Singapore	- Eğitim - Yaya trafiği - Yoğun trafiğe sahip ana yollara olan uzaklık - Eğitim yapılarına yakınlık - Ticari alanlara yakınlık - İş merkezlerine yakınlık - Kamusal alanlara yakınlık - Metro istasyonlarına yakınlık - Otobüs duraklarına yakınlık	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi / ArcGIS
Jamaludin, Sharinatol Akmanida; Borhan, Muhammad Nazri; Yazid, Muhammad Razuhamari Mat; Yaakub, Nik Mohd Iznan Tuan	2019	Analysing Bicycle Route Potential Towards Sustainable Transport in Ipoh City	- Eğitim - Yol yüzey durumu - Bisiklet seridi varlığı - Motorlu araç yoğunluğu - Trafik düzenleyici uygulamalar - Yol kenarı parklanma - Güvenlik - Ulaşılabilirlik - Bisiklet parkı - Toplu taşıma alanlarında bisiklet varlığı - Tabelalar - Tarihi doküman ayguntük - Şehir ve ulaşım planlarına uygunluk	AHY / QGIS
McArthur, David Philip; Hong, Jinyun	2019	Visualising Where Commuting Cyclists Travel Using Crowdsourced Data	- Bisiklet altyapısının varlığı	(-) / TransCAD
Michailidou, Gina	2019	The Influence of the Visible Views on Cyclists' Route Choices	- GPS verileri - Gökyüzü görünürlüğü (%) - Yapı görünürlüğü (%) - Zemin görünürlüğü (%)	ANOVA ve GPS / QGIS

*: Olgun (2020)'ün "Sustainable Bicycle Path Planning for Medium-Sized Cities by Using GIS-Based Multicriteria Decision-Making Analysis: A Case Study From Turkey" başlıklı çalışması Tablo 4.1'de ele alınmıştır.

Bir bölgedeki sakinlerin evlerinden başlayacak olan günlük yolculuklarını; yürüme veya bisiklet gibi motorsuz ulaşım modlarıyla iş yeri, eğitim yapıları, yeşil alanlar ve alışveriş mekanlarına doğru tamamlayabilmeleri gerekmektedir (Manum ve Nordstrom, 2013). Bu nedenle bisiklet yollarının yerleşim alanlarına, eğitim yapılarına, kamu/sağlık yapılarına, yeşil alanlara ve alışveriş mekanlarına yakınlığı oldukça önemlidir. Örneğin Niğâ ve diğ. (2018)'nin aktarmış olduğu üzere, şehir içinde bulunan yeşil alanlar eğlen-dinlen alanları olmakla birlikte sosyal etkileşimlere de olanak vermekte ve fiziksel hareketlilik için teşvik edici yönüyle sağlıklı yaşam tarzını da desteklemektedir. Bu nedenle 'şehir içi yeşil alanlara yakınlık' bir kriter olarak düşünüldüğünde, yeşil alanlara bisiklet ile ulaşılabilmesi önemli bir eksiklik olarak görülmektedir (Niğâ ve diğ., 2018). Diğer yandan toplu taşıma sistemlerine entegrasyon, bisiklet kullanımının toplumun tüm kesimi tarafından benimsenerek bir ulaşım aracı olarak kullanılmasında önemli bir paya sahiptir (Frame ve diğ., 2017). Bu nedenle bisikletin toplu taşımayla entegrasyonunun sağlanarak kullanımının artması amacıyla duraklara ve istasyonlara yakın olması gerekmektedir (Terh ve Cao, 2018).

Eğim kriterinin bisiklet kullanımı üzerinde negatif bir etkisi bulunmaktadır. Kullanıcı konforunu ve performansını olumsuz yönde etkilemesinin dışında, sürüş esnasında hızın artmasına da sebep olabilmektedir (Gonzalo-Orden ve diğ., 2014; Parkin ve diğ., 2008; Rietveld ve Daniel, 2004). Diğer yandan Aultman-Hall ve diğ. (1997)'nin yapmış olduğu çalışmaya göre de bisiklet kullanıcıları eğimli yollardan kaçınmaktadırlar (Aultman-Hall ve diğ., 1997). Eğimin %7 (Özkan ve diğ., 2020) ve %8 (Olgun, 2020) ile sınırlandırıldığı çalışmalar olsa da, "Bisiklet Yolları Yönetmeliği" esas alınarak hazırlanan Bisiklet Yolları Kılavuzu'nda eğimin %5'i geçmemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Diğer yandan Bisiklet Yolları Kılavuzu'na göre dikkat edilmesi gereken kriterlerden biri de yol genişliğidir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Bisiklet yollarının sürdürülebilir olması, yol üzerinde gerekli işaretlemelerin yapılabilmesi ve bisikletlilerin daha güvenli ve konforlu bir sürüş gerçekleştirmeleri açısından, bisiklet yolu güzergahı olarak seçilen yolların yeterli bir genişlikte olmaları gerekmektedir (Küçükpehlivan, 2015). Bu nedenle yol genişliği de önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir.

Bisiklet yolu seçiminin sürdürülebilir olması için bölgeye ait demografik veriler, ankete dayalı kullanıcı tercihleri, trafik verileri ve altyapı bilgileri gibi birçok farklı verinin eş zamanlı değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak bu gibi verilerin varlığı ve/veya erişilebilirliği Türkiye’de oldukça kısıtlıdır (Özkan ve diğ., 2020). Bu çalışma kapsamında da, literatür taraması ile ortaya koyulan kriterlerden bazıları Balıkesir şehir merkezi özelinde değerlendirildiğinde mevcut değildir. Dolayısıyla ulaşılabilir ve mevcut veriler bağlamında fiziksel kriterler ve yakınlık kriterleri şeklinde sınıflandırılabilen 9 kriterin Balıkesir şehir merkezi için analiz edilebileceği saptanmıştır. Bu kriterler Tablo 4.3’te gösterilmektedir. Buna göre yol genişliği ve eğim fiziksel kriterler iken diğer kriterler yakınlık kriterleri olarak gruplandırılabilir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Balıkesir özelinde analiz edilebilir mevcut ve ulaşılabilir kriterler.

**Balıkesir özelinde analiz edilebilir
mevcut ve ulaşılabilir kriterler**

Fiziksel kriterler

1. Yol genişliği
2. Eğim

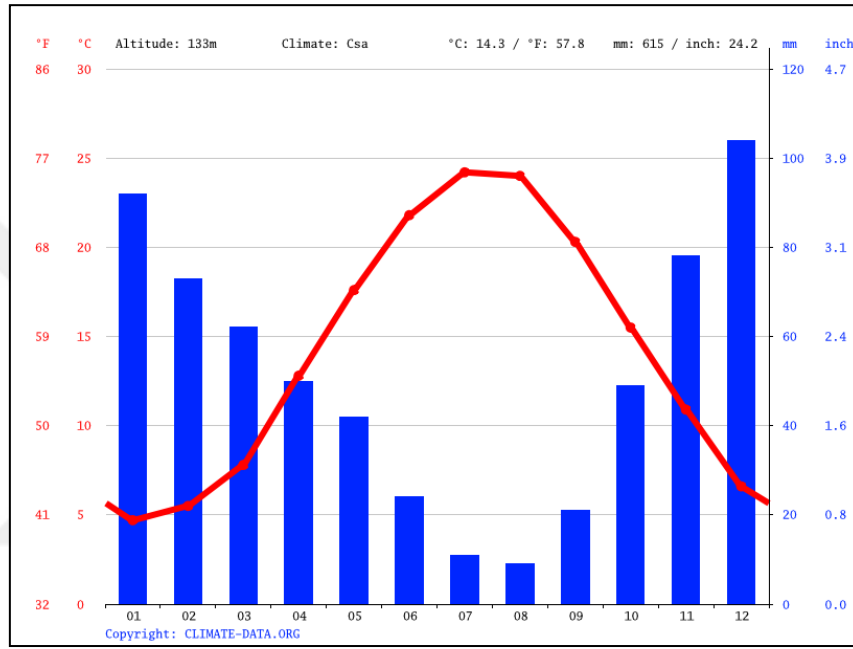
Yakınlık kriterleri

3. Yerleşim yapılarına yakınlık
 4. Eğitim yapılarına yakınlık
 5. Sağlık yapılarına yakınlık
 6. Kamu yapılarına yakınlık
 7. Alışveriş mekanlarına yakınlık
 8. Yeşil alanlara yakınlık
 9. Otobüs duraklarına yakınlık
-

Yol genişliklerine ait veriler Google Earth üzerinden üretilmiş olup; yerleşim, eğitim, sağlık, kamu yapılarına ve alışveriş mekanlarına ait mekânsal dağılım ile yeşil alanlara ve otobüs duraklarına ait mekânsal dağılım OSM üzerinden elde edilmiştir. Balıkesir şehir merkezinde toplu taşıma otobüs ve minibüslerle sağlandığından, kriter spesifik olarak “otobüs duraklarına yakınlık” olarak belirtilmiştir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, bazı çalışmaların iklim faktörünü de değerlendirdiği görülmektedir (Adıyaman, 2019; Sönmez, 2019). İklimin çok sert olmaması, hava sıcaklıklarının uç değerlerde olmaması ve yağışların az olması, sürüş konforunun ve güvenliğinin artmasını sağlamaktadır. Balıkesir iline ait iklim verilerine

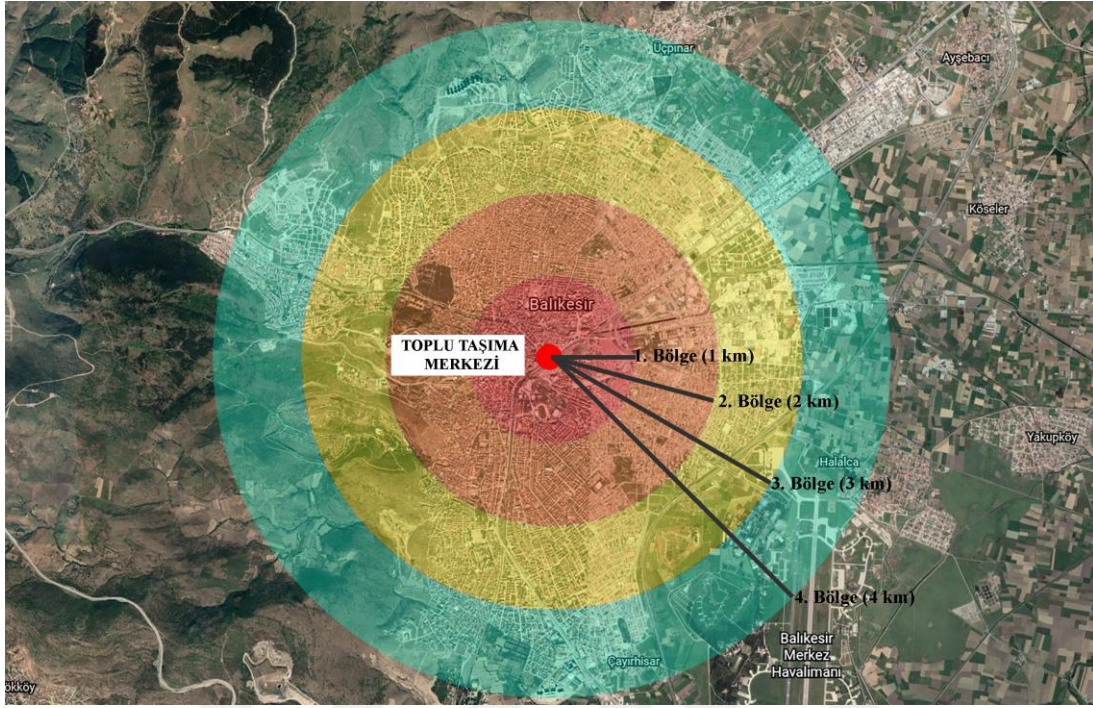
göre bölgeye hakim olan iklim tipinin ılıman olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.3 °C ve ortalama yağış miktarı 615 mm'dir (Climate-data, 2021) (Şekil 4.2). Yıllık ortalama güneşlenme süresi 80.5 saat iken, ortalama yağışlı gün sayısı 94.2'dir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021). Dolayısıyla Balıkesir'in iklim özellikleri çok sıcak veya çok soğuk bölgelere kıyasla bisiklet kullanımını kolaylaştıracak niteliktedir. Bu nedenle iklim açısından Balıkesir şehir merkezi, bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılabilceği bir bölge olarak kabul edilebilmektedir.



Şekil 4.2: Balıkesir iline ait aylara göre sıcaklık ve yağış grafiği (Climate-data, 2021).

Yetişkul ve Şenbil (2010)'a göre kentsel yayılma, şehir içi ulaşım mesafelerinin artmasına ve dolayısıyla erişilebilirliğin azalmasına sebep olmaktadır (Yetişkul ve Şenbil, 2010). Bu nedenle kent yayılımı da bisikletle ulaşılabilirlik ve bisiklet yolu seçimi açısından önemli bir kriterdir. Heinen ve diğ. (2010)'nin aktarmış olduğu üzere literatürde, bisiklet yolculuklarının büyük bir kısmı 0,5 km ile 3,5 km arasında gerçekleşmektedir (Heinen ve diğ., 2010). Ayrıca bu uzunluk 7 km'ye kadar çıkabilmektedir (Dufour, 2010). Dolayısıyla küçük ve orta ölçekli şehirlerde bisiklet altyapısının kesintisiz bir şekilde sağlanmasının, büyük ölçekli şehirlere oranla çok daha mümkün olduğu söylenebilmektedir. Şekil 4.3 incelendiğinde Balıkesir şehir merkezine ait kentsel yayılım görülmektedir. Buna göre her renge ait dairenin yarı çapı 1 km'yi göstermekte olup, Balıkesir Toplu Taşıma Merkezi olarak seçilen merkez noktadan itibaren toplam değer yaklaşık 4 km'ye ulaştığı

görülmektedir (Şekil 4.3). Dolayısıyla kentsel yayılma açısından da Balıkesir şehir merkezi, bisiklet yolu seçimi için uygun bir bölge olarak kabul edilebilmektedir.



Şekil 4.3: Balıkesir şehir merkezine ait kentsel yayılım.

4.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yardımıyla Kriterlerin Önceliklendirilmesi

Sürdürülebilir bisiklet yolları seçiminde kriterlerin analiz edilmesi özel bir dikkat gerektirmekle birlikte bu kriterlerin eş zamanlı karşılaştırılabilmesi, süreci daha anlaşılır hale getiren Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve CBS'nin entegrasyonuna bağlıdır (Jacyna ve diğ., 2017; Olgun, 2020; Porto ve diğ., 2018). Bu doğrultuda Balıkesir şehir merkezinde sürdürülebilir bisiklet yolları seçimi için belirlenen 9 kriter; 4 karar verici, 4 akademisyen ve 5 şehir içi bisiklet kullanıcısı olmak üzere toplam 13 kişi tarafından Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'nin bir parçası olarak karşılaştırılmıştır.

Önceliklendirme sürecinde 9'lu Saaty ölçeği kullanılmıştır (1: eşit derecede önemli, 3: orta derecede önemli, 5: kuvvetli derecede önemli, 7: çok kuvvetli derecede önemli, 9: aşırı önemli) (Saaty, 1977). Katılımcılara yöneltilen önceliklendirme formu EK A'da yer almaktadır. Elde edilen veriler SuperDecision V3.2 programına girilerek kriterlerin ağırlıklı puanları belirlenmiş ve kriterler önem sırasına göre sıralanmıştır. Sonraki aşamada ise belirlenen ana kriterlerin alt kriterlerine de etki düzeyine göre puan ataması yapılmıştır.

