

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNDE YOLCULUK
SÜRESİNİN PERFORMANS BAKIMINDAN
İNCELENMESİ: MUĞLA ÖRNEĞİ

Ece Ümmühan YASLIKAYA

Ekim, 2019
İZMİR

TOPLU ULAşIM SİSTEMLERİNDE YOLCULUK SÜRESİNİN PERFORMANS BAKIMINDAN İNCELENMESİ: MUĞLA ÖRNEĞİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Programı

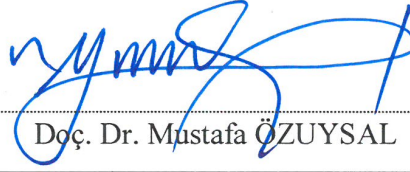
Ece Ümmühan YASLIKAYA

Ekim, 2019

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ECE ÜMMÜHAN YASLIKAYA, tarafından DOÇ.DR. MUSTAFA ÖZUYSAL yönetiminde hazırlanan “TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNDE YOLCULUK SÜRESİNİN PERFORMANS BAKIMINDAN İNCELENMESİ: MUĞLA ÖRNEĞİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

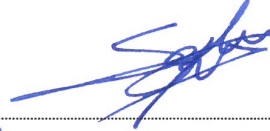
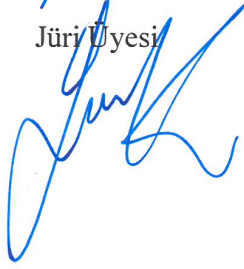


Doç. Dr. Mustafa ÖZUYSAL

Yönetici

Dr. Öğretim Üyesi Gökhan GELİHAN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Serhan TANYEL

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tezimin hazırlanması aşamasında sürekli olarak kendimi geliştirmemi sağlayarak beni yönlendiren danışmanım Doç.Dr. Mustafa ÖZUYSAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Lisans eğitimim boyunca uzmanlaşmak istediğim alanı belirlememe ve bu yolda kendime hedefler koymamı sağlayan sevgili hocalarım Yrd.Doç.Dr. Yıldırım ORAL'a ve Erhan ÖNCÜ'ye, Yüksek lisans eğitimim sırasında engin bilgi, tecrübe ve yol gösterici duruşuyla akademik ve meslek bilinci oluşturmama katkılarını sunan değerli hocam Prof. Dr. Serhan TANYEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam sürecinde gerek motivasyon gerek bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli mesai arkadaşlarıma; her adımda yanımda olup her türlü desteği sağlayan sevgili arkadaşlarım Fulya ESENBOĞA, Tayfun KARATAŞ ve Elvin ÖZDEMİR SİVRİ'ye, çalışmaya katkılarından dolayı Muğla Büyükşehir Belediyesi'ne ve akademik hayatın bana kazandırdığı en önemli değer olan canım dostum Deniz PAYTAR'a her koşulda yanımda olduğu için teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında bana maddi manevi desteklerini esirgemeyen şuan bulunduğum konumda olmamı sağlayan annem Elif ERCAN, babam Bülent ERCAN'a, tüm zorlukların üstesinden birlikte geldiğimiz sevgili eşim Can YASLIKAYA'ya ve hayattaki en güzel duyguyu yaşamamı sağlayan biricik oğlum Tuna YASLIKAYA'ya bana kattıkları tüm değerlerden dolayı teşekkür ederim.

Ece Ümmühan YASLIKAYA

TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNDE YOLCULUK SÜRESİNİN PERFORMANS BAKIMINDAN İNCELENMESİ: MUĞLA ÖRNEĞİ

ÖZ

Kentler topluma bağlı olarak sürekli değişim geçiren içerisinde yaşayan toplumun barınma, ulaşım, sosyo-kültürel etkinlikler gibi ihtiyaçlarının karşılandığı dinamik birimlerdir. İnsanoğlunun geleceği bilme isteği planlama kavramını ilkel çağlardan günümüz modern kentlerine kadar karşımıza çıkarmıştır. Bugün anladığımız hatlarıyla kentsel planlama kavramı Sanayi Devrimini izleyen döneme denk gelmekle birlikte ulaşım planlamasına da etkileri büyük olmuştur. Kentsel planlama, Ulaşım ve Zaman kavramları önemini Sanayi Devrimi ile iyiden iyiye hissettirirken, bugün geline uzay çağında sanal mekân, bir yandan kentin bir alternatifi olarak karşımıza çıkmakta, bir yandan da kentin yapılaşmasını etkilemektedir. Bununla birlikte, insanoğlu günümüzde her türlü bilgi, belge ya da hizmete en hızlı şekilde ulaşma arzusu taşımaktadır.

Konut gelişiminin artması ve kentlerdeki yayılım, bölgede yaşayan sakinlerin seyahat sürelerinin kısaltılmasını değerlendirmek gerekliliğini de ortaya çıkarmıştır. Günümüzde artan taşıt trafiğinin olumsuz etkilerini azaltmada alternatif olarak kullanılacak toplu taşıma sistemlerinin ise performans düzeylerinin yüksek olması, kullanıcılar ve sistem sağlayıcıları açısından önemli olacaktır. Zamanın değeri, altyapının geliştirilmesinden sonra zaman tasarrufu nedeniyle yolcular tarafından elde edilen bir fayda olmakla birlikte, toplu taşımada seyahat sürelerinin değişkenliğini anlamak performans değerlendirmesinde önemli bir kıstastır.

Tez çalışmasında toplu taşımaya yönelik talebin, yolculuk süresine bağlı performans göstergelerinin yanı sıra, erişilebilirlik ve arazi kullanım kararlarından nasıl etkilendiği modellenmiştir. Araştırma, Muğla ilinin merkez ilçesi olan Menteşe’de 129 analiz bölgesinde Ulaşım Ana Planı kapsamında yapılan hane halkı anketleri ve trafik sayımları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Yapılan modellemeler sonucunda, yolculuk talebinin yüksek oranda erişilebilirlik indeksi ve süreden etkilendiği, arazi kullanım türlerinde ise, ticaret kullanımlarının yolculuk talebini en çok etkileyen arazi yapılaşması olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Toplu taşıma, performans, yolculuk süresi, erişilebilirlik, arazi kullanım



INVESTIGATION OF TRAVEL TIME BASED PERFORMANCE OF PUBLIC TRANSPORTATION SYSTEMS: THE CASE OF MUĞLA

ABSTRACT

Cities have a dynamic structures that experience a change from time to time, depending on societies' needs. Transportation planning has emerged roughly at the same time as the period of industrial revolution just as urban planning. While urban planning, time and space come into prominence along with the industrial revolution, imaginary space is influential part of today's spatial planning.

Today, the high level of performance of the public transportation systems that will be used as an alternative in reducing the negative effects of increasing vehicle traffic will be important for users and system providers. While the value of time is a benefit for passengers due to time savings after the development of infrastructure, understanding the variability of travel times in public transport is an important criterion in performance evaluation.

In this thesis, it is aimed to model the indicators of performance which is connected to demand of public transportation as well as, how accessibility and land use effected. The case study is carried out in 129 analysis region of Menteşe, which is the capital sub province of Muğla. The study is done with the surveys of household and traffic counts that are applied within the scope of Transportation Master Plan of Muğla.

As a result of the modeling, it was concluded that the travel demand is highly affected by the accessibility index and time, and in land use types, it is concluded that trade use is the land structure that affects the travel demand the most.

Keywords: Public transport, performance, travel time, accessibility, land use

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş	1
1.2 Çalışmanın Amacı	2
BÖLÜM İKİ - TOPLU TAŞIMA VE ZAMAN	3
2.1 Dünyada Toplu Taşıma	3
2.2 Türkiye’de Toplu Taşıma.....	5
2.2.1 İstanbul’da Toplu Taşıma.....	5
2.2.2 Ankara’da Toplu Taşıma.....	6
2.2.3 İzmir’de Toplu Taşıma.....	7
2.3 Kent ve Ulaşım Planlamasında Zaman Kavramı.....	8
BÖLÜM ÜÇ - TOPLU TAŞIMA PERFORMANS GÖSTERGELERİ	11
3.1 Performans Ölçütleri.....	12
BÖLÜM DÖRT - TOPLU TAŞIMA VE ERİŞİLEBİLİRLİK KAVRAMI.....	22
4.1 Erişilebilirliği Etkileyen Faktörler.....	24
4.1.1 Yolculuk Talebi	24

4.1.2 Hareketlilik (Mobilité)	24
4.1.3 Ulaşım Seçenekleri	25
4.1.4 Kullanıcı Bilgisi	26
4.1.5 Entegrasyon, Terminaller ve Otopark	27
4.1.6 Ücretlendirme ve Alım Gücü.....	27
4.1.7 Arazi Kullanım	28
4.1.8 Ulaşım Ağı.....	29
4.1.9 Erişilemezliğin Değerlendirilmesi	29
4.2 Toplu Taşıma ve Erişilebilirlik.....	30
BÖLÜM BEŞ - ANALİZ BÖLGESİ VE VERİLER	34
5.1 Otobüsler	39
5.2 Denetimli Özel Halk Araçları (DÖHA)	42
5.3 Özel Toplu Taşıma Araçları (ÖTTA)	44
5.4 Minibüsler	46
5.5 Analiz Bölgesine İlişkin Ulaşım Ana Planı Çalışması ve Sonuçları.....	48
BÖLÜM ALTI - MODELLEME ÇALIŞMALARI.....	55
6.1 Talep - Süre İlişkisi.....	56
6.1.1 Ev – İş Yolculukları	56
6.1.2 Ev – Okul Yolculukları	60
6.1.3 Ev – Diğer Yolculuklar	63
6.1.4 Diğer Yolculuklar	66
6.1.5 Tüm Yolculuklar Regresyon Analizi Sonuçları	69
6.1.6 Analiz Zonları TSI Değeri.....	70
6.1.7 Kilometrede Sunulan Koltuk Kapasitesi	72
6.2 Talep – Arazi Kullanım İlişkisi	73
6.3 Talep – Erişilebilirlik İlişkisi.....	77
6.4 Genelleştirilmiş Tahmin Modelleri.....	81