Alt kriterlere ait puanlar, bisiklet yolu seçiminde olumlu veya olumsuz bir etkiye sahip olması durumuna göre 4 puan ile 1 puan arasında değişmektedir (4 puan: çok olumlu etki, 3 puan: olumlu etki, 2 puan: olumsuz etki, 1 puan: çok olumsuz etki). Diğer bir deyişle 4 puanı alan alt kriter, bisiklet yolu için en çok istenen kriterdir (Tablo 4.4). Örneğin bir yolun eğiminin az olması, bisiklet yolu seçimi açısından istenen bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle eğimi %1 olan yolun alt kriter puanı 4 olmaktadır. Ancak bir yolun eğimi %6'dan fazlaysa bu yola en az puan, yani 1 puan verilmektedir.

Tablo 4.4: Belirlenen kriterlerin önem sırası, ağırlıklı puanları ve alt kriterleri.

Kriter önem sırası	Kriter ağırlıklı puanı	Kriterin adı	Alt kriter	Alt kriter puanı
1	0,1925	Eğim	%0 - %2	4
			%2,1 - %4	3
			%4,1 - %6	2
			> %6	1
2	0,1484	Yol genişliği (ayrılmış yollarda tek yön)	10,1 - 15 m	4
			7,1 - 10 m	3
			5,1 - 7 m	2
			3,1 - 5 m	1
			0 - 3 m	1
3	0,1252	Sağlık yapılarına yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1
4	0,1171	Yerleşim yapılarına yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1
5	0,1006	Yeşil alanlara yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1
6	0,0988	Otobüs duraklarına yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1
7	0,0904	Eğitim yapılarına yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1

Tablo 4.4 (devam)

8	0,0691	Alışveriş mekanlarına yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1
9	0,0579	Kamu yapılarına yakınlık	0 – 200 m	4
			201 – 500 m	3
			501 – 800 m	2
			> 801 m	1
Toplam	1			

Yapılan önceliklendirme çalışmasına göre, Tablo 4.4'te de görüldüğü üzere, belirlenen 9 kriter arasından en önemli kriter 0,1925 puan ile eğim kriteri olmuştur. Ardından 0,1484 puan ile yol genişliği kriteri gelmektedir. Bu iki kriter, yolların fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Eğimin fazla olması bisiklet sürüş performansını ve yolculuk konforunu direkt etkilemektedir. Bu nedenle bisiklet yolu olarak seçilmek istenen bir yolun eğimi fazla ise genişliğinin fazla olması o yolun bisiklet yolu seçimi için uygunluğunu artırmamaktadır. Dolayısıyla eğim kriteri yol genişliğinden daha belirleyici ve etkili bir unsur olarak görülmektedir. Diğer yandan çıkan sonuç literatür ile karşılaştırıldığında, Küçükpehlivan (2015) tarafından yapılan çalışmada yol genişliği, eğim ve fiziksel durum kriterlerini kapsayan fiziksel özellikler ölçütünün ağırlıklı puanı, çevresel ve görsel ölçütlere göre daha yüksektir (Küçükpehlivan, 2015). Benzer şekilde Olgun (2020)'un ağırlıklı puan hesaplamasında eğim kriteri en yüksek puanı almıştır. Eğim kriterinden sonra gelen en yüksek ağırlıklı puan ise yol genişliği kriterine aittir (Olgun, 2020). Ancak Saphioğlu ve Aydın (2018) tarafından yapılan çalışmada ise ağırlıklı puanı en yüksek olan kriter kazaya eğilimli alanlardır. Ardından otobüs güzergahı, yol kenarı parklanma ve bisiklet parkları kriterlerinden sonra eğim kriteri gelmektedir (Saphioğlu ve Aydın, 2018). Kriterlere ait ağırlıklı puanlardaki benzerlik ve farklılıkların anket formunun uygulandığı örneklem grubunun sayısı, uzmanlık alanları ve çalışma kapsamı olarak seçilen bölgenin özellikleri ile ilgili olduğu söylenebilmektedir.

Önceliklendirmede 0,1252 puanla 3. sırada olduğu görülen sağlık yapılarına yakınlık kriterini 0,1171 puan ile yerleşim yapılarına yakınlık takip etmektedir. Yerleşim yapılarına yakınlık, yolculukların üretim noktası olarak kabul edildiğinden yakınlık analizleri açısından önem arz etmektedir.

5. sırada bulunan yeşil alanlara yakınlık kriteri 0.1006 puana sahip olmakla birlikte 0,0988 puana sahip otobüs duraklarına yakınlık kriterinden önce gelmektedir. Bu iki kriter öncelik sırasına göre farklılık gösterse de puan açısından aralarında çok büyük bir fark bulunmamaktadır.

0,0904 puana sahip eğitim yapılarına yakınlık kriterini 0,0691 puan ile alışveriş mekanlarına yakınlık takip etmektedir. Son olarak en az öneme sahip kriter ise 0,0579 puan ile kamu yapılarına yakınlık olarak saptanmıştır.

Kriterlerin önceliklendirme sırasına bakarak, fiziksel özelliklere ait analizlerin yakınlık analizlerinden daha belirleyici olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Yakınlık kriterlerinin kendi içerisindeki sıralamasının, örneklem bağlamıyla sınırlı olmakla birlikte, bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılmasıyla ilgili algı, tutum ve bireysel ulaşım ihtiyaçları aracılığı ile şekillendiği söylenebilmektedir.

4.3 ArcGIS Ortamında Mekansal Analizlerin Yapılması

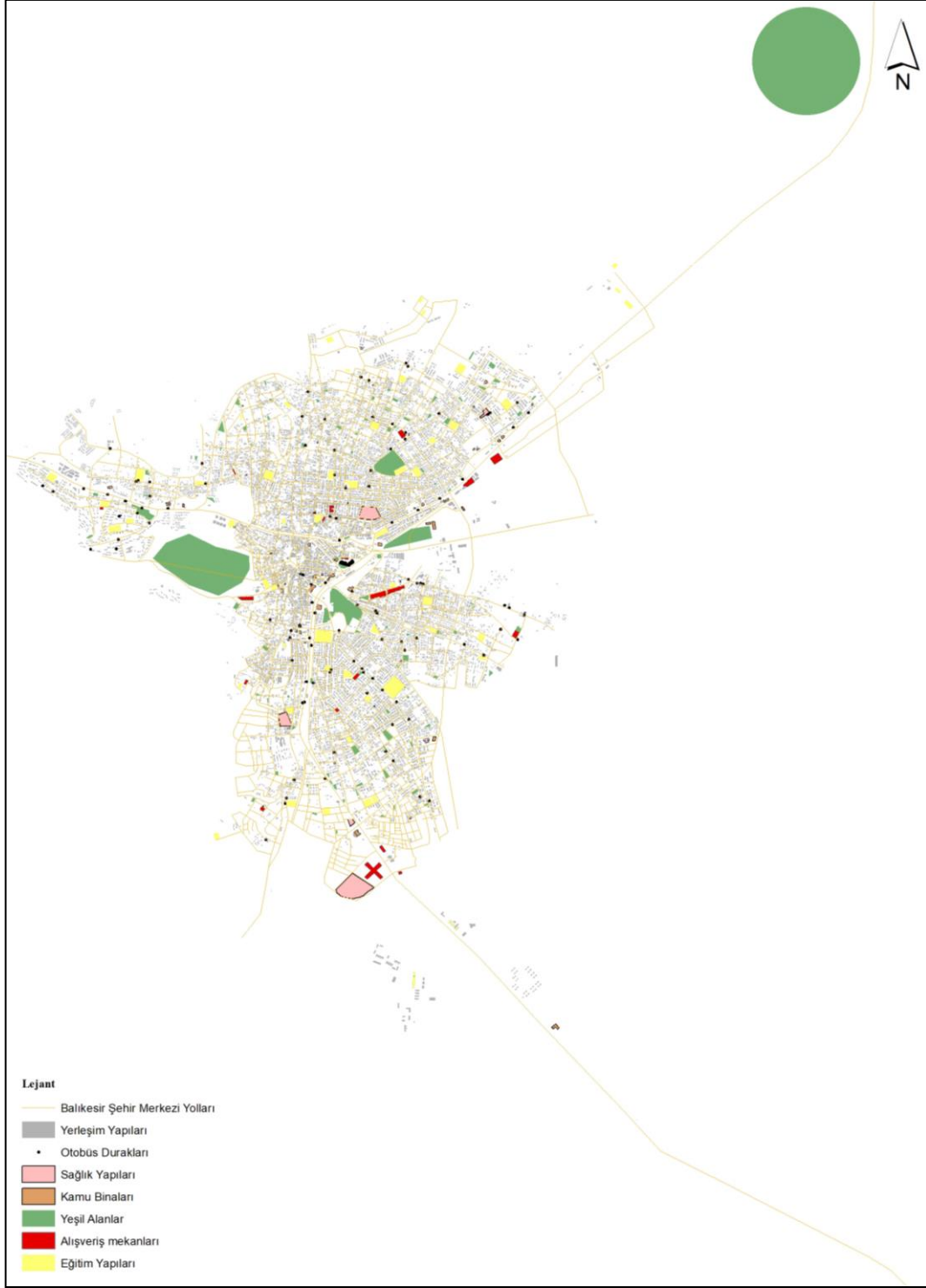
Mekansal analizlerden önce, elde edilen verilerin harita üzerinde gösterilmesi gerekmektedir. Bölgelere ait eğim haritalarını oluşturmak için Sayısal Yükseklik Modeli (DEM, Digital Elevation Model) verileri, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA, National Aeronautics and Space Administration)'nin EARTHDATA platformu üzerinden açık erişimle indirilebilmektedir (National Aeronautics and Space Administration, 2020). Balıkesir şehir merkezine ait DEM verisi ve OSM üzerinde elde edilen yollara ait veriler Şekil 4.4'te görülmektedir (Şekil 4.4). Şekil 4.3'te, yükseltinin çoğalmasıyla hakim renk siyahtan beyaza doğru değişmektedir. Diğer bir deyişle siyah renk yükseltinin az olduğu bölgeleri, beyaz renk ise yükseltinin fazla olduğu bölgeleri göstermektedir. Balıkesir şehir merkezi bağlamında yükseltinin çok fazla olmadığı ve bu nedenle bisikletin ulaşım aracı olarak kullanılmasının Balıkesir şehir merkezi açısından mümkün olduğu çıkarımı yapılabilmektedir.



Şekil 4.4: Balıkesir şehir merkezine ait DEM ve yol verileri haritası.

Şekil 4.5'te ise açık erişimli kaynak olan OSM üzerinden elde edilerek oluşturulan Balıkesir şehir merkezine ait yollar, binalar ve bina kullanım tipleri, yeşil alanlar ve otobüs duraklarına ait mekânsal dağılımların haritası gösterilmektedir (Şekil 4.5). Bazı bina ve alan kullanım tiplerinin OSM üzerinden eksik gelmesi durumunda, Google Earth ile gerekli kontroller yapılarak eksik bina ve alan kullanım tipleri ArcMap üzerinden haritaya eklenmiştir. Daha sonra kullanım tiplerine göre gruplandırma yapılmıştır.

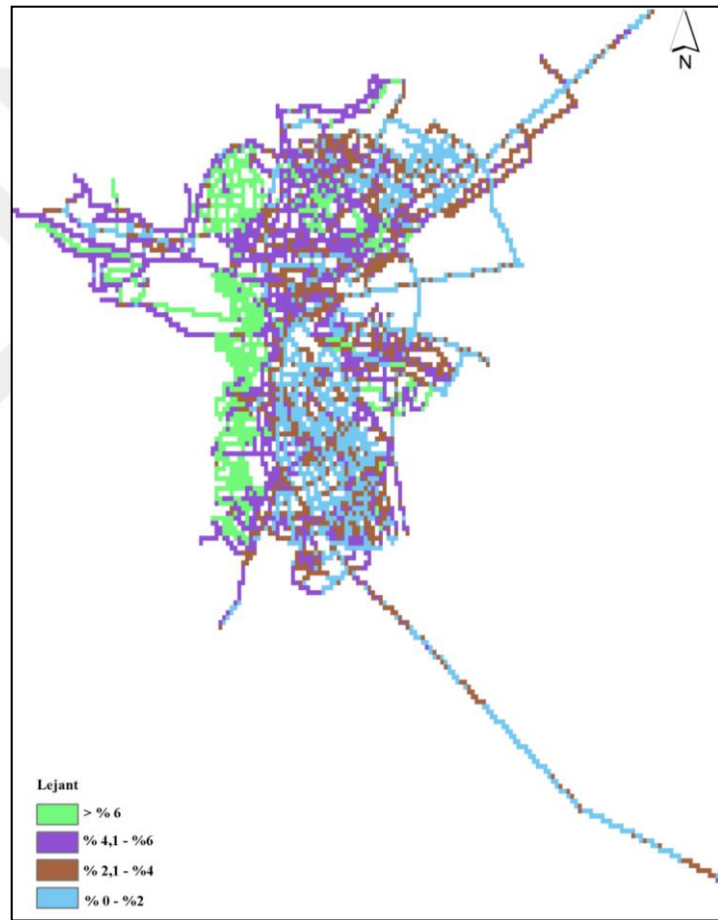




Şekil 4.5: Balıkesir şehir merkezine ait bina ve alan kullanım tipleri.

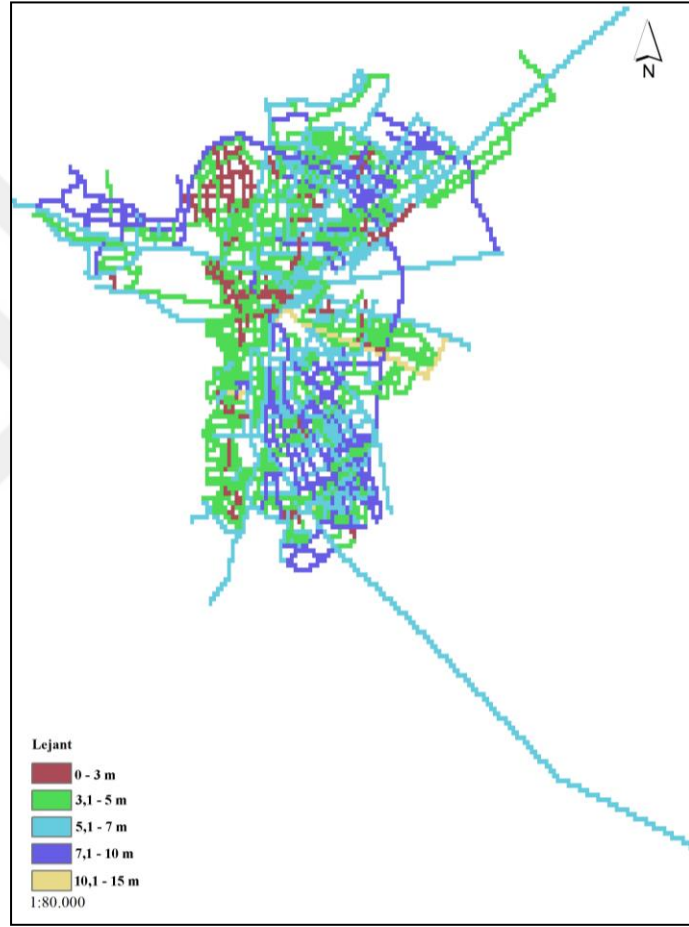
Bu bölümün devamında, önceliklendirilmesi yapılan 9 ana kriter ve alt kriterler kullanılarak ArcGIS'in ana bileşeni olan ArcMap 10.7 üzerinden mekânsal analizler gerçekleştirilmektedir.

Eğim analizi için kullanılan DEM verileri, raster formatındaki yol verileriyle karşılaştırılmıştır. Eğimin %0 ile %2 arasında olduğu yollar 4 puan alırken; %2,1 ile %4 arasında olan yollar 3 puan, %4,1 ile %6 arasında olan yollar 2 puan ve eğimi %6'dan büyük olan yollar ise 1 puan almıştır (Şekil 4.6). Şekil 4.6 incelendiğinde, Balıkesir şehir merkezinin batısından doğusuna doğru gidildikçe eğimin azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.6: Yolların eğimlere göre sınıflandırılması.

OSM üzerinden vektörel formatta alınan yol verileri, yer yer karışıklık göstermesi ve sınıflandırmada zorluğa sebep olması nedeniyle ara sokak olarak değerlendirilen yolların bir kısmı analize dahil edilmemiştir. Sadeleştirilen vektörel veri formatındaki yollar raster veri formatına çevrilerek genişliklerine göre sınıflandırılmıştır (Şekil 4.7). Yeşil bant ve refüj gibi fiziksel ayrıncılarla bölünmüş çift yönlü yollarda tek bir yönün yol genişliği dikkate alınmıştır. Şekil 4.7 incelendiğinde yol genişliklerine göre sınıflandırılan Balıkesir şehir merkezine ait harita görülmektedir.



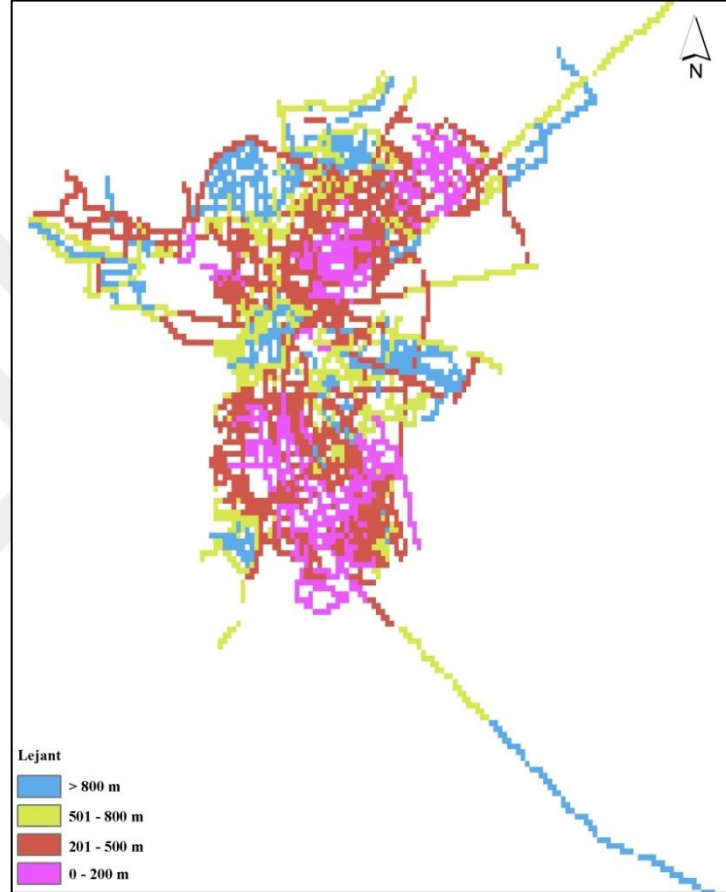
Şekil 4.7: Yolların genişliklerine göre analizi ve sınıflandırılması.

Balıkesir şehir merkezinde bulunan sağlık yapılarının mekânsal dağılımına göre çevresiyle olan yakınlık ilişkisi analiz edilmiştir. Bölgesel dağılımına dikkat edilen sağlık yapıları; özel/devlet hastanesi, aile hekimliği, diş hastanesi gibi farklı kurum ve kuruluşlardan oluşmaktadır. Şekil 4.8’de görülen sağlık yapılarından uzaklaştıkça, renk skalasının değiştiği görülmektedir (Şekil 4.8).



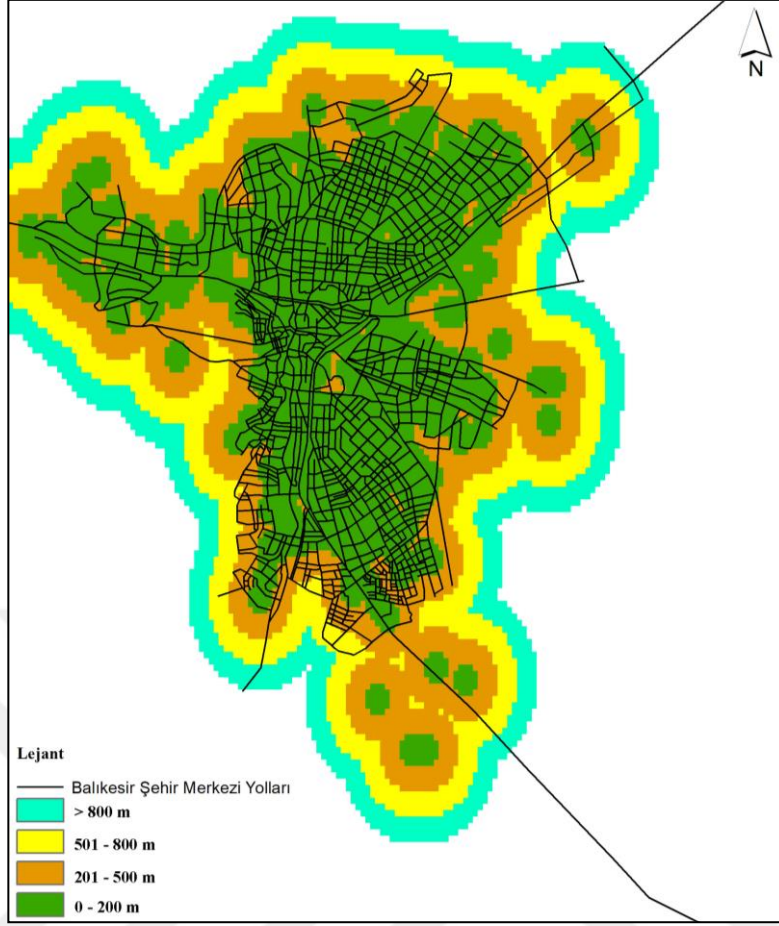
Şekil 4.8: Sağlık yapılarına yakınlık analizi.

Sonraki aşamada raster veri formatına dönüştürülen yollar ile Şekil 4.8’de görülen sağlık yapılarına ait raster formatındaki yakınlık analizi sonuçları karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda sağlık yapılarına olan uzaklıklarına göre yollar sınıflandırılmıştır (Şekil 4.9). Diğer yandan pembe renkli yollar (sağlık yapılarına 200 m’den daha yakın yollar) 4 puan değerindeyken, mavi renkli yollar (sağlık yapılarına 800 m’den daha uzak yollar) 1 puan değerindedir.



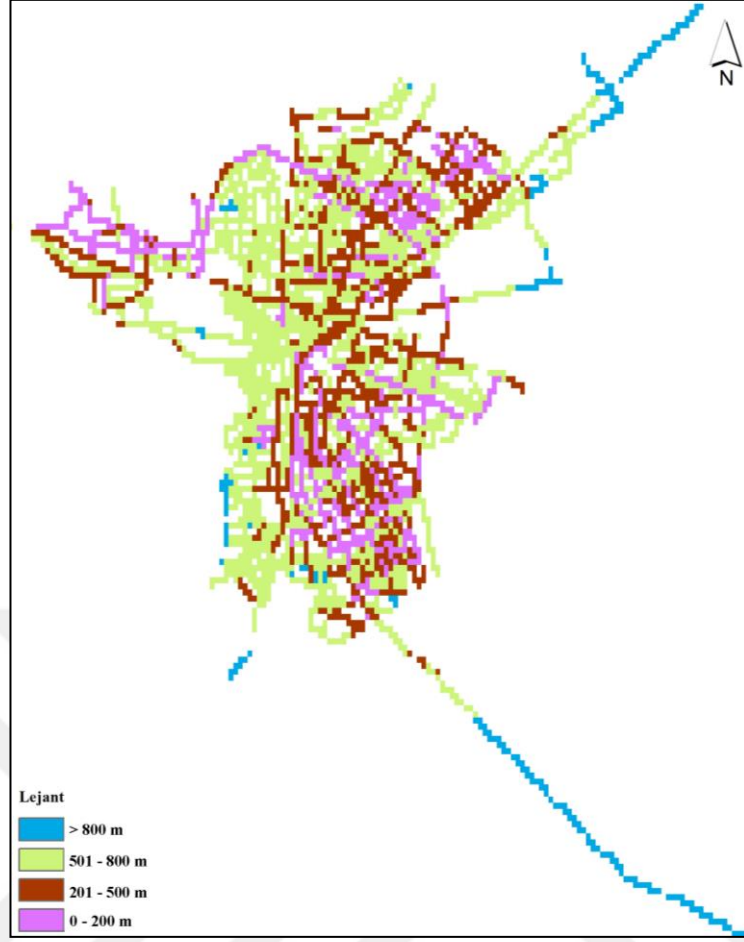
Şekil 4.9: Yolların sağlık yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

Şehir merkezinde bulunan yerleşim yapılarının mekânsal yoğunluğu üzerinden yapılan analizde ilk olarak yerleşim yapılarının çevresiyle ilişkisine yönelik mekânsal analiz yapılmıştır (Şekil 4.10). Buna göre yerleşim yapılarından uzaklaştıkça renk skalası da değişmektedir.



Şekil 4.10: Yerleşim yapılarına yakınlık analizi.

Şekil 4.11’de ise, yerleşim yapılarına yakınlığına göre sınıflandırılan yollar görülmektedir (Şekil 4.11). Buna göre yerleşim yapılarından uzak olan yollar 1 puan değerine sahip olup mavi renktedir.



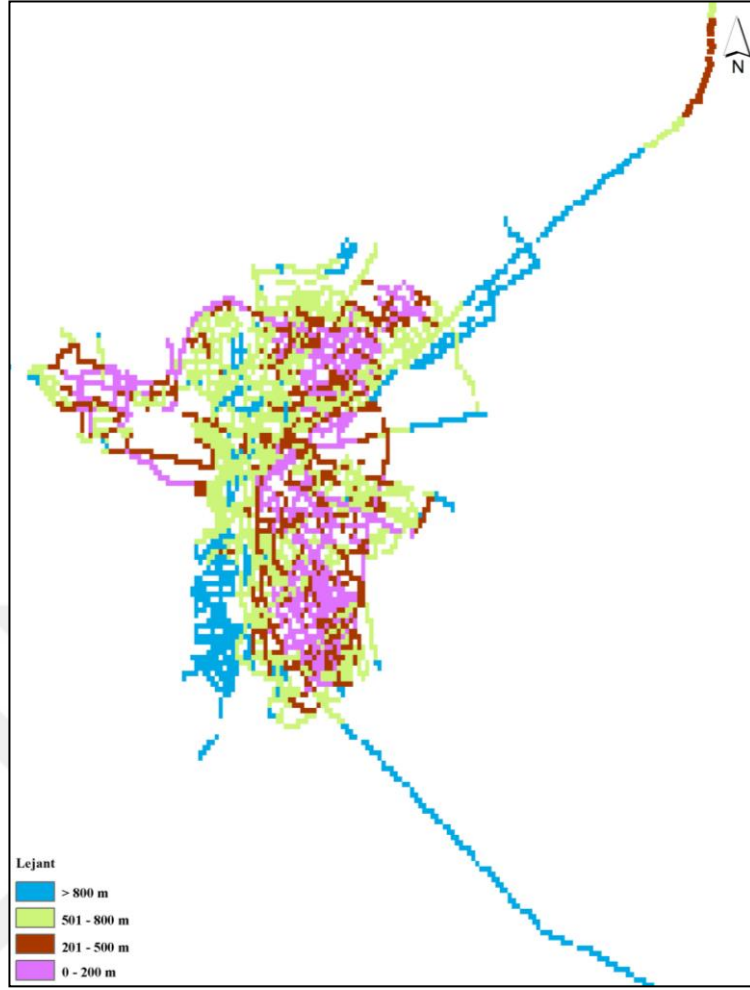
Şekil 4.11: Yolların yerleşim yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

Şehir merkezinde yer alan eğlen-dinlen alanları ve parklarla birlikte şehir merkezinde yer almasa da değerlendirmeye katılan Değirmen Boğazı Tabiat Parkı ile birlikte, yeşil alanların yakınlık analizi yapılmıştır (Şekil 4.12). Yeşil alanlara olan uzaklık arttıkça renkler değişim göstermektedir.



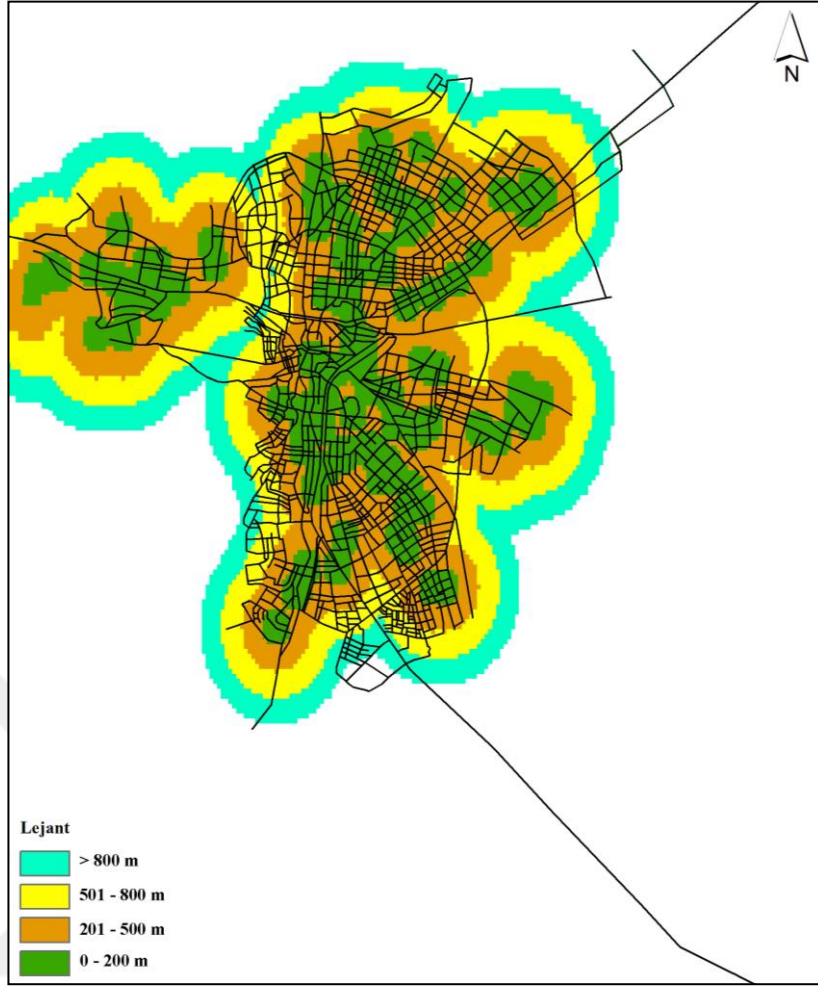
Şekil 4.12: Yeşil alanlara yakınlık analizi.

Ardından yeşil alanlara ait yakınlık analizi sonucu ile raster veri formatındaki yollar çakıştırılmıştır. Bunun sonucunda yeşil alanlara olan yakınlığına göre yollar analiz edilmiş ve sınıflandırılmıştır (Şekil 4.13). Sonuç olarak yeşil alanlara 200 m'den yakın olan yollar mor renkte gösterilmiştir.