BÖLÜM YEDİ - SONUÇ VE DEĞERLENDİRME82

KAYNAKLAR.....84



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Paris’te atla çekilen omnibüsler	3
Şekil 2.2 Paris’te atla çekilen tramvaylar.....	4
Şekil 2.3 Elektrikli tramvaya eklenmiş eski atlı tramvay vagonu	5
Şekil 2.4 Ulus meydanı belediye otobüsleri.....	6
Şekil 2.5 İzmir Gazi Bulvarı atlı tramvay	7
Şekil 4.1 Hareketlilik- erişilebilirlik ilişkisi	25
Şekil 5.1 Muğla – Menteşe ilçesi konumu	34
Şekil 5.2 Muğla ilçeleri nüfusları	34
Şekil 5.3 Menteşe ilçesi Mer-İ İmar Planı	35
Şekil 5.4 İllere göre kişi başına düşen araç sayısı	36
Şekil 5.5 Muğla ili otomobil sahiplilik projeksiyonu	36
Şekil 5.6 Menteşe ilçesi tescilli araçlar.....	37
Şekil 5.7 Analiz bölgesi toplu taşıma hatları.....	38
Şekil 5.8 Analiz bölgesi otobüs yolcu taşıma istatistikleri	40
Şekil 5.9 Menteşe ilçesi Muğla Büyükşehir Belediyesi otobüs hatları.....	41
Şekil 5.10 Menteşe ilçesi denetimli özel halk otobüsü hatları	43
Şekil 5.11 ÖTTA hatları yolcu istatistikleri	44
Şekil 5.12 Menteşe ilçesi özel toplu taşıma hatları.....	45
Şekil 5.13 Minibüs hatlarında zirve saatlerde ortalama sefer süresi	46
Şekil 5.14 Menteşe ilçesi minibüs kooperatifi hatları.....	47
Şekil 5.15 Muğla Ulaşım Ana Planı hazırlanması yöntemi ve süreci	48
Şekil 5.16 İl geneli sosyo-ekonomik dağılım.....	49
Şekil 5.17 Yolculuk sürelerinin amaçlara göre dağılımı.....	51
Şekil 5.18 Menteşe ilçesi analiz zonları.....	52
Şekil 5.19 Yolculukların amaçlarına göre dağılımı	52
Şekil 5.20 Yolculukların türlere göre dağılımı.....	53
Şekil 5.21 Konut uçlu iş yolculuklarının türel dağılımı.....	53
Şekil 5.22 Konut uçlu okul yolculuklarının türel dağılımı	54
Şekil 5.23 Konut uçlu diğer yolculukların türel dağılımı	54

Şekil 5.24 Diğer yolculukların türel dağılımı.....	54
Şekil 6.1 Akış şeması.....	55
Şekil 6.2 Yaratılan ev-iş yolculukları süre-olasılık grafiği	57
Şekil 6.3 Çekilen ev-iş yolculukları süre-olasılık grafiği	58
Şekil 6.4 Yaratılan ve çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar dağılım grafiği.....	59
Şekil 6.5 Yaratılan ev-okul yolculukları süre-olasılık grafiği.....	61
Şekil 6.6 Çekilen ev-okul yolculukları süre-olasılık grafiği	61
Şekil 6.7 Yaratılan ve çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar dağılım grafiği	62
Şekil 6.8 Yaratılan ev-diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği.....	64
Şekil 6.9 Çekilen ev-diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği	64
Şekil 6.10 Yaratılan ve çekilen ev- diğer amaçlı yolculuklar dağılım grafiği	65
Şekil 6.11 Yaratılan diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği.....	67
Şekil 6.12 Çekilen diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği	67
Şekil 6.13 Yaratılan ve çekilen diğer yolculuklar dağılım grafiği	68
Şekil 6.14 Yaratılan ve çekilen tüm yolculuklar dağılım grafiği	69
Şekil 6.15 Analiz zonları TSI değer haritası	70
Şekil 6.16 Analiz zonları TSI değerleri	71
Şekil 6.17 Analiz bölgesi sefer sayısı-koltuk kapasitesi	72
Şekil 6.18 Analiz bölgesi arazi kullanım durumu	73
Şekil 6.19 Analiz bölgesi arazi kullanım dağılımı.....	74
Şekil 6.20 Çekilen talep-yaratılan talep sanayi ilişkisi	75
Şekil 6.21 Çekilen talep-ticaret-kamu ilişkisi	75
Şekil 6.22 Çekilen talep-rekreasyon-kamu ilişkisi	76
Şekil 6.23 Yaratılan talep-konut-turizm ilişkisi	76
Şekil 6.24 Ev - iş yolculukları erişilebilirlik indeksi haritası.....	78
Şekil 6.25 Ev - okul yolculukları erişilebilirlik indeksi haritası.....	78
Şekil 6.26 Ev - diğer yolculuklar erişilebilirlik indeksi haritası.....	79
Şekil 6.27 Diğer yolculuklar erişilebilirlik indeksi haritası	79
Şekil 6.28 Tüm yolculuklar erişilebilirlik indeksi haritası.....	80

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1 Teknik etkinlik ölçütleri	15
Tablo 3.2 Girdilere göre hizmet kullanım ölçütleri	17
Tablo 3.3 Hizmet yoğunluğu ölçütleri	18
Tablo 3.4 Hizmetin göreceli düzey ölçütleri	19
Tablo 3.5 Zaman performansı ölçütleri.....	19
Tablo 3.6 Hizmetin göreceli kapsam ölçütleri	20
Tablo 3.7 Hizmetin göreceli performans ölçütleri.....	21
Tablo 3.8 Diğer kalite araçları ölçütleri	21
Tablo 4.1 PTAL ve AI karşılaştırması.....	33
Tablo 5.1 İlçelere göre belediye araçları filo sayısı.....	39
Tablo 5.2 Menteşe belediye otobüs hatları araç ve sefer sayıları.....	39
Tablo 5.3 Menteşe denetimli özel halk aracı hatları araç ve sefer sayıları	42
Tablo 5.4 Menteşe özel toplu taşıma aracı hatları araç ve sefer sayıları	44
Tablo 5.5 Anket sonuçlarına göre ilçe bazında büyütülmüş özet bilgiler	49
Tablo 5.6 Yolculukların ulaşım türlerine göre dağılımı	50
Tablo 5.7 Yolculuk sürelerinin ulaşım türlerine göre dağılımı	51
Tablo 6.1 Yaratılan ev-iş amaçlı yolculuklar regresyon model özeti.....	59
Tablo 6.2 Yaratılan ev-iş amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu	59
Tablo 6.3 Çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar regresyon model özeti	60
Tablo 6.4 Çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu	60
Tablo 6.5 Yaratılan ev-okul amaçlı yolculuklar regresyon model özeti.....	62
Tablo 6.6 Yaratılan ev-okul amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu.....	62
Tablo 6.7 Çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar regresyon model özeti.....	63
Tablo 6.8 Çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu	63
Tablo 6.9 Yaratılan ev-diğer amaçlı yolculuklar regresyon model özeti.....	65
Tablo 6.10 Yaratılan ev-diğer yolculuklar katsayılar tablosu	65
Tablo 6.11 Çekilen ev-diğer amaçlı yolculuklar regresyon model özeti.....	66
Tablo 6.12 Çekilen ev-diğer yolculuklar katsayılar tablosu	66

Tablo 6.13 Yaratılan diğer yolculuklar regresyon model özeti.....	68
Tablo 6.14 Yaratılan yolculuklar katsayılar tablosu	68
Tablo 6.15 Çekilen diğer yolculuklar regresyon model özeti.....	69
Tablo 6.16 Çekilen diğer yolculuklar katsayılar tablosu	69
Tablo 6.17 Yaratılan tüm yolculuklar regresyon model özeti.....	69
Tablo 6.18 Yaratılan tüm yolculuklar katsayılar tablosu	70
Tablo 6.19 Çekilen tüm yolculuklar regresyon model özeti.....	70
Tablo 6.20 Çekilen tüm yolculuklar katsayılar tablosu	70
Tablo 6.21 TSI korelasyon tablosu.....	71
Tablo 6.22 TSI değeri regresyon model özeti	71
Tablo 6.23 TSI katsayılar tablosu.....	71
Tablo 6.24 Kilometrede sunulan koltuk kapasitesi- yolculuk süresi regresyon model özeti.....	72
Tablo 6.25 Kilometrede sunulan koltuk kapasitesi- yolculuk süresi katsayılar tablosu	73
Tablo 6.26 Arazi kullanım durumu regresyon testi sonuçları.....	74
Tablo 6.27 Arazi kullanım durumu katsayılar tablosu.....	74
Tablo 6.28 Erişilebilirlik regresyon testi sonuçları.....	80
Tablo 6.29 Erişilebilirlik katsayılar tablosu	81
Tablo 6.30 Genelleştirilmiş tahmin modeli regresyon testi sonuçları	81
Tablo 6.31 Genelleştirilmiş tahmin modeli katsayılar tablosu.....	81

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Giriş

Günümüzde kentler trafik sorunları, çevre kirliliği, gürültü ve trafik kazalarındaki artışlarla uğraşma durumunda kalmaktadır. Bu durumları en aza indirmek ve ulaşım bağlantılarındaki sıkışıklığı azaltmak için alınabilecek en büyük önlemlerden birisi yolcuların toplu ulaşım sistemlerini kullanmalarını sağlamaktır. Toplu ulaşım sistemleri sürdürülebilir ve çevreye duyarlı olmalarından dolayı uzun zamandır dikkat çekmektedir. Çevresel faydalarıyla birlikte, araç sahibi olmayan kişilerin de zorunlu ya da diğer yolculuk ihtiyaçlarını sosyal eşitlik ilkesi gereği karşılamalarına olanak sağlamaktadır. Ancak günümüzde özel taşıt kullanımı, toplu ulaşım sistemlerinin kullanımından daha cazip konumdadır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi, toplu ulaşım sistemlerinin performansının kullanıcılara yeterli gelmemesidir. Kullanıcılara toplu ulaşım sistemlerinin yeterince çekici gelmemesi özel taşıt kullanımının gün geçtikçe daha da artmasına neden olmaktadır.

Toplu ulaşım sistemlerinin özel otomobil kullanımından pay almalarını sağlamanın en kolay ve güvenilir yolu ise, toplu taşıma sistemlerini özel otomobil ile yarışır duruma getirebilmektedir. Bunu sağlamanın en etkili yolu ise, toplu taşıma sistemlerinin performans açısından güçlendirilmesi ve bu operasyon esnasında toplu taşıma sistemlerinin performansının etkin bir şekilde değerlendirilmesi ve geliştirici yönde önlemler alınmasıdır.

Toplu ulaşım sistemlerinin kalitesine katkıda bulunan en önemli faktörlerden birisi yolculuk bilgisidir. Kullanıcının yapacağı yolculukla ilgili önceden edineceği bilgiler, kullanım tercihinin etkilemektedir. Buradaki en önemli faktörlerden birisi yolculuk süresidir. Kullanıcı seyahat edeceği başlangıç ve varış noktası arasında en az çaba ve minimum süreyle yolculuk etmek isteyecektir. Yolculuk süresi ise, toplu taşıma sistemlerinin performans seviyesi yanı sıra erişilebilirlik düzeyi, arazi kullanım gibi

mekânsal özelliklerden etkilenmekle birlikte, arazi kullanım yapısı erişilebilirlik düzeyini belirleyebilmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Ülkemizde özellikle lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarının planlanan kalkış-varış sürelerine uyması trafik koşulları nedeniyle oldukça güç olmaktadır. Duraklardaki bekleme süreleri uzamakta, toplu taşımada güvenilirlik azalmakta ve toplu taşıma sistemlerinin performans düzeyleri düşmektedir. Bu bağlamda söz konusu çalışmanın amacı etkin performans göstergelerinden olan yolculuk süresinin, talep ve erişilebilirlik, arazi kullanım durumu gibi mekânsal özelliklerle olan ilişkisini ortaya koyabilmek ve imar planlarının yapım aşamasında toplu taşıma sistemlerinin erişilebilirlik düzeylerinin arttırılmasına yönelik öneriler sunmaktır.

BÖLÜM İKİ

TOPLU TAŞIMA VE ZAMAN

2.1 Dünyada Toplu Taşıma

Taşımacılık sistemleri incelendiğinde antik çağlarda görülen feribot benzeri ulaşım sistemleri geç ortaçağda da Venedik gibi ticaret merkezi olan şehirlerde karşımıza çıkmaktadır. On altıncı yüzyıl boyunca da organize edilmiş çeşitli şehirlerarası toplu ulaşım araçları ortaya çıkmıştır. Posta sistemi kapsamında, ana yollar üzerinde posta işlemlerinin gerçekleştirilmesine yönelik atlar ve atlı posta arabaları çalıştırılmaya başlanmıştır. Öncelikle eşyaların taşınması için kullanılan araçlar, on altıncı yüzyılın başından itibaren düzenli olarak sabit güzergâhlarda çalıştırılmaya başlanmıştır. On yedinci yüzyıla gelindiğinde ise bu araçlar şehirlerarası ulaşım koşullarına uyarlanmaya çalışılmıştır. Toplu taşımacılığın başlangıcı olarak da kabul edilebilecek faytonlar ilk olarak 1600’lü yıllarda Londra’da karşımıza çıkmaktadır. Vuchic (2007) 1600’lü yılların sonuna gelindiğinde kentte 700’e yakın atlı fayton lisansı bulunduğunu belirtmektedir.

Dünya genelinde ise gerçek bir toplu taşıma sistemine yönelik ilk örneğin “Omnibüs” olarak adlandırılan, çekme gücü olarak atın kullanıldığı, 18 kişi kapasiteli araçlarla on sekizinci yüzyılda Fransa da görüldüğü öne sürülmektedir. Bu sistem sonrasında Avrupa ve Amerika kentlerinde de görülmüştür (Tanış ve Ögüt, 2007).



Şekil 2.1 Paris’te atla çekilen omnibüsler (Vuchic, 2007)

On dokuzuncu yüzyılda atlı omnibüsler yerini atlı tramvaylara bırakmıştır. İlk örneği ise 1800’lü yıllarda NewYork’da görülmüştür (Vuchic, 2007).



Şekil 2.2 Paris’te atla çekilen tramvaylar (Vuchic, 2007)

Baştürk’ün 2014 yılında yaptığı çalışmaya göre ise 21. yy’a gelindiğinde Dünya’nın bir çok kentinde toplu taşıma sistemlerinde lastik tekerlekli taşımacılık ön planda olmakla birlikte, artan ulaşım ihtiyaçlarının teknolojik gelişmelere paralel olarak tramvay, hafif raylı sistem, metro, monoray, finüküler, maglevli sistemler, gibi farklı kent içi toplu taşım sistemlerinin de gelişme göstermektedir.

Sanayi devrimi ise beraberinde kentsel çalışma ve konut alanlarının birbirinden ayrışmasını getirmiştir. Buna bağlı olarak da kentlerde ulaşım ihtiyacı doğmuş bu ihtiyacın farklı türlerle karşılanması zorunluluğu açığa çıkmıştır. Kullanıcılar ulaşım ihtiyaçlarını karşılariken önerilen türler arasındaki seçimlerini araç kapasitesi, sefer çizelgesi, hız, durak mesafeleri gibi parametreleri göz önünde bulundurarak gerçekleştirmişlerdir. Günümüzde de bu parametrelere bağlı olarak ortaya çıkan kapasite ve maliyet değerleri ulaşım türlerinin karşılaştırılmasında en önemli unsuru oluşturmaktadır (Uygun, 2012).

2.2 Türkiye’de Toplu Taşıma

2.2.1 İstanbul’da Toplu Taşıma

İstanbul’da 1869 yılında Dersaadet Tramvay Şirketinin kurulmasıyla İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT)’nin de temelleri atılmıştır. 1871 yılında ilk atlı tramvaylara hizmete sokulmasıyla birlikte Londra’dan sonra dünyanın en eski ikinci metrosu konumunda olan Tünel, İstanbullulara hizmet vermeye başlamıştır. 1985 yılında Özel Halk Otobüslerini yönetmeye başlayan şirket, 1991 yılında Taksim-Tünel nostaljik tramvay hattını İstanbul halkıyla buluşturmuştur. 1993 yılında çift katlı otobüslerle hizmet vermeye başlayan işletme 1995 yılında elektronik ücret toplama sistemine geçmiştir. 2007 yılında Metrobüs hizmete girmiş, 2013 yılında şirket filosuna 1705 otobüs daha katmıştır (İETT, 2019).



Şekil 2.3 Elektrikli tramvaya eklenmiş eski atlı tramvay vagonu (İETT, 2019)

İstanbul’un üç tarafının denizlerle çevrili olması, ulaşımın uzun yıllar boyunca denizyoluyla sağlanması ve deniz yolu konusunda gelişmesini beraberinde getirmiştir. Haliç, Boğaziçi ve Marmara denizi sularında tarih boyunca sandallar ve kayıklarla taşımacılık yapılmıştır. Buharlı gemilerin keşfiyle de deniz yolu taşımacılığı özel işletmecilerin ilgi alanına girmiştir. İstanbul içindeki ilk vapur işletmeleri 1844 yılına

uzanmaktadır. Kentte ilk arabalı vapur ise 1871 yılında görülmüştür. 1990'lı yıllara gelindiğinde ise denizyolu işletmeleri yılda ortalama 75 milyon yolcu taşımaktaydı. Günümüzde de İstanbul'da denizyolu taşımacılığı büyüyen filosuyla hizmetlerine devam etmektedir (Çontay ve Noyan, 2011).

2.2.2 Ankara'da Toplu Taşıma

Başkent olmadan önce küçük bir kasaba olan Ankara'da yolculuklar genel olarak yaya gerçekleştirilirken, nüfusun artmasıyla beraber yolculuk alışkanlıkları da değişim göstermeye başlamıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarında kentin henüz yeni yeni gelişmesi sebebiyle toplu taşıma hizmetinin yok denecek kadar az olduğu söylenmektedir. Yıldız'ın 2017 yılında yaptığı çalışmada Cumhuriyetin ilk yıllarındaki olumsuz ekonomik koşulların Ankara'nın ulaşım sistemini etkilediği, tarifesiz işletilen “dolmuş” hatlarının kentin ulaşım kemiğini oluşturduğunu vurgulamaktadır. 1950'li yıllarda elektrik ve havagazı işletmesine katılan belediye otobüs işletmesi sonucunda oluşan “EGO” otobüs ve trolleybüs alımı yaparak kentteki toplu taşıma kullanım oranlarını artırmıştır.



Şekil 2.4 Ulus meydanı belediye otobüsleri (Yıldız, 2017)

1980'li yıllara gelindiğinde ise otobüs filosunun sayıca fazla olması, bunun yanı sıra özel halk otobüsü, minibüs dolmuş sayılarının gün geçtikçe artmasına karşın, toplu taşıma filosu talebe karşılık verememeye başlamış ve metro projesinin ilk adımları atılmıştır. 1992 yılında inşaata başlayan hat 1996 yılında Dikimevi-AŞTİ

güzergahında hizmete girmiştir. Günümüzde ise kentte Ankaray, Ankara Metrosu ve EGO toplu taşıma hizmeti sunmaya devam etmektedir.

2.2.3 İzmir’de Toplu Taşıma

19. yüzyıllarda İzmir limanı bütün devletlerin gemilerine, aynı zamanda da eşeklerle gelen kervanlara ev sahipliği yapmıştır. Egeden Trakya’dan, Karadeniz’den ve Avrupa’dan birçok ürün İzmir Limanına gönderilmiştir. Gelen mallar ise Anadolu’nun çeşitli kentlerine at ve eşeklerle sağlanmıştır. Malların taşınmasının yanı sıra da insan taşımada at ve eşekler hizmet vermiştir. 19. Yüzyıl sonlarına doğru taşımacılığın daha hızlı gerçekleştirilebilmesi adına demiryolları kullanılmaya başlanmıştır. Ticaret hacminin gelişmesiyle birlikte tramvay hattı kurulmuş, tramvay hattının geçmediği bölgelerdeki yolculuk talebinin karşılanması amacıyla da besleyici fayton hatları hizmete geçirilmiştir. 20. yy a gelindiğinde İzmir’de vapur, atlı tramvay ve fayton olarak üç toplu taşıma sistemi görülmektedir. Cumhuriyet dönemiyle birlikte İzmir’in nüfus açısından hızla gelişmesi tramvayların kent içi ulaşımında yetersiz kalmasına sebep olmuştur. Atlı tramvaylar yerini elektrikli tramvaylara bırakırken, bunları destekleyen otobüsler de filoya katılmaya başlamıştır. 1954 yılında ise Türkiye’de ilk kez trolleybüs İzmir’de hizmet vermeye başlamıştır (Duygulu, 2013).



Şekil 2.5 İzmir Gazi Bulvarı atlı tramvay (ESHOT, 2013)

2.3 Kent ve Ulaşım Planlamasında Zaman Kavramı

Kentler toplumsal açıdan sürekli gelişen, içerisinde yaşayan toplumun barınma, ulaşım, sosyo-kültürel etkinlikler gibi ihtiyaçlarının karşılandığı nüfusun diğer yerleşim birimlerine göre nispeten yoğun olduğu, dinamik birimlerdir (Karakurt, 2006) Planlama ise tasarımların, zaman içerisinde belirli bir hedef doğrultusunda sistematik olarak kurgulanması olarak tanımlanabilir (Ersoy, 2007).

İnsanoğlunun geleceği bilme, geleceği yönetme dürtüsüne sahip bir canlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, planlama kavramının en ilkel çağlardan günümüz modern kentlerine kadar sürekli olarak karşımıza çıkması muhtemeldir. Kentsel planlamanın dar kapsamlı fikri tarımın icadı akabinde yerleşik hayata geçilen Neolitik Çağ ile başlamış olsa da, bugün anladığımız hatlarıyla kentsel planlama kavramı Sanayi Devrimi'ni izleyen döneme denk gelmektedir. Kentlerde fabrika vb. gibi sanayi yapılarının yoğunlaşması, kır nüfusunun kente göç etmesine sebep olmuş, artan kır-kent ilişkisi sonucunda kentler nüfusun gerektirdiği altyapı, konut, ulaşım ve çevre ihtiyaçlarına cevap verememeye başlamış bu da beraberinde kent planlaması çalışmalarını getirmiştir (Ersoy, 2007).

Kentsel planlamanın yanı sıra, ulaşım planlamasına da Sanayi Devrimi'nin etkileri büyük olmuştur. Avrupa ve Amerika'da üretimdeki değişmelerle birlikte mevcut ulaşım sistemleri yetersiz kalmıştır. Ürünlerin zamanında yetiştirilmesinde nehir yolu talebi karşılamayınca, karayolu sistemlerinin geliştirilmesi gereği doğmuştur. 18. yy ikinci yarısı ve 19. yy ilk yarısında yol yapım ve satıl dayanıklılığına ilişkin yeni teknikler geliştirilmeye başlanmıştır (Kılınçaslan, 2012).