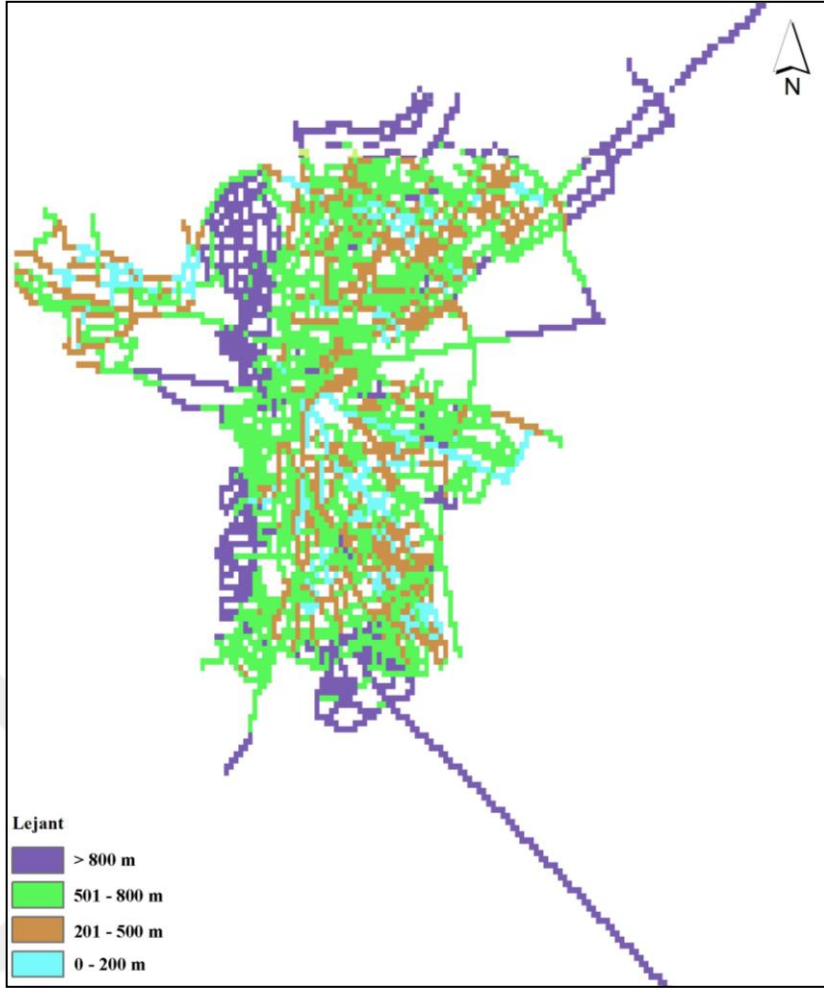
Şekil 4.13: Yolların yeşil alanlara olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

Şehir merkezinde toplu taşımının yalnızca otobüs ve minibüslerle sağlanması, otobüs duraklarının kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle toplu taşımayla entegrasyonun sağlanması, otobüs duraklarına ve toplu taşıma merkezlerine yakınlık olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak otobüs duraklarının şehir içi mekânsal dağılımı ve yakınlık analizi yapılmıştır (Şekil 4.14).



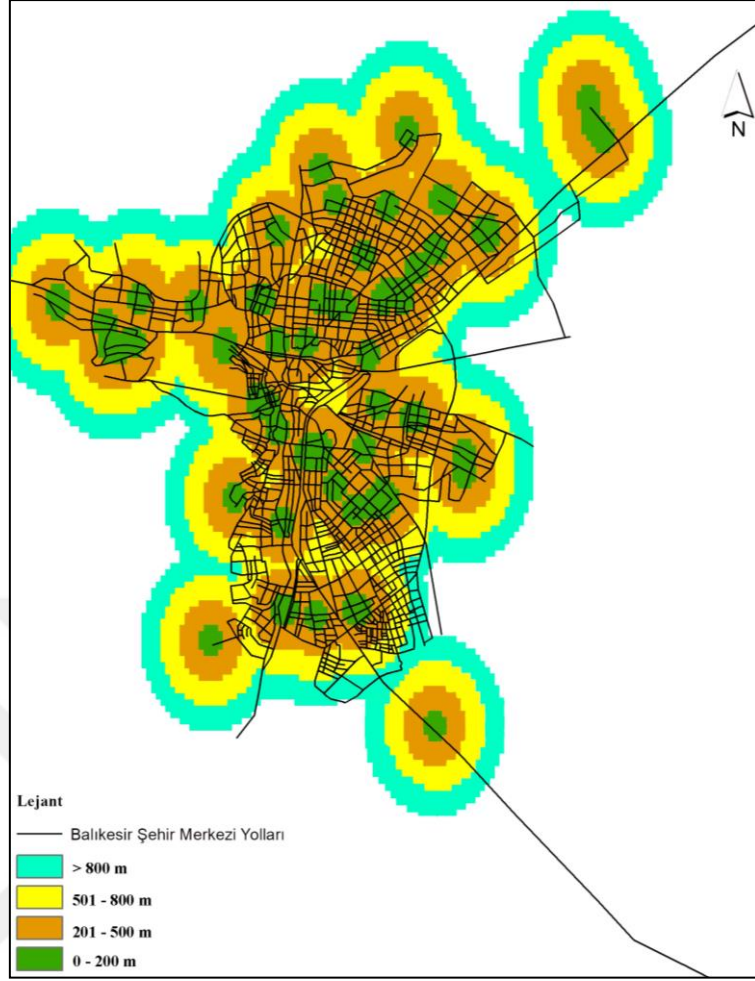
Şekil 4.14: Otobüs duraklarına yakınlık analizi.

Ardından elde edilen yakınlık analizi sonuçları yollar ile çakıştırılarak, otobüs duraklarına ve toplu taşıma merkezlerine olan yakınlıklarına göre şehir merkezinde bulunan yollar sınıflandırılmıştır (Şekil 4.15).



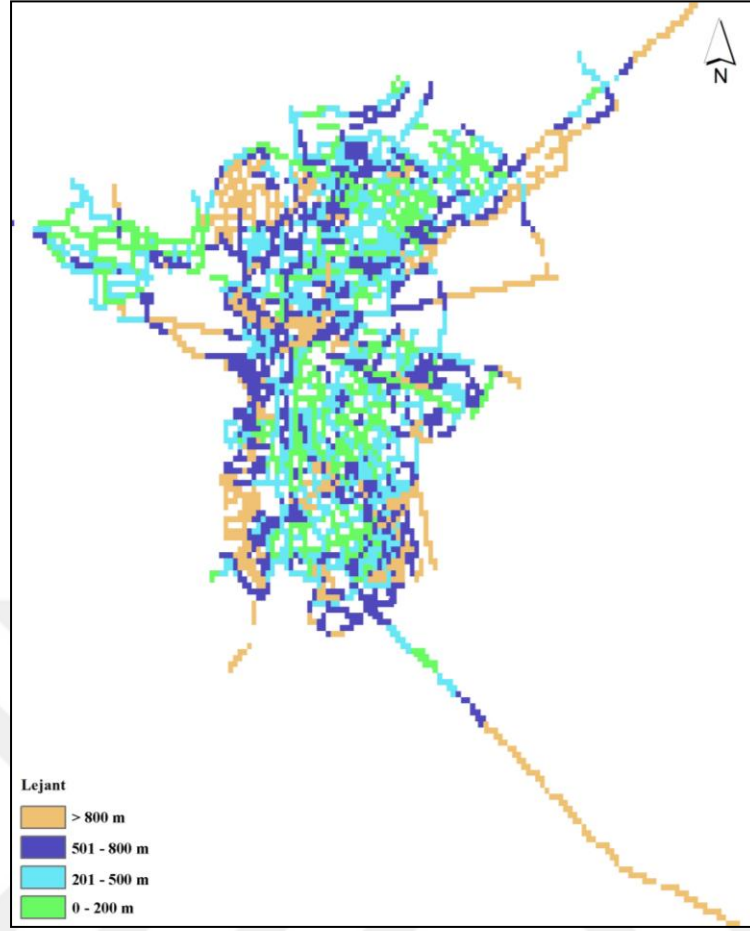
Şekil 4.15: Yolların otobüs duraklarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

Balıkesir şehir merkezinde bulunan eğitim yapılarının mekânsal dağılımı haritada işlendikten sonra yakınlık analizi yapılmıştır. Eğitim yapıları; ilkokullar, ortaokullar ve liseleri kapsamaktadır. Şekil 4.16’da görüldüğü üzere eğitim yapılarının çevresiyle olan yakınlık ilişkisine göre renk skalası değişmektedir (Şekil 4.16).



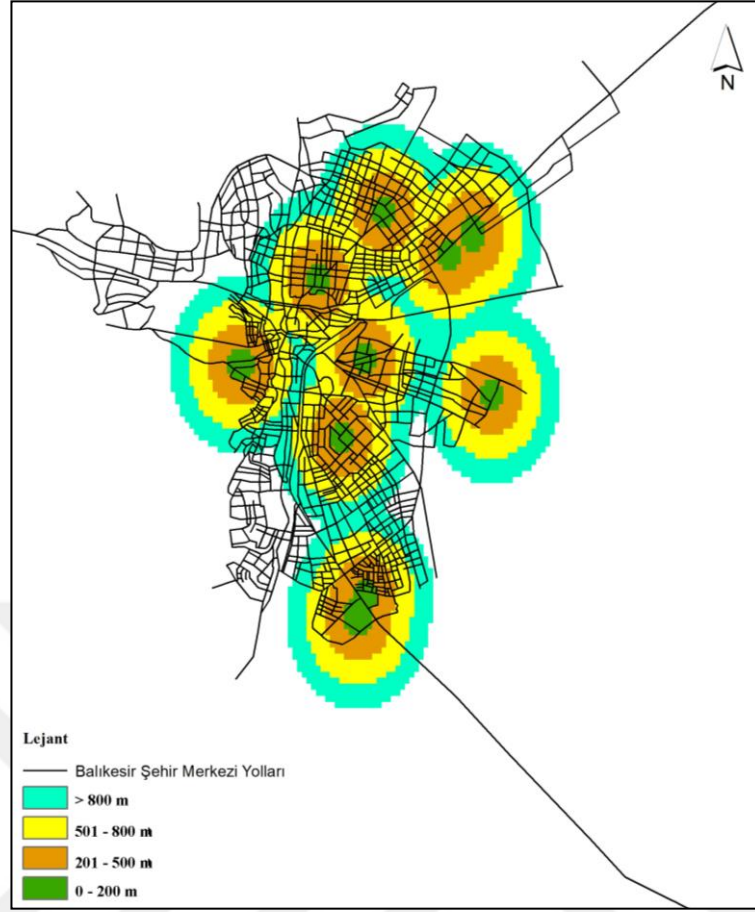
Şekil 4.16: Eğitim yapılarına yakınlık analizi.

Yapılan yakınlık analizine göre, eğitim yapılarının çevresindeki yollar da eğitim yapılarına olan uzaklıklarına göre sınıflandırılmıştır (Şekil 4.17). Buna göre yeşil renkli yollar eğitim yapılarına 200 m'den yakın olduğu için 4 puana sahiptir.



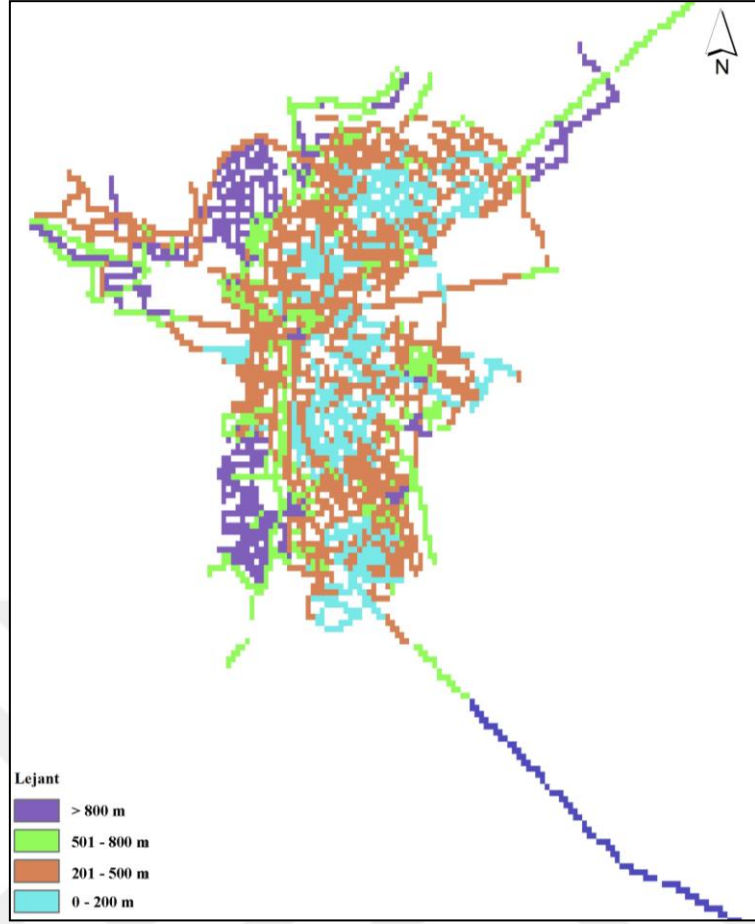
Şekil 4.17: Yolların eğitim yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

Alışveriş mekanlarına yakınlık analizi için alışveriş merkezleri, kullanım yoğunluğu fazla olan pazar yerleri ve büyük marketlere ait mekânsal dağılım haritalandırılmıştır. Ardından alışveriş mekanlarına ait yakınlık analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18: Alışveriş mekanlarına yakınlık analizi.

Alışveriş mekanlarına yakınlık analizine göre çıkan sonuç Balıkesir şehir merkezindeki yollar ile karşılaştırılarak, yolların alışveriş mekanlarına olan uzaklıklarına göre sınıflandırılması sağlanmıştır (Şekil 4.19). Buna göre mor renkli yolların puanı 1'dir.



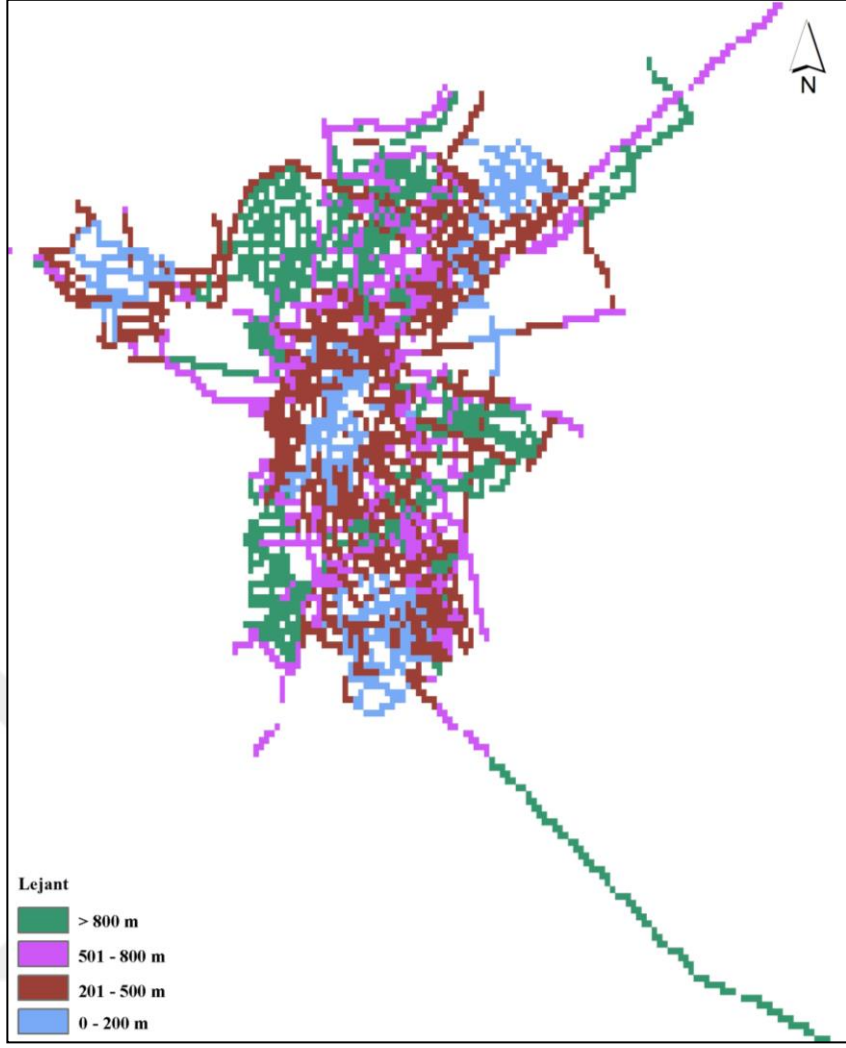
Şekil 4.19: Yolların alışveriş mekanlarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

Kamu yapıları; belediye, valilik, il müdürlükleri ve adliye gibi yapıları kapsamaktadır. Bu yapılara ait mekânsal dağılım haritalandırıldıktan sonra yakınlık analizleri yapılmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: Kamu yapılarına yakınlık analizi.