Kentsel planlama, Ulaşım ve Zaman kavramları önemini Sanayi Devrimi ile birlikte iyiden iyiye gün yüzüne çıkarırken, bugün geline uzay çağında sanal mekân, bir yandan kentin bir alternatifi olarak karşımıza çıkmakta, bir yandan da kentin yapılaşmasını etkilemektedir. Sanayi toplumlarında ulaşım araçları vapur, demiryolu gibi yolculukların uzun süreler aldığı taşıtlar olurken, bilgi toplumunda ulaşım araçları veriye en hızlı ulaştıracak olan uçak olmaktadır. Yani insanoğlunun günümüzde her

türlü bilgi, belge ya da hizmete en hızlı şekilde ulaşma arzusu vardır. Bugün geldiğimiz noktada insanlar evlerinden çıkmadan temel ihtiyaçlarını dahi en kısa sürede karşılamaya çalışmaktadır (Kılınçaslan, 2012).

Birçok şehirde, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ulaşım sistemlerine ilişkin politikalar ve tasarımlar geliştirilirken, yolculuk süresinden tasarruf elde edilmesi son derece önemli bir konudur (Ambarvati, Indriastuti ve Kusumawardhani, 2017).

Banliyö bölgelerindeki konut gelişiminin artmasıyla bu bölgede yaşayan sakinlerin seyahat sürelerinin kısaltılmasını değerlendirmek gerekliliği de ortaya çıkmıştır. Genel yaklaşım zamana yönelik tasarruf analizlerinin, ulaştırma altyapıları ve toplu taşıma sistemlerinin gelecekteki konut planları ile bütünleşik bir sistemde olmasıdır (Ambarvati ve diğer., 2017).

Zamanın değeri, yolculara yönelik faydaların ekonomik açıdan değerlendirilmesinde ana etkenlerden biridir. Wardman yolcu davranışı ve talep tahminlerinin kişinin seyahat süresi için ödeme istekliliğinin, seyahat talep modelinden tahmin edilebileceğini ve zaman ile para arasında eşleşen bir takas olduğunu belirtmiştir (Wardman, 1998). Mackie, Jara-Diaz ve Fowkes ve diğer. kıt kamu kaynaklarının kullanımının sosyal olarak kabul edilebilirliğini belirlemek için zaman değerinin tahmininin gerekli olduğunu savunmuş ve bazı projelerde sosyal onay almak için doğrudan ödeme istekliliğinin değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir (2001). Tseng ve Verhoef (2008)'e göre, bireylerin zamana bağlı gölge fiyatları sabahın zirve saatlerde diğer zaman dilimlerine göre oldukça değişkenlik gösterdiğini ve sonuç olarak seyahat süresi tasarruf değerinin zamana bağlı olduğunu belirtmiştir.

Zamanın değeri, altyapının geliştirilmesinden sonra zaman tasarrufu nedeniyle yolcular tarafından elde edilen bir faydadır.

Bu bağlamda da toplu taşımada seyahat sürelerinin değişkenliğini anlamak, günlük trafikteki değişimler ve iyileştirmeler hakkında bilgi edinmek, yolculara yeterli

(gerçek zamanlı) bilgi sağlamak ve toplu taşıma hatlarını optimize etmek açısından çok değerlidir (Büchel ve Corman, 2018).

Toplu taşıma yolculuklarının yolculuk süreleri çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Oort, Sparing, Brands ve Goverde(2015)'nin iç ve dış olarak 2 grub ayırdığı bu faktörler kullanıcılar tarafından sisteme güvenilirliği belirleyen unsurlardır. Yolculuk süresini etkileyen faktörlerin, yolculuk süresinden daha değerli olduğu çalışmalarla ortaya konmuştur.

Yolculuk sürelerinin ise istatistiksel dağılımlar ile açıklanması gerekmektedir. İstatistiksel dağılımlar seyahat süresi değişkenliğinin modelini tanımlayabilmektedir. Yolculuk sürelerinin dağılımını anlamak, güvenilirliği analiz etmek için ilk adımdır. Yolculuk süresi dağılımı uygun seçildiğinde, ulaşım ve toplu taşıma sistemlerinin modellenmesine yönelik mikro simülasyonlar için etkin bir girdi oluşturmada araç olmakla birlikte, yeni önerilecek hatların yolculuk süresi tahmininde, doğruluk payını arttıracaktır (Mazloumi, ASCE, Curte ve Rose, 2010). Ayrıca, basit ancak anlamlı dağılım modellerine sahip olmak, sistemlerin daha verimli çalışmasını sağlayabilecek olasılığa bağlı gecikme tahminlerinin de doğruluğunu arttıracaktır (Büchel ve Corman, 2018).

Yolculuk süresi dağılımlarına ilişkin çeşitli çalışmalar mevcuttur. Çalışmalar dağılımların veri türü ve toplanma şekline göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. Toplu taşıma yolculuk sürelerinin dağılımına ilişkin ise çok az deneysel araştırma yapılmaktadır. Başlangıçta simetrik sürekli dağılımlar, özellikle normal dağılım, yolculuk sürelerinin dağılımının tanımlanmasında önerilmiştir. Bununla birlikte, daha fazla araştırma, yolculuk süresi dağılımlarının asimetric ve özellikle sağa eğik olduğunu göstermiştir. Toplu taşıma sistemlerine yönelik yolculuk sürelerinin istatistiksel dağılımların uyumu üzerine araştırma 1980'lerde başlamış ancak daha önce seyahat sürelerinin toplanmasına ilişkin detaylı yöntemler bulunmadığından teknolojinin de gelişmesiyle birlikte son yıllarda daha fazla üzerinde durulan bir konu haline gelmiştir (Büchel ve Corman, 2018).

BÖLÜM ÜÇ

TOPLU TAŞIMA PERFORMANS GÖSTERGELERİ

Performans göstergeleri, yöneticilerin ve toplu taşıma yetkililerinin kenti nereye getirmek istedikleri ve oraya nasıl gidileceğini belirlemelerine yardımcı olacak araç olmakla birlikte, potansiyel problemlerin belirlenmesinde ve bu problemlerin çözüm yöntemlerinin geliştirilmesinde en önemli kıstastır (Dhingra, 2011). Toplu taşıma performansı “*toplu taşıma araçlarının kullanım amacını ne şekilde yerine getirdiğinin tespiti*” olarak tanımlanabilir (J.K. Philips ve D.M. Philips, 2007).

Alter (1976), dünyadaki farklı ülkelerde son yıllarda özel sektöre ait kentsel toplu taşıma araçları neredeyse tamamıyla ortadan kalktığını ve yerini kamu operasyonlarına bıraktığını belirtmektedir. Bu değişikliğin birçok nedeni olsa da, kilit faktör; operasyon maliyetlerinin ciddi oranda artmasıdır. Enflasyon, emek yoğun olan tüm sektörleri etkilese de özellikle sübvansiyon gerektiren toplu taşıma sistemlerinde daha etkili olmuştur. Artan sübvansiyonlar, toplu taşıma sistemlerinin değerlendirme ihtiyacını giderek daha belirgin hale getirmiştir. Hem verimlilik hem de etkinlik ölçütleri için yeni değerlendirme yöntemleri gerekmektedir.

Gelişmekte olan şehirlerin çoğunda toplu taşımacılığın türel dağılım oranı düşüş eğilimine girmiştir. Toplu taşıma hizmet kalitesinin düşük olması, alternatiflerinin eksikliği, güvenli yürüyüş akslarının bulunmaması, toplu taşımaya yönelik güvenilirlik payının düşük olması kullanıcıları özel otomobile yönlendirmektedir. Bu da beraberinde trafik sıkışıklığı, çevre ve gürültü kirliliği, atmosfere daha çok sera salınımının yapılması gibi birçok dışsal olumsuzluğu getirir (Dhingra, 2011).

Hindistan, Çin, Malezya vb. gibi ülkeler türel dağılımdaki düşüşün farkına vararak toplu taşıma ve motorsuz taşımacılığı teşvik edici bir takım politikalar geliştirmeye çalışmaktadır. Ancak birçok kullanıcı kurumsal, kültürel ve hatta politik nedenlerle bu tür yeniliklere açık olmamakla birlikte kullanım alışkanlıklarını da değiştirememektedir. Gelişmekte olan ülkeler toplu taşımacılığın arz açığı ile başa çıkmak için yeni ve akıcı altyapı oluşturma konusuna çok fazla yatırım yaparken, hizmet kalitesini iyileştirme, erişilebilirliği sağlama ve müşterinin algılayışını kabul

etme gibi daha yumuşak müdahaleleri göz ardı edilebilmektedir. Bununla birlikte Dhingra (2011), günümüzde mevcut taşıma türlerinin beklenen hizmet düzeyini yerine getirip getirmediği, çevre, güvenlik, eşitlik, rahatlık vb. standartları karşılayıp karşılamadığını belirleyen ölçüm sistemlerinin hala standardize olamadığını yaptığı çalışmada ortaya koymaktadır.

Yolculuk süresi uzun zamandır, trafik koşullarını ve karayolu tıkanıklığını ölçmek için önemli bir performans ölçütü olmakla birlikte, son zamanlarda, seyahat sürelerinde saatten saate veya günden güne değişen değişkenlik konusundaki belirsizliği anlamaya çalıştıkça daha fazla önem kazanmaktadır. Martchouk, Mannering, ASCE ve Bullock'ın 2011 yılında yaptığı çalışmada, gün içindeki herhangi bir noktada seyahat süresinin ortalama seyahat süresinin % 100'üne kadar değişebileceğini, bunun büyük ölçüde sürücü davranışına, hız ve şerit seçimine dayalı olduğunu, ortalama seyahat süresinin yoğun saatlerde üçe katlandığı ve bireysel seyahat sürelerinin standart sapmasının da yoğun dönemlerde arttığını ortalama seyahat süresinin hem de seyahat süresinin standart sapmasının, olumsuz ve normal hava koşullarında önemli ölçüde farklı olduğunu gösterdiğini tespit etmişlerdir.

3.1 Performans Ölçütleri

Toplu taşıma hizmetlerine yönelik verimlilik sorunları en çok çalışılan konular olmasına karşın, hizmet üretiminin çeşitli yönleriyle yönetsel bir bakış açısıyla ilgilenilmesi ve müşteri ile ilgili kalite sorunlarının da hesaplanmaya çalıştığı yaklaşımlar henüz çok yenidir (Diana ve Daraio, 2010).

Toplu taşıma araçlarını çalışır durumda tutmak, çoğu ülkedeki herhangi bir bölgesel ölçekteki kamu kurumu için en önemli harcama kalemidir. Açıkçası böyle bir harcama genellikle taşıma hizmetiyle ilgili diğer göstergelerin sıklıkla önüne geçer. Teknik verimlilik ve toplu taşıma sisteminin kalitesinin iyileştirilmesinin ötesinde, paydaşlar arasında bu tür hizmetlere yatırım yaptıklarında, daha geniş bir yelpazedeki hedeflerle ilgilenmektedir. Özel şartlara göre, beklenen faydalar hava kirliliğini azaltmaktan sosyal eşitliği iyileştirmeye kadar gidebilir. Bu tür söylemler çoğu zaman hem siyasi

söylemlerde hem de ulaşım planlama politikalarında yer alır. Performans ölçütlerinin odak noktası sadece müşteriye sunulan hizmete değil, çevresel ayak izlerinin, arazi kullanım düzenlerinin veya bölgesel erişilebilirliğin değiştirilmesiyle küresel etkilere odaklanmaktadır (Diana ve Daraio, 2010).