Yakınlık analizleri yapıldıktan sonra şehir merkezinde bulunan yolların kamu yapılarına yakınlığına göre analizi ve sınıflandırması yapılmıştır (Şekil 4.21). Buna göre en yakın olarak sınıflandırılan mavi yollar 4 puan almaktadır.

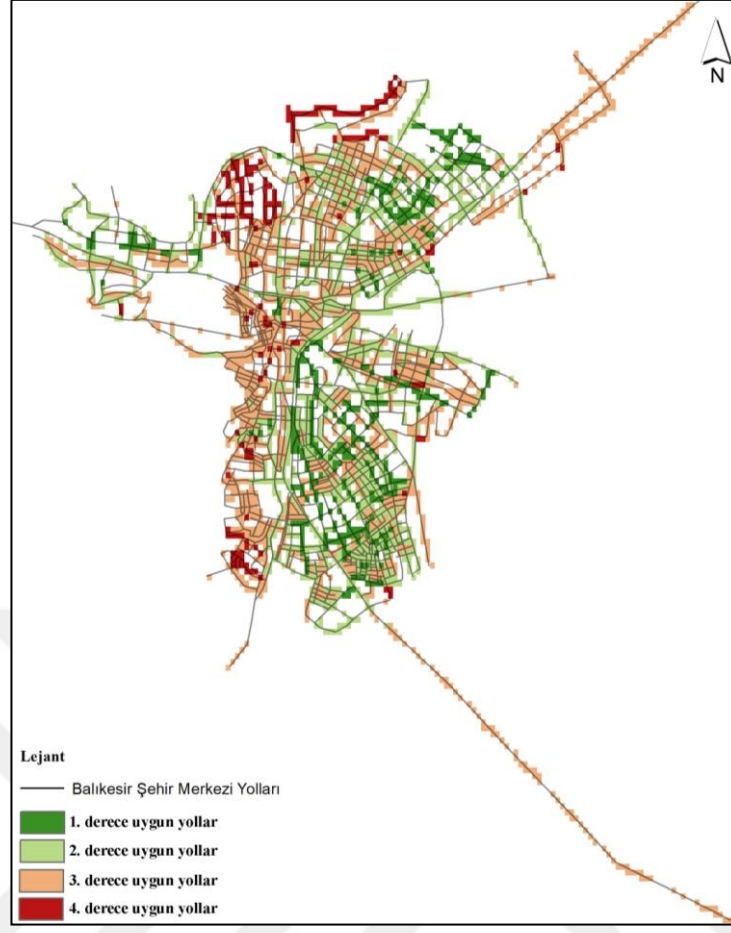


Şekil 4.21: Yolların kamu yapılarına olan yakınlığına göre analizi ve sınıflandırılması.

4.4 Balıkesir İçin Sürdürülebilir Bisiklet Yolları Önerisi

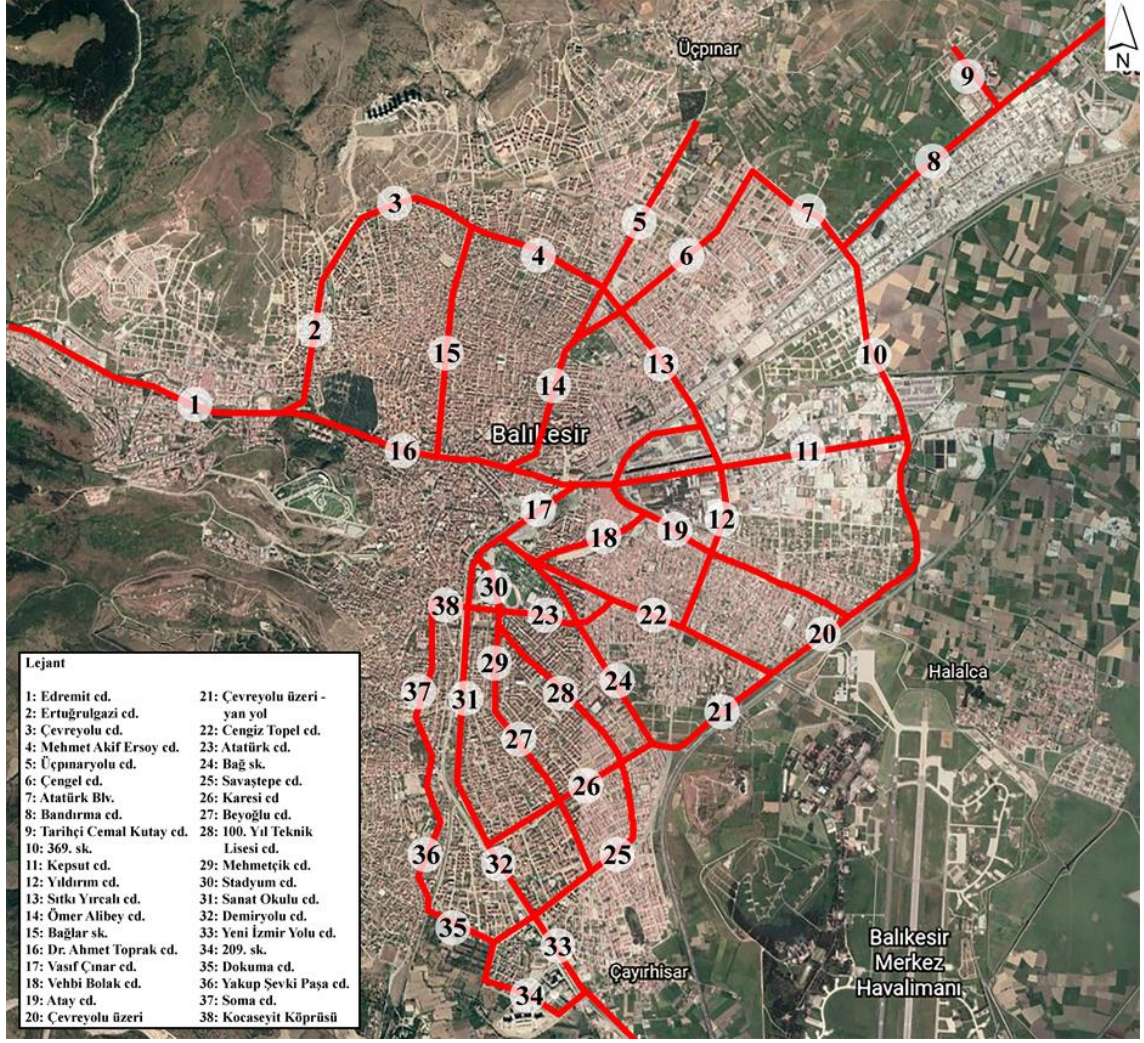
Balıkesir özelinde mekânsal analizlerin yapılması için seçilen ana kriterlerin ağırlıklı puanları ve alt kriterlerin puanları, her birine ait haritalar ile birlikte ArcMap 10.7 analiz aracında Weighted Overlay aracı ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.22). Sonuçta ortaya çıkan harita, analiz edilen kriterlerin etki değerlerine göre ulaşılmış olan uygunluk haritasıdır. Şekil 4.22’de görüldüğü üzere, bisiklet yolları seçimine uygun olan yollar derecelendirilmiştir. Buna göre 1. Derece uygun olan yollar koyu yeşil, 2. Derece uygun olan yollar açık yeşil, 3. Derece uygun olan yollar açık kırmızı, 4. Derece uygun olan yollar ise koyu kırmızı ile gösterilmektedir. Bu durum kısaca, ‘koyu yeşil olarak gösterilen yollar, bisiklet yolu seçimi için en uygun yollardır’ şeklinde özetlenebilmektedir. Ancak bu durum, 1. Ve 2. Derece uygun yolların direkt birleştirilebileceği ve bisiklet yolu olarak seçilebileceği anlamına gelmemektedir. Çünkü uygunluğun kesintisiz bir şekilde devam etmesi de aranan önemli özelliklerden biridir.

Yolların 1. Derece uygun olmasının sebebi eğimlerinin az, yol genişliklerinin fazla ve sağlık yapılarına yakın olması şeklinde açıklanabilir. 4. Derece uygun yollar için ise eğimin fazla ve yol genişliklerinin az olduğu yorumu yapılabilmektedir. Kısaca, yolların belirlenen kriterlere göre analiz edilmesi sonucunda, yollar bisiklet yolu seçiminde istenen özelliklere sahipse 1. ve 2. Derece uygun olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.22: Sahip olduğu puanlara göre yolların bisiklet yolu için uygunluk durumu.

Uygunluk açısından değerlendirilen yollara ait sonuç doğrudan kullanılabilir bir sonuç değildir. Bu nedenle Şekil 4.22'nin, mevcut yollar üzerinden tutarlılığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Ancak tutarlılık kontrolü sağlandıktan sonra, Balıkesir ölçeğinde sürdürülebilir bisiklet yolları seçimine dair öneri sunulabilmektedir. Şekil 4.23'te tutarlılık kontrolünden sonra ortaya çıkan nihai sonuç görülmektedir (Şekil 4.23). Buna göre Şekil 4.23, bu çalışmanın da önemli bir çıktısı olarak Balıkesir şehir merkezi için ortaya koyulan sürdürülebilir bisiklet yolları önerisidir. Diğer yandan bu öneriyi oluşturan yollar üzerinde en fazla etkiye sahip ana kriter eğim (ağırlıklı puan: 0,1925) iken, en az etkiye sahip ana kriter kamu yapılarına yakınlıktır (ağırlıklı puan:0,0579). En çok etkili olan eğim kriterine göre ise eğimi %2'den az olan yollar en fazla alt kriter puanını (4 puan) almıştır. Benzer süreç, diğer ana kriterler ve alt kriterler için de geçerlidir.

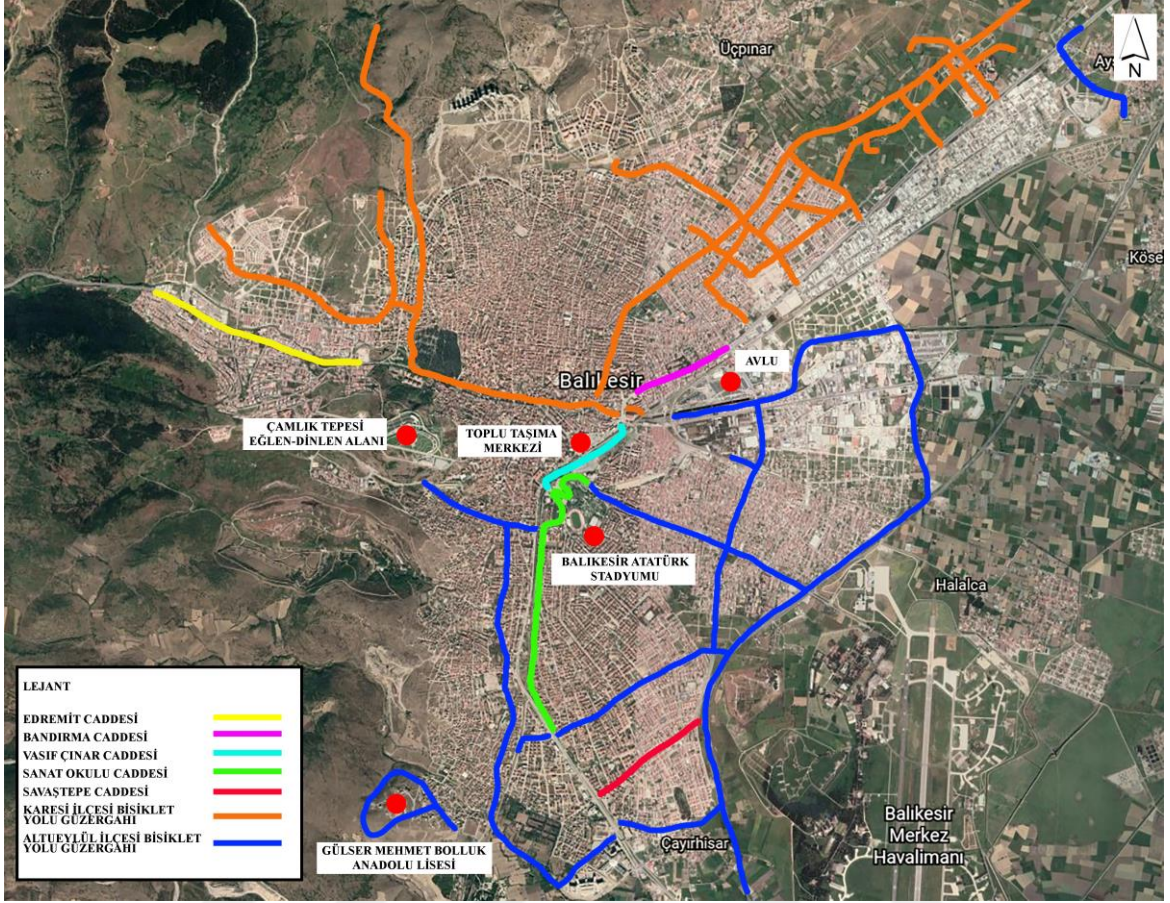


Şekil 4.23: Balıkesir şehir merkezi için sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi.

Şehir içi bisiklet yolları önerisinin kent dışına uzaması da çalışma kapsamında değerlendirilen bir durumdur. Dolayısıyla 8 numaralı aksın Değirmen Boğazı Tabiat Parkı'na, 33 numaralı aksın Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi'ne ulaşması öngörülmektedir.

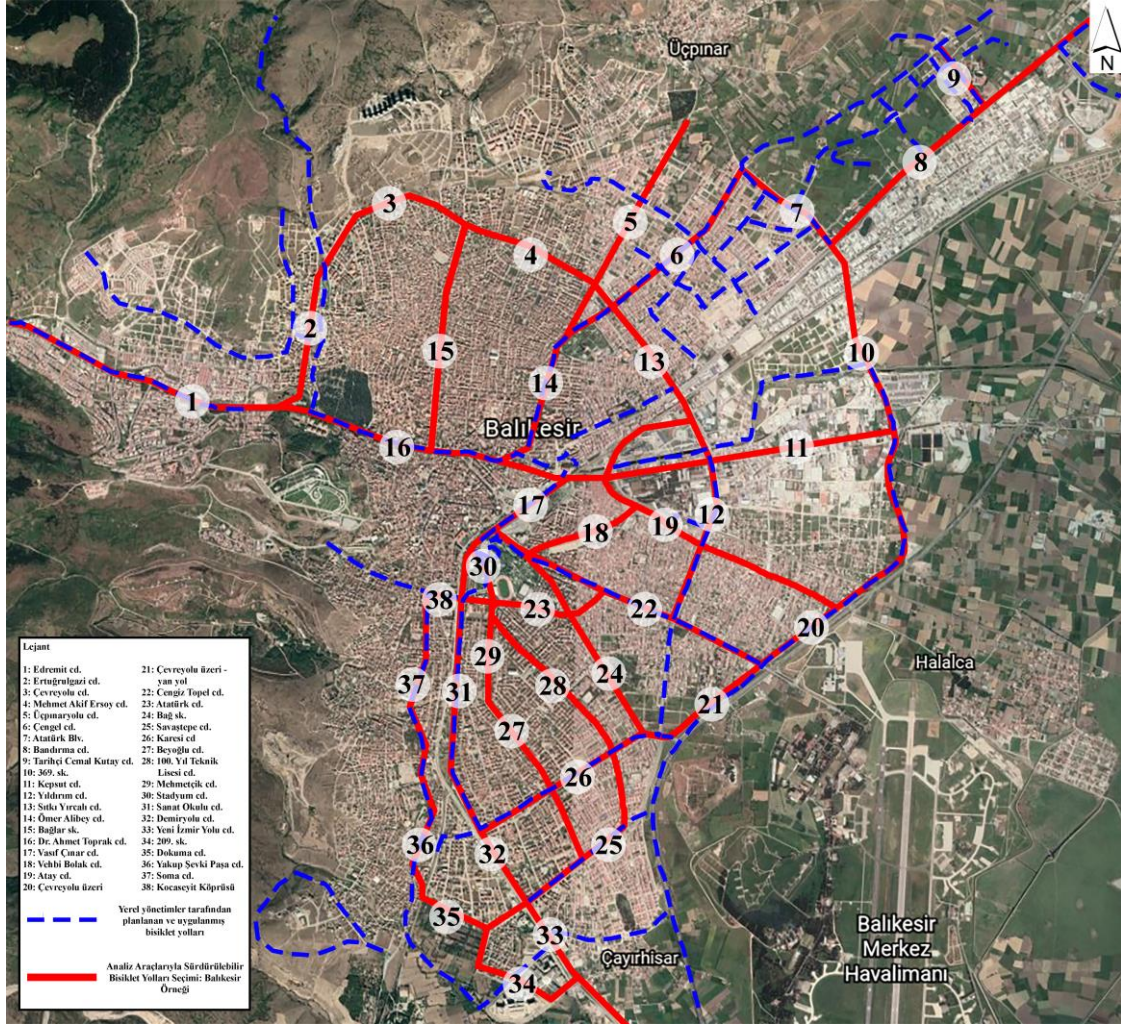
Şekil 4.24'te ise mevcut ve planlanan bisiklet yolları gösterilmektedir. Ancak bisiklet yollarının kesintisiz olmadığı ve doğrudan devam etmediği görülmektedir (Şekil 4.24). Çamlık Tepesi Eğlen-Dinlen Alanı çevresinde ve Gülser Mehmet Bolluk Anadolu Lisesi çevresinde, Balıkesir Atatürk Stadyumu ile Savaştepe Caddesi arasında kalan bölgede ve Avlu çevresinde bulunan bisiklet yollarındaki bu gibi eksiklikler göze çarpmaktadır.





Şekil 4.24: Balıkesir şehir merkezinde planlanan ve mevcut bisiklet yolları (Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Bisiklet ve Kent Çalıştayı (2020) sunumu referans alınarak üretilmiştir.)

Şekil 4.23 ve Şekil 4.24 karşılaştırıldığında, çalışma kapsamında oluşturulan bisiklet yolları önerisi ile planlanan ve mevcut bisiklet yolları arasında çeşitli farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların belirgin bir şekilde aktarılabilmesi amacıyla iki şekle ait temsili haritalar tek bir temsili harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25: Güzergah karşılaştırma haritası.

Şekil 4.25'e göre; 6, 7, 9, 14, 16, 17, 20, 22, 25, 26, 30, 31, 36, 37 ve 38 numaralı güzergahlar dışında kalan tüm güzergahlarda farklılıklar mevcuttur. 1 ve 10 numaralı güzergahlarda ve 17 ve 31 numaralı güzergahlar arasında kalan doğrultuda ise mevcut veya planlanmış bisiklet yollarının tüm güzergahı kapsamadığı, bazı noktalarda kesintiye uğradığı görülmektedir. Geri kalan güzergahlar ise bu çalışma kapsamında önerilen ancak mevcut durumda bisiklet yolları bulundurmayan güzergahlardır (Şekil 4.25). Durumun güzergahlar üzerinden değerlendirilmesi Tablo 4.5'te de gösterilmektedir (Tablo 4.5). Bisiklet yolu olarak mevcut/planlanan ancak bu çalışma kapsamında önerilmeyen yollar ise kriterler açısından uygun olmayan veya gelecekte uygulanması öngörülen şehir planlamaları kapsamında olup çalışma kapsamına girmeyen yollardır.

Tablo 4.5: Güzergah karşılaştırması.

Cadde No:	Analiz Araçlarıyla Sürdürülebilir Bisiklet Yolları Seçimi: Bahkesir Örneği	Mevcut ve planlanan bisiklet yolları
1	✓	☐
2	✓	X
3	✓	X
4	✓	X
5	✓	X
6	✓	✓
7	✓	✓
8	✓	X
9	✓	✓
10	✓	☐
11	✓	X
12	✓	✓
13	✓	X
14	✓	✓
15	✓	X
16	✓	✓
17	✓	✓
18	✓	X
19	✓	X
20	✓	✓
21	✓	X
22	✓	✓
23	✓	X
24	✓	X
25	✓	✓
26	✓	✓
27	✓	X
28	✓	X
29	✓	X
30	✓	✓
31	✓	☐
32	✓	X
33	✓	X
34	✓	X
35	✓	X
36	✓	✓
37	✓	✓
38	✓	✓

✓ : Bisiklet yolu mevcut ☐ : Bisiklet yolu kesintiye uğramış X: Bisiklet yolu mevcut değil

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geçmişten günümüze bakıldığında, kentlerdeki enerji ve doğal kaynak tüketim yoğunlukları hızla yükselmektedir. Bu durum çevreye yayılan zararlı gazların, sera etkisinin, iklim değişikliği gibi ekolojik bozulmaların artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla kentlerde çevresel kirliliğin ve enerji kullanımının azaltılması önem teşkil etmektedir. Bu süreçte kentsel ölçekte en büyük etkiye sebep olan faktörlerden biri de bireysel motorlu araç kullanımındaki artıştır. Bu bağlamda bisiklet, fosil yakıt tüketmediği ve çevresel kirlilik oluşturmadığı için sürdürülebilir bir ulaşım aracı olarak düşünülmektedir. Bisikletin kentlerde ulaşım aracı olarak kullanılması ve benimsenmesi ise sürdürülebilir bisiklet yollarının seçimiyle ilgilidir. Dolayısıyla sürdürülebilir bisiklet yolları seçimine dair bir yaklaşım geliştirmek, bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda kapsam; topografik, iklimsel ve kentsel yayılım özellikleri açısından bir ulaşım aracı olarak bisikletin yüksek kullanıma potansiyelinin öngörüldüğü Balıkesir şehir merkezi seçilmiştir.

Çalışma kapsamında literatür taraması yapılarak teorik arka plan sunulduktan sonra fiziksel kriterler ve yakınlık kriterleri şeklinde sınıflandırılabilen 9 adet ana kriter belirlenmiştir. Ardından yol genişliği, eğim, yerleşim-eğitim-sağlık-kamu yapılarına, alışveriş mekanlarına, yeşil alanlara ve otobüs duraklarına yakınlık kriterleri karar vericiler, akademisyenler ve şehir içi bisiklet kullanıcıları tarafından önem derecelerine göre anket yoluyla sıralanmıştır. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'nin bir parçası olarak, kriterlere ait ağırlıklı puanlar SuperDecision V3.2 programı üzerinden hesaplanmış ve kriterlerin en fazla öneme sahip olandan en az öneme sahip olana doğru sıralaması yapılmıştır.

Sıralama sonuçlarına göre en yüksek ağırlıklı puan eğim kriterine aittir. Eğim kriterini (0,1925) sırasıyla yol genişliği (0,1484), sağlık yapılarına yakınlık (0,1252), yerleşim yapılarına yakınlık (0,1171), yeşil alanlara yakınlık (0,1006), otobüs duraklarına yakınlık (0,0988), eğitim yapılarına yakınlık (0,0904), alışveriş mekanlarına yakınlık (0,0691) ve kamu yapılarına yakınlık (0,0579) kriterleri takip etmektedir. Bu durum, çalışma kapsamında sürdürülebilir bisiklet yolu seçimi konusundaki en etkili ve önemli kriterin eğim olduğunu göstermektedir. Ayrıca kriterlere ait öncelik sırasının, örneklem büyüklüğüyle sınırlı olduğu unutulmamalıdır.

Her ana kriter alt kriterlere ayrılarak, alt kriterlere de bisiklet yolu seçiminde istenmesi veya istenmemesi durumuna göre 1 ile 4 arasında puanlar atanmıştır. Buna göre ana kriterlere ait ağırlıklı puanlar ve alt kriter puanları Balıkesir şehir merkezine ait haritalara atanarak haritalar çakıştırılmış ve ArcMap aracı ile mekânsal analizler yapılmıştır. Buna göre Balıkesir şehir merkezinde bulunan mevcut yollar, bisiklet yolu seçimi açısından uygunluklarına göre sınıflandırılmıştır. Ortaya çıkan sonucun, direkt kullanılabilir bir harita olmadığından, tutarlılığı kontrol edilmiştir. Tüm bu sürecin sonucunda Balıkesir şehir merkezi için sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi sunulmuştur.

Çalışma sonucunda oluşturulan öneri, anlaşılabilir olması açısından genel olarak cadde ve sokak isimleri ile tanımlanmıştır. Buna göre Balıkesir şehir merkezi için önerilen sürdürülebilir bisiklet yolları 38 adet cadde, sokak ve bulvar gibi farklı bağlantılardan oluşmaktadır. Öte yandan 5 numaralı Üçpınaryolu Caddesi ile 9 numaralı Tarihçi Cemal Kutay Caddesi üzerindeki bisiklet yolu güzergahı kesintiye uğrasa da, söz konusu bölgelerdeki altyapı çalışmalarının tamamlanmasıyla bu sorunun ortadan kalkabileceği de öngörülmektedir. Bununla beraber Balıkesir şehir merkezi için önerilen sürdürülebilir bisiklet yollarının kesintisiz ve doğrudan devam etmesine dikkat edilmekle birlikte yol kenarı parklanmalarda da caydırıcı politikaların uygulanacağı öngörülmüştür. Ayrıca eğimin en etkili kriter olduğu düşünüldüğünde, Balıkesir şehir merkezinin doğusundan batısına doğru gidildikçe bisiklet yolu olarak seçilebilecek yolların azaldığı da dikkat çeken bir diğer unsurdur. Diğer yandan Balıkesir şehir merkezine ait ilk yerleşim yerleri batı yönünde, yeni yerleşim yerleri ise doğu yönünde bulunmaktadır. Bu nedenle şehrin batısındaki yol genişlikleri doğu bölgesine göre daha azdır. Dolayısıyla bu durumun da çalışma kapsamındaki bisiklet yolları önerisini etkilediği söylenebilmektedir. Buna göre yol genişliklerinin yetersiz olduğu araç yolları yayalaştırılarak ve eğimli yollarda bisiklet asansörleri kullanılarak sürdürülebilir bisiklet yollarının artırılması sağlanabilir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan ve analiz aracı yardımıyla değerlendirilen kriterler, sunulan öneri ile paralellik göstermektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi, öncelikle eğimin az ve yol genişliklerinin uygun olduğu güzergahlardan ve diğer yakınlık kriterleriyle ilişkili olarak belirlenen güzergahlardan oluşmaktadır. Bu nedenle önerilen yolların, çalışmanın başlıca amacı olan sürdürülebilir olma etkeniyle büyük ölçüde uyduğu söylenebilmektedir.

Balıkesir şehir merkezinde mevcut ve planlanan bisiklet yolları ile bu çalışma kapsamında oluşturulan sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda Çamlık Tepesi Eğlen-Dinlen Alanı ve Gülser Mehmet Bolluk Anadolu Lisesi çevresindeki planlanan/mevcut bisiklet yollarının bölgeye ait eğim oranlarıyla uyum göstermediği görülmektedir. Dolayısıyla mevcut kriterler üzerinden değerlendirme yapıldığında bu bölgelerin bisiklet yolu seçimi için uygun olmadığı saptanmış ve bu nedenle söz konusu bölgelerdeki mevcut/planlanan olarak değerlendirilen bisiklet yolları bu çalışma kapsamında bisiklet yolu olarak seçilmemiştir. Aynı zamanda bu yolların diğer bisiklet yollarından oldukça kopuk oldukları da söylenebilir. Bu durumun bisiklet sürüşünü olumsuz yönde etkileyebileceği ve gelecekte bisiklet yollarını kullanılabilirlik ve sürdürülebilirlik açısından kısıtlayabileceği öngörülmektedir. Diğer yandan az eğime ve yeterli yol genişliklerine sahip olmasına rağmen Balıkesir Atatürk Stadyumu ile Savaştepe Caddesi arasında kalan bölgedeki ve Avlu çevresindeki bisiklet yolu bağlantılarının zayıf olduğu ve kesintiye uğradığı saptanmıştır. Bu bölgelerdeki konut yoğunluğu da düşünüldüğünde potansiyel bisiklet sürüşleri için yetersiz sayılabilecek bağlantıların sürdürülebilirlik açısından gelecekte etkili bir çözüm olmayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında yapılan analizler sonucunda Balıkesir Atatürk Stadyumu ve Avlu çevresinde sürdürülebilir bisiklet yolu önerisi geliştirilebilmiştir. Görüldüğü üzere, çalışma kapsamında önerilen veya önerilmeyen yollara ait “neden önerildi/önerilmedi?” gibi sorular tercih edilen yöntemle ilgili olarak sebepleri ile cevaplandırılabilir. Bunun nedeni, çalışma kapsamında kriterlerin belirlenmesi ve uygun analiz araçlarının kullanılmasıdır. Aksine, belirli bir yöntem ve analiz aracı kullanılmadan yapılacak öneriler için bu soruların cevaplandırılmasının güç olacağı açıktır. Dolayısıyla yalnızca gözlemsel yollarla yapılan bisiklet yolu seçiminin, ileride karşılaşılabilecek sorunlara ait nedenleri belirleme ve çözüm üretme sürecini zorlaştırması ve dolayısıyla sürdürülebilir olmaması söz konusudur. Bu nedenle bölgesel kriterlerin etki derecelerine göre eş zamanlı bir şekilde analiz araçlarıyla analiz edilmesinin, sürdürülebilir bisiklet yollarının seçilebilmesi açısından oldukça önemli olduğu söylenebilir. Böylelikle çalışma, bu gibi eksiklikleri ortaya koyması açısından önemlidir.

Bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanılması ve bunun için sürdürülebilir yolların seçilmesi, bireysel motorlu araç kullanımıyla birlikte; motorlu araçlar için gerekli olan yeni yolların yapımını da azaltarak kentsel alanda ısı tutucu yüzeylerin en az düzeyde olmasını sağlayabilir. Bu durum hem fosil yakıt tüketimini hem de sera gazı emisyonlarını azaltacaktır. Dolayısıyla bu çalışma ile Balıkesir’de uygulanan sürdürülebilir bisiklet yolları seçimiyle bisikletin ulaşım aracı olarak daha çok kullanılacağı ve bu sayede doğal çevrede oluşturulan tahribatın azaltılabileceği öngörülmektedir. Tüm bu değerlendirmelerin kent ölçeğinde sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, literatürdeki çalışmalarda ve gelişmiş ülkelerde uygulanmış olan örneklerde de olduğu gibi; gibi farklı disiplinler (mimar, peyzaj mimarı, inşaat mühendisi, şehir planlamacısı, vb.) tarafından ele alınması ile yakından ilişkilidir.