Toplu taşımacılığın performansı, 70'lerin sonlarından bu yana yoğun bir araştırma faaliyetinin hedefidir. Göstergelerin kullanımı, değerlendirme sonuçlarını daha geniş bir kitleye kolayca iletmek en popüler araçtır. Örneğin ABD’de, federal yasalar tüm toplu taşıma acenteleri için fon almak amacıyla bir raporlama sistemi kurmuş bu da ülke genelinde mevcut ulaştırma sistemlerinin değerlendirilmesinde kapsamlı bir çabayı beraberinde getirmiştir (Diana ve Daraio, 2010). Fielding, Glathuier ve Lave toplu taşıma sistem performansının, nicel göstergeler ile değerlendirilebilir olduğunu, verimli ve etkili transit hizmeti sağlanması, yerel ve ulusal hükümet tarafından teşvik edilecek uygun hedefler olduğundan, bu hedefler performans göstergelerini geliştirmek için kullanılabileceğini 1978 de yapmış oldukları çalışmada ortaya koymuşlardır. Vaziri ve Deacon (1984) yaptıkları çalışmada ise regresyon modellerinin, hedef performans seviyelerinin oluşturulmasında, pazarın ve çevresel farklılıkların etkilerini ortadan kaldırmanın en etkili yolu olduğu sonucuna varmıştır.

Genel olarak, literatürde iki performans ölçümü kategorisine odaklanılmıştır: verimlilik ve etkinlik. “Verimlilik”, kıt kamu kaynakların etkin kullanımıyla belirli bir çıktı üretme derecesini göstermektedir. Verimlilik göstergeleri, özellikle girdilerin çıktılarla ilişkisi yoluyla toplu taşıma hizmetlerin üretilme süreçlerini derecelendirmektedir. Yani verimlilik “işlerin ne kadar doğru yapıldığı” ile ilgilidir. “Etkinlik” ise sunulan hizmet esnasında amaçlanan çıktı ile ulaşılan hedef arasındaki ilişkidir. Diğer bir deyişle, etkinlik ölçütleri, hizmetin, miktar, konum ve karakter bakımından – hizmet sağlayıcının ve vatandaşların ihtiyaçlarına yönelik olarak belirlenen amaç ve hedeflere ne kadar karşılık geldiğidir. Verimlilik işlerin ne kadar doğru yapıldığı iken, etkinlik doğru olan işi yapmaktır. Son yıllarda üzerinde en çok durulan ölçüm kategorisi ise “etki”dir.” Toplu taşımacılığın makro etkilerini tanımlar ve toplu taşımacılığın sosyal refahı, ekonomik kalkınma ve çevresel kalite üzerindeki dış ve dolaylı etkilerini yansıtır (Philips ve Philips, 2007). Verimlilik oranları

genellikle çeşitli çıktı birimleri üretmek için gereken girdileri ölçerken, etkinlik oranları, çıktıların tüketilme veya kullanılma derecesini ve / veya sağlanan çıktıların göreceli ölçümlerini ölçer (Keck, Zerrilo ve Schneider, 1980).

Toplu taşıma sistemlerinde değerlendirilecek dört ana hizmet unsuru vardır: maliyet, tutar, etki ve kalite. Hizmet bedeli, kullanıcı ve sübvansiyon fonu sağlamaya çalışan kamu kurumları için son derece önemlidir. Toplu taşıma sistemlerinin değerlendirilmesi, bir yönetim veya verimlilik değerlendirmesidir. Buna karşın kamu kurumları için hizmet kalitesini genel olarak anlamlı bir şekilde tanımlamak kalitenin ölçülebileceği genel standartlar olmamasına bağlı olarak oldukça zordur (Diana ve Daraio, 2010).

Diana ve Daraio (2010) yaptığı çalışmada toplu taşıma sistemini değerlendirirken, hizmetin işleyişinin hizmeti üretme aşamasında kullanılan kaynaklar, üretilen hizmet miktarı, fiilen tüketilen hizmet miktarı ve hizmet için pazarın potansiyel boyutunun en çok göz önüne alınan hususlar olduğu sonucuna varmıştır.

Son yıllarda, özel otomobil kullanımından toplu taşımaya olan türel değişim, ulaştırma sistemlerinin iyileştirilmesinde ana araç olarak gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle de toplu taşıma sistemlerinin özel otomobil kullanımıyla rekabet edebilecek bir hizmet sunması gerektiğinden, toplu taşıma sistemlerinin performans ölçümlerine yönelik yeni değerlendirme yöntemleri geliştirilmektedir. Bu evrim, ulaşım kullanıcılarının bakış açısına verilen dikkatin artmasıyla ilişkili olmasının yanı sıra, farklı ulaşım modlarının nispi performanslarını değerlendirirken pazarlama yönleri de dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, günümüz literatüründe hizmet kalitesinin çeşitli yönleriyle ilgili bir dizi gösterge önerilmiştir (Diana ve Daraio, 2010).

Tablo 3.1’de geçmiş literatürde önerilmiş olan ve etkinlikten ziyade sistemin verimliliğiyle ilgilenen göstergelerin listesi sunulmuştur. Listedeki göstergeler bakım vb. konularla ilgilenmediğinden çok ayrıntılı değildir. Geçmiş literatürde performansa yönelik sadece oran göstergeleri rapor edilmekle birlikte etkinlik göstergeleri olarak

düşünülebilecek servisi tarif eden (nicelikler, ticari hız, yük faktörleri veya hat kapasiteleri gibi) basit miktarların sunulması ihmal edilmektedir (Diana ve Daraio, 2010).

Tablo 3.1 Teknik etkinlik ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Teknik Etkinlik	Ölçüt Birimi	Referans
Giderler/ Kat Edilen Mesafe	₺ / Km	McCrosson (1978); Dajani ve Gilbert (1978); Fielding ve diğer. (1978, 1985a); Khan (1981); Barbour ve Zerrillo (1982)
İşletme Gideri / Kat Edilen Mesafe		
Giderler / Araç Tarafından Kat Edilen Mesafe		
İşletme Gideri / Araç Tarafından Kat Edilen Mesafe		
Giderler / Araç Çalışma Saati	₺/ Araç Çalışma Saati	McCrosson (1978); Fielding ve diğer. (1978,1985a); Giuliano (1981); Barbour ve Zerrillo (1982); Vaziri ve Deacon (1984); Talley (1988); Fielding ve Hanson (1988); Lee (1989)
İşletme Gideri / Araç Çalışma Saati		
Giderler / Araç İşletme saati		
İşletme Gideri / Araç İşletme Saati		
Mesai Giderleri / Kat Edilen Mesafe	₺ / Km	Holec, Schwager, ve Fandialan. (1980)
Mesai Giderleri Hariç Giderler / Kat Edilen Mesafe	₺/ Kat Edilen Km	Mackie ve Nash (1982)
İşletme Gideri / Seyahat Edilen Km'de Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/ Seyahat Edilen Km'de sunulan koltuk kapasitesi	Fielding ve diğer. (1978); Keck ve Diğer. (1980)
İşletme Gideri / Çalışma Saatinde Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/Çalışma Saatinde sunulan Koltuk Kapasitesi	Keck, ve diğer. (1980)
Mesai Gideri/ Araç Hizmet Saati	₺/ Araç Çalışma Saati	Fielding ve diğer. (1985a)
Mesai Gideri/Seyahat Edilen Km'de Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/ Seyahat Edilen Km'de sunulan koltuk kapasitesi	Dajani ve Gilbert (1978)
Toplam Gider/ Kat Edilen Mesafe	₺ / Kat Edilen KM	Mackie ve Nash (1982)
Toplam Gider/ Seyahat Edilen Km'de Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/ Seyahat Edilen Km'de sunulan koltuk kapasitesi	Lem, Li ve Wachs (1994)
Toplam Gider/ Seyahat Edilen Sürede Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/Çalışma Saatinde sunulan Koltuk Kapasitesi	Lem ve diğer. (1994)
Toplam Gider / Çalışan Sayısı	₺/ Kişi	McCrosson (1978)
Kat edilen Mesafe/ Araç Kat edilen Mesafe / Araç	Kat edilen km/araç	Allen ve DiCesare (1976); Fielding ve diğer.. (1978, 1985a); Dajani ve Gilbert (1978); Keck ve diğer. (1980); Barbour ve Zerrillo (1982); Vaziri ve Deacon (1984)

Tablo 3.1 devamı

Teknik Etkinlik	Ölçüt Birimi	Referans
Araç Çalışma Saati / Araç	Araç sa/ araç	Fielding ve diğer.(1978, 1985a); Keck ve diğer. (1980); Fielding ve Lyons (1981); Barbour ve Zerrillo (1982); Talley (1988)
Araç Hizmet Saati /Araç		
Kat edilen Mesafe / Çalışan Sayısı	Kat edilen km/kişi	McCrosson (1978); Fielding ve diğer. (1978, 1985a); Mundle ve Cherwony (1980); Khan (1981); Mackie ve Nash (1982); Yeh, Deng ve Cheng. (2000)
Araç Çalışma Saati / Çalışan Sayısı	Araç sa / kişi	Fielding ve diğer.. (1978, 1985a); Fielding ve Lyons (1981); Giuliano (1981); Vaziri ve Deacon (1984); Fielding ve Hanson (1988); Talley (1988)
Araç Kat Edilen Mesafe / Çalışan Sayısı		
Çalışan Sayısı / Araç	kişi/araç	Mundle ve Cherwony (1980)
Kat Edilen Mesafe/ Çalışan Haftalık Çalışma Saati	Km / Sa	Barbour ve Zerrillo (1982)
Araç Çalışma Saati / Çalışan Haftalık Çalışma Saati	Araç Sa/ Kişi Sa	Mundle ve Cherwony (1980); Barbour ve Zerrillo (1982); Lee (1989)
Km' de Sunulan Koltuk Kapasitesi / Çalışan Haftalık Çalışma Saati	Sunulan Koltuk Kapasitesi / Kişi Sa	Keck ve diğer. (1980)
Çalışma Saatinde Sunulan Koltuk Kapasitesi / Çalışan Haftalık Çalışma Saati	Çalışma Saatinde Sunulan Koltuk Kapasitesi / Kişi Sa	Keck ve diğer. (1980)
Kat edilen Mesafe / Yakıt	Km/litre	Fielding ve diğer. (1978) Fielding ve Lyons (1981) Fielding ve diğer. (1985a)
Araç Kat Edilen Mesafe / Yakıt		
Araç Çalışma Saati / Yakıt	Sa / Litre	Vaziri ve Deacon (1984); Fielding ve diğer. (1978)
Araç Kat Edilen Mesafe /Yakıt		
Km' de Sunulan Koltuk Kapasitesi / Sunulan Araç Sayısı	Koltuk Kapasitesi / Araç	Vaziri ve Deacon (1984)
Hizmet Saati / Haftalık Çalışma Saati	Sa/ Sa	Allen ve DiCesare (1976)
Araç Hizmet Saati / Araç İşletme Saati	Araç sa / Araç Sa	Allen ve Dicesare (1976)
Araç Kat Edilen Mesafe/ Araç Çalışma Saati	Araç sa / Araç Sa	Giuliano(1981), Lee (1989)
Giderler/ Kat Edilen km	₺ / Km	McCrosson (1978); Dajani ve Gilbert (1978); Fielding ve diğer. (1978, 1985a); Khan (1981); Barbour ve Zerrillo (1982)
İşletme Gideri / Kat Edilen km		
Giderler / Araç tarafından kat edilen km		
İşletme Gideri / Araç tarafından kat edilen km		
Giderler/Araç Çalışma Saati	₺/Araç Çalışma Saati	McCrosson (1978); Fielding ve diğer. (1978,1985a); Giuliano (1981); Barbour ve Zerrillo (1982); Kirby ve Miller (1982); Vaziri ve Deacon (1984); Talley (1988); Fielding ve Hanson (1988); Lee (1989)
İşletme Gideri / Araç Çalışma Saati		
Giderler / Araç İşletme saati		
İşletme Gideri / Araç işletme saati		
Mesai Giderleri/Kat Edilen Km	₺ / Km	Holec ve diğer. (1980)

Tablo 3.1 devamı

Teknik Etkinlik	Ölçüt Birimi	Referans
Mesai Giderleri Hariç Giderler / Kat Edilen Km	₺/ Km	Mackie ve Nash (1982)
İşletme Gideri / Çalışma Saatinde Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/Koltuk Kapasitesi	Keck ve diğer. (1980)
Mesai Gideri/Seyahat Edilen Km'de Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/Koltuk kapasitesi	Dajani ve Gilbert (1978)
Toplam Gider/ Seyahat Edilen Km'de Sunulan Koltuk Kapasitesi	₺/Koltuk kapasitesi	Lem ve diğer. (1994)
Toplam Gider/Çalışan Sayısı	₺/ Kişi	McCrosson (1978)
Kat edilen Km/ Araç	Km/araç	Allen ve DiCesare (1976); Fielding ve diğer. (1978, 1985a); Dajani ve Gilbert (1978); Keck ve diğer. (1980); Barbour ve Deacon (1984) Zerrillo (1982); Vaziri and Deacon (1984)
Kat edilen Km/ Araç		
Kat edilen Km/ Çalışan Sayısı	Km/kişi	McCrosson (1978); Fielding ve diğer. (1978, 1985a) Khan (1981); Mackie ve Nash (1982); Yeh ve diğer. (2000)
Kat edilen km/ Yakıt	Km/litre	Fielding ve diğer. (1978) Fielding ve Lyons (1981) Fielding ve diğer. (1985a)
Subvansiyon/Yolcu Sayısı	₺/ Kişi	Kirby ve Miller (1982), Fielding ve diğer. (1985a)

Tablo 3.1’de görülen ölçütler daha çok hizmet sunulurken, harcanan kaynakları baz almaktadır. Tablo 3.2’ de ise üretilen hizmet miktarlarının baz alındığı performans ölçütlerine yer verilmiştir.

Tablo 3.2 Girdilere göre hizmet kullanım ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Girdilere Göre Hizmet Kullanımı	Ölçüt Birimi	Referans
Giderler/ Yolcu Sayısı	₺/kişi	Fielding ve diğer. (1978); Vaziri ve Deacon (1984); Fielding ve diğer. (1985a); McCrosson (1978) ve Kirby ve Miller (1982)
İşletme Gideri / Yolcu Sayısı		
Gider/ Yolcunun Kat Ettiği Mesafe	₺ / km	Fielding ve diğer. (1978, 1985a); Dajani ve Gilbert (1978); Keck et al. (1980); Mackie ve Nash (1982); Vaziri ve Deacon (1984); Kirby ve Miller (1982); Babour ve Zerrilo (1982)
Bütçe Açığı / Yolcu Sayısı	₺/kişi	Talley ve Becker (1982); Talley (1988)
Bütçe Açığı / Yolcunun Kat Ettiği Km	₺/Km	Keck ve diğer. (1980); Barbour ve Zerrillo (1982)
Subvansiyon / Yolcu Sayısı	₺/ Kişi	Kirby ve Miller (1982), Fielding ve diğer. (1985a)
Subvansiyon / Yolcunun Kat Ettiği Mesafe	₺/ km	Kirby ve Miller (1982)

Tablo 3.2 devamı

Girdilere Göre Hizmet Kullanımı	Ölçüt Birimi	Referans
Subvansiyon / Yolcu Geliri	₺/₺	Fielding ve diğer. (1985a)
Subvansiyon / Hizmet Saati	₺/ sa	Fielding ve diğer. (1985a)
İşletme Geliri / İşletme Gideri	₺/₺	Barbour ve Zerrillo (1982); Vaziri ve Deacon (1984) Fielding ve Hanson (1988)
İşletme Geliri / Hizmet Ücreti	₺/₺	McCroscon (1978); Miller (1980); Keck ve diğer. (1980) Mackie ve Nash (1982); Talley (1988); Lem ve diğer. (1994)
Yolcu Geliri / İşletme Gideri	₺/₺	Vaziri ve Deacon (1984)
Yolcu Sayısı / Personel Sayısı	kişi/kişi	Allen ve Dicare (1976); Yeh ve diğer.
Yolcu Sayısı / Çalışan Haftalık Çalışma Saati	kişi / sa	Keck ve diğer. (1980); Barbour ve Zerrillo (1982)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe / Çalışan Haftalık Çalışma Saati	km /sa	Keck ve diğer. (1980); Barbour ve Zerrillo (1982)
Yolcu / Yakıt	Kişi/Litre	Fielding ve diğer. (1985a); Talley (1988)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe / Yakıt	Km / Litre	Dajani ve Gilbert (1978)

Tablo 3.3 Hizmet yoğunluğu ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Hizmet Kullanım Yoğunluğu	Ölçüt Birimi	Referans
Yolcu Sayısı / Araç	Kişi / Araç	Fielding ve diğer. (1978)
Yolcu Sayısı / Kat Edilen Mesafe Yolcu Sayısı / Araç Kat Edilen Mesafe	Kişi /km	McCroscon (1978); Fielding ve diğer. (1978, 1985a) Austin ve Stone (1980); Fielding ve Lyons (1981); Vaziri ve Deacon (1984); Lee (1989); Yeh ve diğer.
Yolcu Sayısı / Hizmet Saati Yolcu Sayısı / Araç Hizmet Saati	Kişi/sa	McCroscon (1978); Fielding ve diğer. (1978, 1985a) Austin ve Stone (1980); Miller (1980); Fielding ve Lyons (1981), Barbour ve Zerrillo (1982); Fielding ve Hanson (1988); Talley (1988); Lee (1989)
Yolcu Sayısı / Sunulan Koltuk Kapasitesi	Kişi / Koltuk Kapasitesi Km	Allen ve DiCesare (1976)
Yolcu Sayısı / Hizmet Saatinde Sunulan Koltuk Kapasitesi	Kişi / Koltuk Kapasitesi Sa	Keck ve diğer. (1980)
Yolcu Sayısı / Hat Uzunluğu	Kişi /Km	Dajani ve Gilbert (1978) ; Vaziri ve Deacon (1984); Musso ve Vuchic (1988)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe / Kat Edilen Mesafe	Kişi Km / Araç Km	Khan (1981); Barbour ve Zerrillo (1982); Mackie ve Nash (1982); Lee (1989)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe / Araç Çalışma Saati	Kişi Km / Araç Sa	Barbour ve Zerrillo (1982)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe / Sunulan Koltuk Kapasitesi	Kişi Km / Koltuk Kapasitesi Km	Vaziri ve Deacon (1984); Keck ve diğer. (1980); Musso ve Vuchic (1998); Lee (1989); Lem ve diğer. (1994)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe / Hizmet Saatinde Sunulan Koltuk Kapasitesi	Kişi K / Koltuk Kapasitesi Sa	Keck ve diğer. (1980); Lem ve diğer. (1994)
Yolcunun Kat Ettiği Mesafe/ Hat Uzunluğu	Kişi Km / Km	Allen ve DiCesare (1976)

Tablo 3.4 Hizmetin göreceli düzey ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Hizmetin Göreceli Düzeyi	Ölçüt Birimi	Referans
Giderler / Nüfus	₺ / Kişi	Vaziri ve Deacon (1984); Kirby ve Miller (1982)
İşletme Gideri / Nüfus		
Subvansiyon / Nüfus	₺ / Kişi	Kirby ve Miller (1982); Vaziri ve Deacon (1984)
Araç / Nüfus	Araç / Kişi	Vaziri ve Deacon (1984)
Çalışan Sayısı / Nüfus	Kişi / Kişi	Vaziri ve Deacon (1984)

Son yıllarda, arabalardan toplu taşımacılığa türel saptırım amacı, ulaştırma sistemlerinin iyileştirilmesinde anahtar hedef olarak gittikçe daha fazla kabul edilmektedir. Buna bağlı olarak da, yukarıdaki tablodaki ölçütlerden ziyade daha yeni günümüz koşullarına uygun değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu yöntemlerin de toplu taşımacılığın özel araçlarla rekabet edebilecek bir hizmet sunabilmesi odağında, hizmet düzeylerini ve kalite açısından ekonomik verimliliğin ötesini göz önüne almaktadır (Daiana, 2010). Aşağıda bu kriterleri içeren ölçütlere yer verilecektir.