Son olarak örneklem büyüklüğünün ve Balıkesir şehir merkezi bağlamında ulaşılabilir verilerin sınırlı olması, bu çalışmanın en önemli kısıtını oluşturmaktadır. Diğer yandan yerel yönetimler tarafından bölgelere ait yaya yoğunluğunun, trafik yoğunluğunun, trafik kazalarının en çok yaşandığı yollara ait verilerin, detaylı demografik bilgilerin, bisiklet kullanılırken en çok tercih edilen güzergahlar ile bisiklet hakkındaki tutum ve davranışları öğrenilmek adına yolculuk başlangıç ve bitiş noktalarını içeren anket çalışmalarının ve GPS verilerinin toplanması ve paylaşılması, sürdürülebilir bisiklet yollarının doğru ve güvenli sonuçlar vermesi açısından önem teşkil etmektedir. Gelecek çalışmalarda buna benzer kriterlerin de değerlendirilmesi sağlanırken karar verici, akademisyen, şehir içi bisiklet kullanıcısı ve bisiklet kullanma potansiyeli bulunan bölge sakinleri gibi daha fazla sayıda farklı paydaşlar da çalışmaya dahil edilebilir. Ayrıca planlamadan kullanıma kadar olan süreci kapsayan bisiklet yolu projelerinin maliyet karşılaştırmaları ve sürdürülebilir bisiklet yolu önerisine ait farklı tasarım yaklaşımları da gelecek çalışmalarda incelenebilir. Bu çalışma; literatürde eksik görülen boşlukları doldurması, farklı paydaş gruplarını birleştirerek ortak bir noktada buluşturması, sürdürülebilir bisiklet yolları seçimine yönelik sayısal analiz araçları kullanımı odaklı bir yaklaşım sergileyerek Balıkesir şehir merkezi için sürdürülebilir bisiklet yolları önerisi geliştirmesi, yerel yönetimler tarafından yürütülen çalışmalara akademik açıdan katkı sağlaması ve sahip olduğu kısıtları çerçevesinde öneriler sunarak gelecek çalışmalara ışık tutması açısından önem teşkil etmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adıyaman, B. (2019). *Osmaniye kenti bisikletli ulaşım ağı planlama önerisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 609150).
- Agarwal, A., Ziemke, D., and Nagel, K. (2020). Bicycle superhighway: an environmentally sustainable policy for urban transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 137 (September), 519–540. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.06.015>
- Ahmad, T., and Zhang, D. (2020). A critical review of comparative global historical energy consumption and future demand: the story told so far. *Energy Reports*, 6, 1973–1991. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.07.020>
- Akay, A. (2006). *Ulaşımında bisikletin yeri ve Ankara Bilkent koridorunda bisiklet yolu önerisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 196644).
- Ankaya, F. Ü., ve Aslan, B. G. (2020). Kent içi ulaşımında bisiklet yollarının planlaması; dünya ve Türkiye örnekleri. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1), 1–10. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucbad/issue/54360/738973>
- Aultman-Hall, L., Hall, F. L., and Baetz, B. B. (1997). Analysis of bicycle commuter routes using geographic information systems: implications for bicycle planning. *Transportation Research Record*, 1578, 102–110. <https://doi.org/10.3141/1578-13>
- Aydoğan, G. Y. (2018). *Kentiçi ulaşımında bisikletin yeri ve bisiklet yollarının planlanması: Aydın kenti örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 527177).
- Balıkesir Büyükşehir Belediyesi (t.y.). *Belediye tarihçesi*. <https://www.balikesir.bel.tr/belediye-tarihcesi-tr> Erişim tarihi: 27/12/2021.
- Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Bisiklet ve Kent Çalıştayı. 20 Şubat 2020. Balıkesir.

- Beim, M., and Haag, M. (2010). Freiburg's way to sustainability: the role of integrated urban and transport planning. *Real Corp, May*, 285–294. Access address: https://www.researchgate.net/publication/228795958_Freiburg%27s_way_to_sustainability_the_role_of_integrated_urban_and_transport_planning.
- Bilgen, S. (2014). Structure and environmental impact of global energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 890–902. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.004>
- Bozkurt, H. (2016). Bisiklet ulaşımı planlaması Bilecik örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 625–633. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/24379/258407>
- Brilliantmaps. (2018, June 6). *All the dedicated cycle paths in the Netherlands*. <https://brilliantmaps.com/cycle-paths-netherlands/> Erişim tarihi: 01/01/2021.
- Broadus, A. (2010). Tale of two ecosuburbs in Freiburg, Germany. *Transportation Research Record*, 2187, 114–122. <https://doi.org/10.3141/2187-15>.
- Buehler, R. and Pucher, J. (2007). At the frontiers of cycling: policy innovations in the Netherlands, Denmark and Germany. *World Transport Policy and Practice*, 13 (3), 8–57. Access address: https://www.researchgate.net/publication/284688651_At_the_frontiers_of_cycling_Policy_innovations_in_the_Netherlands_Denmark_and_Germany
- Caliper (n.d.). *TransCAD transportation planning software*. <https://www.caliper.com/tcovu.htm> Erişim tarihi: 12/10/2020.
- Cengiz, T., ve Kahvecioğlu, C. (2016). Sürdürülebilir kent ulaşımında bisiklet kullanımının Çanakkale kent merkezi örneğinde incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (02), 55–66. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/19063/201635>
- Chang, Y., Lee, J., and Yoon, H. (2012). Alternative projection of the world energy consumption-in comparison with the 2010 international energy outlook. *Energy Policy*, 50, 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.059>

- Chester, M., Horvath, A., and Madanat, S. (2010). Parking infrastructure: energy, emissions, and automobile life-cycle environmental accounting. *Environmental Research Letters*, 5 (3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/3/034001>
- Climate-Data (2021). *İklim Balıkesir (Türkiye)*. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/bal%C4%B1kesir/bal%C4%B1kesir-177/#climate-graph>
Erişim tarihi: 30/01/2021.
- Cycling Embassy of Denmark (2021). <https://cyclingsolutions.info/cycling-embassy/>
Erişim tarihi: 01/01/2021.
- Cyclist Türkiye. (2019, 26 Kasım). *İzmir, eurovelo ağına dahil edildi*. <https://www.cyclistmag.com.tr/2019/11/26/izmir-eurovelo-agina-dahil-edildi/>
Erişim tarihi: 03/01/2021.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (t.y.). *İlimiz hakkında*. Balıkesir Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü. <https://balikesir.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-599> Erişim tarihi: 02/02/2020.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2019, 23 Aralık). *Bisiklet yolları kılavuzu*. <https://meslekihizmetler.csb.gov.tr/bisiklet-yollari-kilavuzu-yayinlandi-haber-253617> Erişim tarihi: 27/01/2020.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021). *Resmi istatistikler*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR> Erişim tarihi: 30/01/2021
- Çiftçi, Ö. (2006). *Metropoliten alanda bisiklet yolu planlaması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 222465).
- Deakin, E. (2001). Sustainable development and sustainable transportation : strategies for economic prosperity, environmental quality and equity. (Working paper) In *University of California at Berkeley Institute of Urban and Regional Development*. Access address: <https://escholarship.org/uc/item/0m1047xc>

- Doehn, G. (2011). Muenster, Germany: an example of promoting cycling in cities – components of a high quality bicycle infrastructure. *Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) Division 313 – Water, Energy, Urban Development*. Access address: <https://www.sutp.org/publications/an-example-of-promoting-cycling-in-cities-components-of-a-high-quality-bicycle-infrastructure-munster-germany/>
- Dogan, T., Samaranayake, S., and Saraf, N. (2018). Urbano- a new tool to promote mobility-aware urban design, active transportation modeling and access analysis for amenities and public transport. *Simulation Series*, 50 (7), 275–282. <https://doi.org/10.22360/simaud.2018.simaud.028>.
- Dufour, D. (2010). *Promoting cycling for everyone as a daily transport mode (PRESTO)*. Access address: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/presto>
- Elbeyli, Ş. (2012). *Kentiçi ulaşımda bisikletin konumu ve şehirler için bisiklet ulaşımı planlaması: Sakarya örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 323879).
- EMBARQTürkiye. (2014, Kasım). *İstanbul'da güvenli bisiklet yolları uygulama kılavuzu*. <https://wrişehirler.org/research/publication/istanbulda-g%C3%BCvenli-bisiklet-yollar%C4%B1-uygulama-k%C4%B1lavuzu> Erişim tarihi: 15/01/2021.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *EİGM raporları*. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari> Erişim tarihi: 05/01/2021.
- ESRI-Türkiye (t.y.). <https://www.esri.com.tr/tr-tr/arcgis-hakkında/genel-bakis> Erişim tarihi: 13/11/2020.
- Fietsberaad. (2010). *The bicycle capitals of the world: Amsterdam and Copenhagen*. 7a, 1–52. Access address: <https://silo.tips/download/the-bicycle-capitals-of-the-world-amsterdam-and-copenhagen>
- Frame, G., Ardila-Gomez, A., and Chen, Y. (2017). The kingdom of the bicycle: what Wuhan can learn from Amsterdam. *Transportation Research Procedia*, 25, 5040–5058. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.203>.

- GISGeography. (2021). *27 Differences between ArcGIS and QGIS – the most epic GIS software battle in GIS history*. <https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/> Erişim tarihi: 27/12/2021.
- Global Footprint Network. (2019, June 26). *Earth overshoot day 2019 is july 29th, the earliest ever*. <https://www.footprintnetwork.org/2019/06/26/press-release-june-2019-earth-overshoot-day/> Erişim tarihi: 07/02/2021.
- Global Footprint Network. (2021). *Country overshoot days*. <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/> Erişim tarihi: 07/02/2021.
- Godefrooij, T., Jong, de H., and Rouwette, A. (2009). From car-based to people-centered cities. T. Godefrooij, C. Pardo and L. Sagaris (Eds.), *Cycling-inclusive policy development : a handbook* (pp 6-31), Utrecht: GZT.
- Gonzalo-Orden, H., Linares, A., Velasco, L., Díez, J. M., and Rojo, M. (2014). Bikeways and cycling urban mobility. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160, 567–576. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.170>.
- Harkey, D. L., Reinfurt, D. W., and Knuiiman, M. (1998). Development of the bicycle compatibility index. *Transportation Research Record*, 1636 (1), 13–20. <https://doi.org/10.3141/1636-03>.
- Heinen, E., van Wee, B., and Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: an overview of the literature. *Transport Reviews*, 30 (1), 59–96. <https://doi.org/10.1080/01441640903187001>.
- Holmberg, K., Andersson, P., and Erdemir, A. (2012). Global energy consumption due to friction in passenger cars. *Tribology International*, 47, 221–234. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2011.11.022>.
- Iddrisu, I., and Bhattacharyya, S. C. (2015). Sustainable energy development index: a multi-dimensional indicator for measuring sustainable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 513–530. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.032>.

- International Energy Agency. (2021). *Data and statistics*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2> Erişim tarihi: 31/01/2021.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018). *İBB yıllık ulaşım raporu*. <https://tuhim.ibb.gov.tr/%C4%B0statistiksel-bilgiler/%C4%B0bb-ula%C5%9Fim-raporu-2017/> Erişim tarihi: 03/01/2021.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (t.y.). <https://bisiklet.ibb.istanbul/entegrasyon/> Erişim tarihi: 03/01/2021.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2017). *İzmir ulaşım ana planı upi 2030*. <https://www.izmir.bel.tr/tr/IzmirUlasimAnaPlaniRevizyon2016/432/78> Erişim tarihi: 03/01/2021.
- Jacyna, M., Wasiak, M., Kłodawski, M., and Gołębiowski, P. (2017). Modelling of bicycle traffic in the cities using VISUM. *Procedia Engineering*, 187, 435–441. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.397>.
- Jamaludin, S. A., Borhan, M. N., Yazid, M. R. M., and Yaakub, N. M. I. T. (2019). Analysing bicycle route potential towards sustainable transport in Ipoh city. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8 (1), 1–10. Access address: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i1S/A10010581S19.pdf>
- Kaya, S. (2013). *Sürdürülebilir kentiçi ulaşımında bisikletin yeri ve Sancaktepe bisiklet yol ağı önerisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 341260).
- Kaygusuz, K., and Bilgen, S. (2008). Energy related environmental policies in Turkey. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 3 (4), 396–410. <https://doi.org/10.1080/15567240701421690>
- Koç, E., ve Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları - yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina*, 56 (668), 36–47. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1099827>

- Koçak, S. (2016). *Kent içi ulaşımda bisikletin yeri ve bisiklet yollarının planlaması; Eğirdir-Adalar örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 442698).
- Kös, M. (2015). *Kentiçi ulaşım problemlerine alternatif entegre bisiklet ulaşımı planlaması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 389241).
- Köseoğlu, Z. T. (2019). *Kent içi ulaşımda bisiklet: Kastamonu örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 296671).
- Kuru, A. (2017). *Kentsel yaşanabilirlik ve bisiklet öncelikli kentiçi ulaşım sistemi yaklaşımı–Kırklareli örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 467757).
- Kuyumcu, Y. (2017). *Bir ulaşım aracı olarak bisiklet ve Çorum ili kent içi ulaşımda bisiklet yolu önerisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 467539).
- Küçükpehlivan, G. (2015). *Analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak bisiklet yolu güzergah belirleme modeli* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 392916).
- Kültür ve Turizm Bakanlığı (t.y.). *Balıkesir İl Haritası*. Balıkesir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <https://balikesir.ktb.gov.tr/TR-65991/balikesir-il-haritasi.html> Erişim tarihi: 02/02/2020.
- Lawrence, M. (2016). *Experiential graphic design: generating urban renewal by improving safety and connectivity in bicycle pathways*. Available from: OhioLINK Electronic Theses and Dissertations Center (Thesis number: kent1460734967).
- LearnOSM (2021, May 15). *Using OSM data in QGIS*. <https://learnosm.org/en/osm-data/osm-in-qgis/> Erişim tarihi: 27/12/2021.
- Litman, T., and Burwell, D. (2006). Issues in sustainable transportation. *International Journal of Global Environmental Issues*, 6 (4), 331–347. <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2006.010889>.

- Liu, Q., Homma, R., and Iki, K. (2019). Utilizing bicycle compatibility index and bicycle level of service for cycleway networks. *MATEC Web of Conferences*, 259. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201925903005>
- Lorasokkay, M. A., ve Ağırđır, M. L. (2011). Konya kentiçi ulaşımda bisiklet. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 6 (4), 870–881. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaeng/issue/19856/212672>
- Mansuroğlu, S., ve Dağ, V. (2020). Antalya örneğinde turizm kentlerinde bisikletli ulaşım güzergahlarının belirlenmesi için bir yöntem önerisi. *Bartın Orman Fakóltesi Dergisi*, 22 (2), 341–353. <https://doi.org/10.24011/barofd.713169>.
- Manum, B., and Nordstrom, T. (2013). Integrating bicycle network analysis in urban design: improving bikeability in Trondheim by combining space syntax and GIS-methods using the place syntax tool. Y. O. Kim, H. T. Park, and K. W. Seo (Eds.), *2013 International Space Syntax Symposium* (Vol. 28, pp. 1-14), Seoul, Sejong University.
- McArthur, D. P., and Hong, J. (2019). Visualising where commuting cyclists travel using crowdsourced data. *Journal of Transport Geography*, 74, 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.018>.
- McCahill, C., and Garrick, N. W. (2008). The applicability of space syntax to bicycle facility planning. *Transportation Research Record*, 2074, 46–51. <https://doi.org/10.3141/2074-06>.
- Mendoza, A. D. C. A., Aguilar, L. Á. T., García, J. A. J., González, S. H., Esquivas, M. T., Fernández, V. F., et al. (2018). Bikeway system design in the city of Celaya through a micro-simulation approach. *Transportation Research Procedia*, 33, 371–378. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.11.003>.
- Mert, K., ve Öcalir, E. V. (2010). Konya’da bisiklet ulaşımı: planlama ve uygulama süreçlerinin karşılaştırılması. *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 27 (1), 223–240. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2010.1.12>.
- Michailidou, G. (2019). *The influence of the visible views on cyclists’ route choices* (M.Sc Thesis). Available from The TU Delft Publication Environment (ISBN 999–99–9999–999–9).