Tablo 3.5 Zaman performansı ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Zaman Performansı	Ölçüt Birimi	Referans ve Açıklamalar
$R = f(E, L, h)$	Dakika	Alter(1976) güvenilirliği, (E)=1 Dakikadan erken, (L) 3 dakikadan geç ve sefer aralığı (h) yüzdelerinin fonksiyonu olarak tablolastırılmıştır.
$R = 1 / S(tt)$	1/ dakika	Sterman ve Schofer (1976) güvenilirliği $S(tt)$ = Seyahat Sürelerinin standart sapması olarak tanımlamıştır.
Yolcu Süresi / Yolcu Sayısı	Kişi / Kişi %	Buneman (1984)
Yolcu Gecikme Süresi / Yolcu Sayısı	Kişi Dk / Kişi	Buneman (1984);
$R = 1 - \frac{2 \sum_{r=1}^n (h_r - h^-) r_r}{n^2 h^-}$		düzenlilik endeksi. $h = r$ indeksi ile en küçük ($r = 1$) en büyük ($r = n$) 'e kadar olan n aralık dizisi
$W = \frac{1}{1 - c_v^2} = \frac{1}{EIS}$		Yolcu bekleme endeksi. C_v = aralıkların değişim katsayısı. Duraklara dayalı eşitlik endeksidir (EIS).
OTP	Dakika / Dakika %	Nakanishi (1997)OTP= 5 dakikadan az gecikmeli olan yolculukların % si
$R = \frac{2 \sum_{k=1}^H k \cdot p(k)}{H}$	-	Camus, Longo ve Macorini (2005) ve Diğer. gecikme endeksi. $H = 1$ ile k dakika arasında değişen frekans, $p(k) = k$ dakikada gözlenen gecikme olasılığı

Tablo 3.5 devamı

Zaman Performansı	Ölçüt Birimi	Referans ve Açıklamalar
DIS= p { Hs - H0 [a,b]}	-	Chen ve Diğer. (2009) Durak Sapma Endeksi Hs= Duraktaki sefer aralığı, H0= Terminaldeki sefer aralığı a,b=zaman
PIR= p { tmin - tsch [a,b]}	-	Chen ve Diğer. (2009) Güzergah Dakiklik Endeksi tmin= bir güzergahın gerçek tamamlanma süresi, tsch = güzergah için planlanan tamamlama süresi

Tablo 3.6 Hizmetin göreceli kapsam ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Hizmetin Göreceli Kapsamı	Ölçüt Birimi	Referans ve Notlar
Servis Frekansı	Araç / Sa	Botzow (1974); Seco ve Goncalves (2007) Alter (1976)
Ağırlıklı Zirve Frekans	Araç / Sa	Musso ve Vuchic (1988)
ITSA	-	Henk ve Hubbard (1996)topu taşıma hizmet kullanılabilirliği endeksi, km2 başına güzergah km ortalaması, güzergahkm başına araç km ve kişi başına koltuk ortalaması
TLOS	Kişi Sa / Kişi Sa %	Ryus, Ausman, Teaf, Cooper ve Knoblauch (2000) kullanılabilirliğe bağlı olarak servis seviyesi. TLOS = Toplu taşımaya erişilebilenlerin %si
A=T / Q	Yolculuk / Kişi	Polzin ve Diğer. Erişilebilirlik Endeksi. T= Günlük toplam yolculuk Q= işyerlerini de dikkate alan eşdeğer nüfus
TTR		Yin ve Diğer. (2004) sistem güvenilirliği. TTR = ortalama seyahat süresinin belirli bir eşiğin altında olma olasılığı
SR		Yin ve Diğer. (2004) Program Güvenilirliği SR = ortalama sefer sıklığının belirli bir eşiğin altında olma olasılığı
WTR		Yin ve Diğer. (2004) Bekleme Süresi Güvenilirliği. WTR= ortalama bekleme süresinin belirli bir eşiğin altında olma olasılığı

Fu ve Xin (2007) toplu taşıma sisteminin hizmet kalitesini ölçmek için kapsamlı bir önlem olarak kullanılabilecek Toplu Taşıma Hizmet Düzeyi (TSI) adlı yeni bir performans endeksi önermektedir. TSI, sistematik bir çerçevede birden fazla performans önlemini (örneğin, hizmet sıklığı, hizmet saatleri, hizmet kapsamı ve yolculuk süresi bileşenleri) entegre eder. Hizmetin, arz ve talep arasındaki etkileşimin bir sonucu olduğunu kabul ederek yolculuk talebindeki mekânsal ve zamansal değişiklikleri dikkate almaktadır. Tizin 6. bölümünde de toplu taşıma servis düzeyinin hesaplanmasında bu formülasyondan yararlanılacaktır.

$$TSI(i, j, t) = \frac{WTA(i, j, t)}{TTA(i, j, t)} \quad (3.1)$$

$WTA = i$ zonundan j zonuna t zamanda yürüyüş süreleri dahil otomobil toplam yolculuk süresi

$TTA = i$ zonundan j zonuna t zamanda yürüyüş süreleri dahil toplu taşıma toplam yolculuk süresi

Tablo 3.7 Hizmetin göreceli performans ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Hizmetin Göreceli Performansı	Ölçüt Birimi	Referans ve Notlar
$A = TTB / TTA$	Dakika / Dakika	Alter (1976) Göreceli Yolculuk Süresi, TTA = Otomobil ile gerçekleştirilen yolculuk süresi, TTB = Toplu Taşıma ile gerçekleştirilen yolculuk süresi
$R = TThm / tthm$	Dakika / Dakika	Lam ve Schuler (1982) bağlantı endeksi. $TThm$ = referans yolculuk uzunluklarının harmonik ortalaması; $tthm$ = toplu taşıma araçları ile yolculuk uzunluklarının harmonik ortalaması
$A = 2 * TTB / (TTA + TTB)$	Dakika / Dakika	TCRP (2003a) Erişilebilirlik Endeksi
$TSI = WTA / WTT$	Dakika / Dakika	Fu ve Xin (2007) Toplu Taşıma Servis Endeksi. WTA = kapıdan kapiya özel otomobil ile yapılan yolculukların süresi, yürüme dahil; WTT = kapıdan kapiya toplu taşıma ile yapılan yolculukların süresi, yürüme dahil
$F = Cpt / Cc$	₺ / ₺	Seco ve Goncalves (2007) Göreceli Ücret Düzeyi Cpt = Toplu Taşımaya ödenen para, Cc = özel otomobile harcanan para

Tablo 3.8 Diğer kalite araçları ölçütleri (Diana ve Daraio, 2010)

Diğer Kalite Araçları	Ölçüt Birimi	Referans ve Notlar
İşletme Hızı	Km / Sa	Botzow (1974); Mundle ve Cherwony (1980); Seco ve Goncalves (2007)
Ağırlıklandırılmış İşletme Hızı	Km / Sa	Musso ve Vuchic (1988)
Durağa ve Duraktan Yürüyüş Süresi	Dakika	Alter (1976)
$D = f(NT, WT)$	-	Alter (1976)
Aktarmalı Yolcu / Yolcu	Kişi / Kişi Yüzdesi	Allen and DiCesare (1976); Seco ve Goncalves (2007)
$O = P / S$	Kişi / Koltuk	Araç doluluk oranı = Kişi / Koltuk Sayısı Alter (1976)

BÖLÜM DÖRT

TOPLU TAŞIMA VE ERİŞİLEBİLİRLİK KAVRAMI

Türk Dil Kurumu (TDK) erişimi “Belli iki yer arasında gidip gelebilme, ulaşım,..” erişilebilirliği ise “*Genel ağda bir sayfanın ulaşılabilir olması*” olarak tanımlamıştır. Literatürde ise;

Hansen (1959) erişilebilirliği etkileşim için potansiyel bir fırsat, Dalvi ve Martin (1976) kısmi erişilebilirlik olarak iki nokta arasındaki erişim, tümleşik erişilebilirlik olarak tüm noktalar arasındaki erişim, Litman (2019) insanların arzulanan hizmetlere ve faaliyetlere ulaşma yeteneklerini ve dolayısıyla insanların ve işletmelerin seyahate ayırmaları gereken zaman ve para olarak tanımlamıştır.

Erişilebilirlik, çoğu ulaşım planlamasının esas amacı olmakla birlikte, Hareketlilik (Mobility), mesafe, ulaşım ağı, ücretlendirme, bilgi teknolojileri, sosyal kabul edilebilirlik gibi faktörlerden etkilenmektedir. birçok disiplin tarafından analiz ediliyor olmasına karşın tüm disiplinler erişilebilirliği kendi perspektifinde değerlendirmektedir. Örnek vermek gerekirse; Ulaşım plancıları araç hareketliliğine odaklanırken, şehir plancıları arazi kullanım arasındaki coğrafi erişilebilirliğe, iletişim uzmanları ev ve işyerlerinin telefon, internet gibi hizmetlere erişimine, sosyal hizmet uzmanları ise dezavantajlı gruplar gibi kullanıcıların tıbbi kliniklere ulaşma kabiliyetlerine odaklanır (Litman, 2019).

Ulaşım erişimi, bireylerin yaşantılarını günlük faaliyetlerini yerine getirebilme araçları olması sebebiyle son derece önemlidir (J.Farrington ve C.Farrington, 2005).

Erişilebilirlik, çoğu ulaşım faaliyetinin nihai hedefi olduğundan (istek dışı kısa seyahatler hariç), ulaşım planlaması erişilebilirliğe dayalı olmalıdır. Bununla birlikte, geleneksel planlamada, karayolu hizmet düzeyi, trafik hızları ve işletme maliyetleri gibi göstergeleri kullanarak, öncelikle motorlu taşımacılığa dayanan taşıma sistemi performansını değerlendirme eğiliminde olmakta diğer erişilebilirlik faktörlerini (toplu taşıma, yaya vb.) genellikle göz ardı etmektedir (Litman, 2019).

Litman (2019) erişilebilirliğe dayalı planlama tekniklerinin hala yeni olduğu ve uygulayıcıların hala belirli kararlarda erişilebilirliği nasıl kullanacağını tartıştıklarını belirtirken, Geurs ve Wee (2004) erişilebilirliğin yanlış tanımlandığı ve yorumlandığını, hatta ölçümlerinin yanlış yapıldığını savunmaktadır. Bu nedenle erişilebilirlik analizlerinin yeterli ve kapsamlı yapılabilmesi adına yaratıcı bir değerlendirme yaklaşımı geliştirmek gerekmektedir.

Ulaşımın sisteminin nasıl değerlendirildiği planlama kararlarını da etkileyecektir. Örneğin, trafik hızı, gecikme, hizmet seviyesi gibi taşıt faktörlerine göre değerlendirildiğinde, ulaşım sistemi karayolu ağırlıklı olacaktır. Litman (2019); ulaşım planlamasına ilişkin konularda insanın mı, taşıtın mı yoksa sevkiyatı istenen malın mı ana unsur olacağına göre ulaşım modlarının çeşitleneceğini savunmaktadır.

Geurs ve Wee (2004) erişilebilirliğin 4 bileşenden oluştuğunu belirtmiştir. Bu bileşenleri incelemek gerekirse;

1. **Arazi kullanım bileşeni**, konut bölgesinden, iş, eğitim, rekreasyon, sağlık vb. gibi faaliyetlere yaratılan yolculuk taleplerinin bulunduğu mekanlar ile, iş, eğitim, hastane gibi sınırlı kapasitesi bulunan mekanlar arasındaki arz talep dengesine bağlı arazi kullanım erişilebilirliğin en önemli bileşenlerindendir.
2. **Ulaşım bileşeni**, bir bireyin başlangıç ve varış noktası arasında seçtiği ulaşım modunun seyahat, bekleme, park süresi, sabit ve değişken maliyetler ile güvenilirlik, kaza, konfor gibi göze aldığı riskleri kapsar.
3. **Zamansal bileşeni**, günün farklı dilimlerindeki zamansal kısıtları içermektedir. Gün içerisinde faaliyetlere erişim fırsatı saatlere göre farklılık gösterebilir.
4. **Bireysel bileşen**, yaş, gelir, eğitim seviyesi ve hane halkı sosyo-ekonomik durumuna göre, fiziki yeterliliğe göre ve seyahate ayrılabilen bütçeye göre seçilen ulaşım modunu ifade eder.

4.1 Erişilebilirliği Etkileyen Faktörler

Arazi kullanım bileşeni seyahat talebini belirleyen önemli bir faktör olmakla birlikte zamansal kısıtlayıcılar kullanıcıların erişimini doğrudan etkilemektedir. Erişilebilirlik nasıl tanımlandığıyla birlikte kendisini etkileyen tüm ölçütlerin de eksiksiz bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda erişilebilirlik ölçütleri çeşitli faktörden etkilenmektedir (Geurs ve Wee, 2004).

4.1.1 Yolculuk Talebi

Yolculuk talebi, insanların çeşitli koşullarda yapacakları yolculukları ve erişilebilirlik miktarını ifade eder. İnsanlar genellikle gün içerisinde zorunlu olarak okul ve iş yolculukları yapmaktayken, dezavantajlı grupların refakatçıları ve yüksek gelir grubundaki insanlar da çoğu zaman gizli bir talep oluşturmakla birlikte, ihtiyaçları doğrultusunda yüksek yolculuk taleplerine sahiptir (Mattson, 2012).

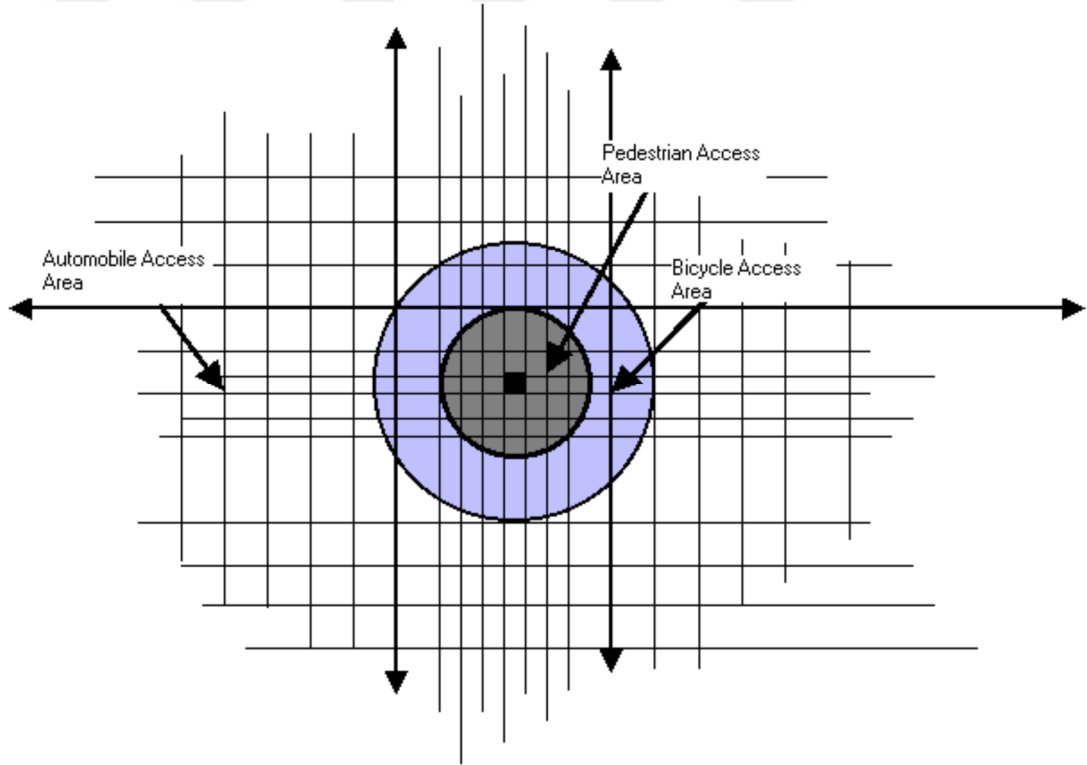
Çoğu insan, yürüme, bisiklete binme, araba kullanma ve toplu taşıma gibi ulaşım türlerini arzu etmektedir. Gezi, eğlence gibi zorunlu olmayan seyahatler bile seyahat keyfi nedeniyle ortalama seyahat süresinden daha uzun olabilir. Buna karşın seyahat süresi ile ilgili yapılan birçok çalışma, çoğu kullanıcının seyahat için daha az zaman ayırmayı tercih etme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Handy, 1993).

4.1.2 Hareketlilik (Mobilité)

Erişilebilirlik ve mobilité, günümüzde ciddi trafik ve trafik sıkışıklığı yaşayan büyük şehirlerde toplu taşıma sistemine erişim ve kullanım dinamiklerini ele almamız gerektiğini ortaya koyan bugünkü şehir yaşamının temel koşullarındandır (Lessa, Losso ve Carsoso, 2019). Bununla birlikte Mitra ve Saphores toplu taşıma sisteminin genel amacının arazi kullanım durumuna göre farklı ekonomik ve sosyal yapıya sahip bireylerin hareketliliğini ve erişimini sağlamak olduğunu 2016 yılında yaptıkları çalışmada belirtmektedirler. Ulaşım özellikle de toplu taşıma ile alınacak her karar

insanların alışkanlıklarını değiştirmekle birlikte, kentin de şekillenmesini beraberinde getirecektir.

Litman (2019) hareketliliği, kişisel seyahatler için mesafe ve hız ile ölçülen fiziksel hareket, ürünler içinse taşınacak mesafe olarak tanımlamıştır. Diğer tüm koşullar eşit olduğunda, mobilite artışı, erişilebilirliği artırır. Geleneksel planlama yaklaşımı, ortalama hızı ve gecikme gibi parametreler kullanarak, öncelikle hareketliliğe dayalı ulaşım sistemi kalitesini artırma eğilimindedir bununla birlikte, araç hızlarını ve hacimlerini artırma çabaları, yaya seyahatini kısıtlayarak ve daha dağınık, otomobil odaklı gelişim modellerini teşvik ederek diğer erişilebilirlik biçimlerini azaltabilir (Krizek ve diğer., 2007).



Şekil 4.1 Hareketlilik- erişilebilirlik ilişkisi (Litman, 2019)

4.1.3 Ulaşım Seçenekleri

Ulaşım seçenekleri (mobilite seçenekleri, ulaşım çeşitliliği ve türel seçim olarak da bilinir), belirli bir durumda mevcut ulaşım modlarının hizmetlerinin miktarını ve

kalitesini ifade eder. Genel olarak, ulaşım ağının iyileştirilmesi erişilebilirliği artırır. Örneğin, yürüyüş ve bisiklet daha kısa seyahatler için en uygun olanıdır, toplu taşıma şehir koridorlarında daha uzun seyahatler için en uygun olanıdır, otomobiller ise en ağır yükleri, ve daha uzun seyahatleri, dağınık varış yerlerini içeren geziler için en uygun olanıdır (Litman, 2019).

4.1.4 Kullanıcı Bilgisi

Bilginin kalitesi, işlevselliği, mobilite ve erişilebilirlik seçeneklerinin arzu edilebilirliğini etkileyebilir. Örneğin, sürücülerin seyahat rotaları, karayolu koşulları (trafik sıkışıklığı, inşaat ve kazalar trafiği geciktirdiği zaman), araç hizmetleri ve otopark doluluk ile fiyatı hakkında doğru ve uygun bilgilere ihtiyacı vardır. Potansiyel toplu taşıma kullanıcılarının geçiş güzergâhları, sefer saatleri, fiyat tarifeleri, konfor faktörleri (araçların koltukları veya istasyonlarının tuvaleti olup olmayacağı gibi) ve varış yerlerine erişim hakkında bilgiye ihtiyacı bulunmaktadır. Yürüyüşe çıkanlar ve bisiklet sürücülerini önerilen rotalar hakkında bilgiye, bisikletçiler de park etme seçenekleri hakkında bilgiye ihtiyaç duyar. Hedeflerle ilgili bilgiler (belirli bir ürün sunan bir mağazanın yürüme mesafesinde olup olmadığı gibi) de erişilebilirliği etkileyebilir (Litman, 2019).

Haritalar, broşürler, web siteleri, sosyal medya ve telefon sistemleri dâhil olmak üzere ulaşım bilgileri sağlamanın birçok yolu vardır. Yeni iletişim sistemleri, sürücülere yönelik araç içi navigasyon sistemleri, detaylı transit rota ve program bilgisine sahip web siteleri, toplu taşıma araç konumu ve varışına ilişkin gerçek zamanlı bilgiler (mobil telefonla erişilebilen web siteleri ve transit duraklardaki monitörler dâhil), kullanıcı bilgilerini önemli ölçüde geliştirebilir, belirli bir otobüs veya tren belirli bir yere varıncaya kadar geçen dakika sayısını ve) yaya ve bisikletliler için çeşitli ölçek haritaları ve kılavuzlarını gösterebilir (Litman, 2019).

4.1.5 Entegrasyon, Terminaller ve Otopark

Günümüzde şehir merkezleri, kentsel dönüşüm vb. etkiler ile özel araçların aşırı kullanımıyla karakterize edilmiştir. Kentsel alanlar nüfusun büyük çoğunluğunun yaşam ortamını oluştururken aynı zamanda da yaşam kalitesinin mümkün olduğu kadar yüksek tutulması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, özellikle kent merkezindeki arabaya bağlı yaşam tarzı park yeri ve yönetimi açısından ele alınması gereken bir durumdur ve bu da erişilebilirliği etkileyen unsurların başında gelmektedir (Vascencelos ve Farias, 2017).

Litman (2019)'a göre erişilebilirlik, modlar arasında aktarma kolaylığı, istasyonların ve terminallerin kalitesi ve park etme kolaylığı gibi sistem entegrasyonunun kalitesinden doğrudan etkilenmektedir. Otomobil taşımacılığı genellikle bütünleşik sistemlerdir. Çoğu varış noktasında genellikle ücretsiz ya da düşük fiyatlı otoparklar bulunmaktadır. Bununla birlikte çoğu aktarma yeri de (havaalanları, tren ve otobüs istasyonları, feribot terminalleri ve limanlar) uygun otoyol erişimi, araç park yeri ve sıklıkla araç kiralama hizmetleri için konumlandırılmış ve tasarlanmıştır. Sürücüler genellikle işaretler ve haritalar yoluyla yeterince bilgi ve yönlendirmelere sahiptirler ancak diğer türlerde entegrasyon önemli ölçüde değişiklik gösterir ve yetersiz entegrasyon bazen otomobil dışı erişilebilirliğin önündeki en büyük engel olarak karşımıza çıkar. Örneğin, havaalanları ve feribot terminallerine bazen toplu taşıma araçlarıyla ulaşmak yeterince zor olmakta, otobüs durakları ve tren istasyonları ise dezavantajlı gruplar, çocuklar ve ağır yük taşıyan kullanıcılar için zorlayıcı olabilmektedir. Bazı duraklarda bisiklet park yeri olmadığı gibi alternatif modlar hakkında da doğru bilgi edinmek genellikle zordur.

4.1.6 Ücretlendirme ve Alım Gücü

Ücretlendirme ve alım gücü, özellikle de düşük gelirli kullanıcıların faaliyetlere erişim sağlama istekleri açısından son derece önemlidir. Sürücüler öncelikli olarak sürüşün maliyetinden etkilenirken, sürücü olmayanlar toplu taşıma, taksi ve araç

paylaşım hizmetleri gibi diğer modların konfor güvenirlilik ücret gibi daha fazla özelliklerinden etkilenmektedir (