- Mrkajic, V., Vukelic, D., and Mihajlov, A. (2015). Reduction of CO2 emission and non-environmental co-benefits of bicycle infrastructure provision: the case of the University of Novi Sad, Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.100>.
- Narcı, A. (2004). *Bisiklet yolu planı, İstanbul - Haliç örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 154646).
- National Aeronautics and Space Administration. (2020, Feb 18). *Earthdata. NASADEM: creating a new NASA digital elevation model and associated products*. <https://earthdata.nasa.gov/esds/competitive-programs/measurements/nasadem> Erişim tarihi: 26/03/2021.
- Niță, M. R., Badiu, D. L., Onose, D. A., Gavrilidis, A. A., Grădinaru, S. R., Năstase, I. I., et al. (2018). Using local knowledge and sustainable transport to promote a greener city: the case of Bucharest, Romania. *Environmental Research*, 160 (July 2017), 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.007>.
- Olgun, R. (2020). Sustainable bicycle path planning for medium-sized cities by using GIS-based multicriteria decision-making analysis : a case study from Turkey. *Turkish Journal of Science & Technology*, 15 (1), 19–28. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjst/issue/52579/681293>
- OpenStreetMap (t.y.). <https://www.openstreetmap.org/about> Erişim tarihi: 08/01/2021.
- Özkan, S. P., Şenol, F., and Özçam, Z. (2020). Bicycle route infrastructure planning using GIS in an urban area: the case of İzmir. *Journal of Planning*, 30 (2), 313–327. <https://doi.org/10.14744/planlama.2020.41275>.
- Öztürk, F. (2019). *Sürdürülebilir kent içi ulaşımda bisiklet yollarının planlanması; İstanbul, Gaziosmanpaşa ilçesi örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 566953).
- Öztürk, Ö. F. (2018). *Gümüşhane ili için bisiklet ulaşımı planlaması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 506086).

- Öztürk, S. (2019). *Sürdürülebilir kentsel ulaşımında bisiklet kullanımı: Manisa örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 616739).
- Özyurt, E. K. (2019). *Kiremitliktepe tabyalarının (Köşk -Yıldızkent arası) bisiklet yolu koridoru olarak planlanması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 553441).
- Parkin, J., Wardman, M., and Page, M. (2008). Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. *Transportation*, 35 (1), 93–109. <https://doi.org/10.1007/s11116-007-9137-5>.
- Pinici, F. (2019). *Eskişehir bisiklet yollarının analizi ve planlanması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 600815).
- Polat, Z. A., Memduhoğlu, A., Hacı, M. ve Duman H. (2017). Kentsel büyüme ile motorlu araç trafiği yoğunluğu arasındaki ilişkinin belirlenmesi : İstanbul örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 442–451. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/346389>
- Porto, M. F., Nunes, N. T. R., Vianna De Carvalho, I. R., Teixeira, R. B. A., Fonseca, M. O., Alves, L. V. R., et al. (2018). Comparative analysis between routing methods systems applied to the rural school transport problem in Brazil. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 2 (6), 172–176. Access address: [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/sci/pdfs/ZA186QL18.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/sci/pdfs/ZA186QL18.pdf)
- PTV AG (2018). *PTV VISUM 18 new features at a glance*. https://www.ptvgroup.com/fileadmin/user_upload/Products/PTV_Visum/Documents/Release-Highlights/Overview_Visum2021.pdf Erişim tarihi: 15/10/2020.
- PTV Group (n.d.). <https://www.ptvgroup.com/en/solutions/products/ptv-visum/> Erişim tarihi: 15/10/2020.
- Qashqo, B. (2018). *GIS-based multi-criteria decision analysis for identifying water distribution points: a case study in Lapilang & Suspa regions, Nepal* (M.Sc Thesis). Available from UNIGIS Master Thesis Database.

- QGIS (n.d.). *QGIS - The leading open source desktop GIS*.
<https://qgis.org/en/site/about/index.html> Erişim tarihi: 12/11/2020.
- Raupach, M. R., Marland, G., Ciais, P., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Klepper, G., et al. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 (24), 10288–10293. <https://doi.org/10.1073/pnas.0700609104>.
- Rietveld, P., and Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38 (7), 531–550. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.05.003>.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).
- Saplıoğlu, M., and Aydın, M. M. (2018). Choosing safe and suitable bicycle routes to integrate cycling and public transport systems. *Journal of Transport and Health*, 10 (May), 236–252. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.011>.
- Sawicki, P., Kiciński, M., and Fierek, S. (2016). Selection of the most adequate trip-modelling tool for integrated transport planning system. *Archives of Transport*, 37 (1), 55–66. <https://doi.org/10.5604/08669546.1203203>.
- Say, İ. (2020). *Erzincan ili bisiklet yolu güzergâhı araştırması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 641376).
- Schwartz, W. L., Porter, C. D., Payne, G. C., Suhrbier, J. H., Moe, P. C., and Wilkinson, W. L. (1999). *Guidebook on methods to estimate non-motorized travel: supporting documentation* (Report No: FHWA-RD-98-166), Federal Highway Administration, USA.
- Segadilha, A. B. P., and Sanches, S. da P. (2014). Analysis of bicycle commuter routes using GPSs and GIS. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.200>.

- Shanmugam, S., Ngo, H. H., and Wu, Y. R. (2020). Advanced CRISPR/Cas-based genome editing tools for microbial biofuels production: A review. *Renewable Energy*, 149, 1107–1119. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.107>.
- Shove, E., and Walker, G. (2014). What is energy for? social practice and energy demand. *Theory, Culture & Society*, 31 (5), 41–58. <https://doi.org/10.1177/0263276414536746>.
- Skarphedinsson, A. (2013). *Evaluating a simplified process for developing a four-step transport planning model in VISUM – Application on the capital area of Reykjavik* (M.Sc. Thesis). Available from LUP Student Papers Database (Thesis No. 238).
- Sönmez, M. (2019). *Antakya kenti bisiklet yolu seçeneklerinin analitik hiyerarşi süreci ve ağırlıklandırılmış ölçütler yöntemi ile değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 548489).
- SuperDecision V3.2. (2020). <http://www.superdecisions.com/> Erişim tarihi: 17/02/2020.
- Süme, M., ve Özsoy, S. (2010). Osmanlı'dan günümüze Türkiye'de bisiklet sporu. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24, 345-360. Erişim adresi: <http://dergisosyalbil.selcuk.edu.tr/susbed/article/view/233>
- Şehir İçi Yollarda Bisiklet Yolları, Bisiklet İstasyonları ve Bisiklet Park Yerleri Tasarımına ve Yapımına Dair Yönetmelik (3 Kasım 2015). *Resmi Gazete* (Sayı: 29521). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/11/20151103-1.htm>
- Tekin, M. A. (2019). *Alanya'da sürdürülebilir kentiçi ulaşımda bisiklet* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 566798).
- Terh, S. H., and Cao, K. (2018). GIS-MCDA based cycling paths planning: a case study in Singapore. *Applied Geography*, 94 (April), 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.03.007>.

- The City of Copenhagen Technical and Environmental Administration Traffic Department. (2011). *The City of Copenhagen's Bicycle Strategy 2011-2025*. <https://urbandevdevelopmentcph.kk.dk/node/14> Erişim tarihi: 07/02/2021.
- Topaloğlu, B. (2019). *Spatial analysis of bicycle roads via geographical information systems and questioning their efficiency – case of İzmir* (M.Sc Thesis). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 605441).
- Toronto Cycling Committee. (2001, June). *City of Toronto bike plan*. <https://www.toronto.ca/services-payments/streets-parking-transportation/cycling-in-toronto/> Erişim tarihi:05/01/2021.
- Tosun, E. K. (2009). Sürdürülebilirlik olgusu ve kentsel yapıya etkileri. *PARADOKS, Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 5 (2). Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/338448336_SURDURULEBILIRLIK_OLGUSU_VE_KENTSEL_YAPIYA_ETKILERI
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2021). *Merkezi Dağıtım Sistemi*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Erişim tarihi: 27/12/2021.
- Urbano (n.d.). <https://www.urbano.io/> Erişim tarihi: 20/07/2020.
- US Energy Information Administration. (2021). *International energy outlook 2021*. <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/> Erişim tarihi: 27/12/2021.
- US Environmental Protection Agency. (2018, March). *Greenhouse gas emissions from a typical passenger vehicle*. <https://www.epa.gov/greenvehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle> Erişim tarihi: 05/01/2021.
- Uslu, C., Altunkasa, M. F., Boyacıgil, O., ve Konaklı, N. (2009). Adana kuzeybatı üst kentsel gelişme alanında bisikletli bağlantı olanaklarının değerlendirilmesinde çözümlenmeli bir yaklaşım. *Ekoloji*, 18 (70), 57–66. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2009.708>.
- Van der Waerden, P., and Timmermans, H. (1996). Transportation planning and the use of transcad. *Transportes* 4 (1), 25–37. <https://doi.org/10.14295/transportes.v4i1.290>.

- WCED. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future* (Report No:A/42/427), United Nations.
- Yang, Y., Samaranayake, S., and Dogan, T. (2019). Using open data to derive local amenity demand patterns for walkability simulations and amenity utilization analysis. *Design - ALGORITHMIC AND PARAMETRIC 2 - 2 (November)*, 665–674. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_627.
- Yavuz, B. (2016). *Sürdürülebilir ulaşım kapsamında bisiklet ulaşımının İzmir Bornova ilçesinde irdelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 449247).
- Yazar, K. H. (2006). *Sürdürülebilir kentsel gelişme çerçevesinde orta ölçekli kentlere dönük kent planlama yöntem önerisi* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 191245).
- Yemişçiöğlü, Ş., ve Çivici, T. (2020, Ekim). Covid-19 modu: bisiklet. *Yapı Dergisi*, 460, 35–41.
- Yetişkul, E., ve Şenbil, M. (2010). Kentsel ulaşım sektöründe enerji verimliliği: uluslararası bir karşılaştırma. *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 27 (1), 185–200. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2010.1.10>.
- Yılmaz, D. Ç. (2014). *Analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak istanbul metropoliten alanında toplu taşıma ile bütünleşik bisiklet ağı kümelerinin önceliklendirilmesi* (Doktora Tezi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 353679).
- Yılmaz, E. (2006). *Bolu kentsel alanında bisikletli bağlantı olanaklarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 198030).
- Yorgancıoğlu, P. (2004). *Sürdürülebilir yapım kavramının uygulamaya aktarılmasındaki araç, yöntem ve yaklaşımlara ilişkin bir değerlendirme* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 152169).
- Yüksek Öğrenim Kurumu. (2020). www.istatistik.yok.gov.tr/ Erişim tarihi: 16/01/2021.

- Zhang, X., Estoque, R. C., and Murayama, Y. (2017). An urban heat island study in Nanchang City, China based on land surface temperature and social-ecological variables. *Sustainable Cities and Society*, 32 (May), 557–568. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.005>.
- Zhao, X., Ke, Y., Zuo, J., Xiong, W., and Wu, P. (2020). Evaluation of sustainable transport research in 2000–2019. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120404. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120404>.
- Ziemke, D., Metzler, S., and Nagel, K. (2017). Modeling bicycle traffic in an agent-based transport simulation. *Procedia Computer Science*, 109, 923–928. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.424>.





EKLER

EKLER

EK A: Farklı paydaş gruplarına uygulanan kriter karşılaştırmasına yönelik hazırlanan anket formu.



MİMARLIK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS ÇALIŞMASI “BİSİKLET DOSTU BİR BALIKESİR MÜMKÜN MÜ, YOKSA BİR RÜYA MI?” GÖNÜLLÜ ANKET KATILIM FORMU

Ulaşım sektöründe harcanan fosil yakıt miktarı düşünüldüğünde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çevre sorunlarına karşı çözüm üretme odaklı yaklaşımların başında bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanılması gelmektedir. Balıkesir’de (Karesi ve Altieylül ilçeleri) bisikletin bir ulaşım aracı olarak kullanılabilmesi için öncelikle standartlara uygun ve doğru bisiklet yolu güzergâhlarının belirlenmesi gerekmektedir. Güzergah tayini yapılırken göz önünde bulundurulması gereken kriterler literatür taraması sonucunda belirlenmiş ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tablo üzerinde yapılacak puanlamaların sonucunda kriterler en çok önemli olandan en az önemli olana doğru sıralanacaktır. Gönüllü Anket Katılım Formu dahilinde gerçekleştirilecek olan bu süreç, gizlilik esaslarına göre ilerleyecektir.

Sizden, bisikleti Balıkesir’de bir ulaşım aracı olarak düşünerek, bu kriterlerin birbirlerine göre ne kadar önemli olduğunu “**1 (eşit derecede önemli), 3 (orta derecede önemli), 5 (kuvvetli derecede önemli), 7 (çok kuvvetli derecede önemli), 9 (aşırı önemli)**” puan ölçeğini kullanarak aşağıdaki tablo üzerinde belirtmeniz istenmektedir. Lütfen, sizin için iki kriterden hangisi önemli ise, önemli olarak kabul ettiğiniz kriterin derecesini o kritere yakın olan skaladan işaretleyiniz.

1	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Eğitim	1
2	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yerleşim yapılarına yakınlık	2
3	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Eğitim yapılarına yakınlık	3
4	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sağlık yapılarına yakınlık	4
5	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kamu yapılarına yakınlık	5
6	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alışveriş merkezlerine yakınlık	6
7	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	7
8	Yol genişliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	8
9	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yerleşim yapılarına yakınlık	9
10	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Eğitim yapılarına yakınlık	10
11	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sağlık yapılarına yakınlık	11
12	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kamu yapılarına yakınlık	12
13	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alışveriş merkezlerine yakınlık	13
14	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	14
15	Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	15
16	Yerleşim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Eğitim yapılarına yakınlık	16
17	Yerleşim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sağlık yapılarına yakınlık	17
18	Yerleşim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kamu yapılarına yakınlık	18
19	Yerleşim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alışveriş merkezlerine yakınlık	19
20	Yerleşim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	20
21	Yerleşim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	21
22	Eğitim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sağlık yapılarına yakınlık	22
23	Eğitim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kamu yapılarına yakınlık	23
24	Eğitim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alışveriş merkezlerine yakınlık	24
25	Eğitim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	25
26	Eğitim yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	26
27	Sağlık yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kamu yapılarına yakınlık	27
28	Sağlık yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alışveriş merkezlerine yakınlık	28
29	Sağlık yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	29
30	Sağlık yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	30
31	Kamu yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Alışveriş merkezlerine yakınlık	31
32	Kamu yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	32
33	Kamu yapılarına yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	33
34	Alışveriş merkezlerine yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yeşil alanlara yakınlık	34
35	Alışveriş merkezlerine yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	35
36	Yeşil alanlara yakınlık	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Otobüs duraklarına yakınlık	36

Katkınız ve zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

İletişim Bilgileri: Şükran Yemişçioglu

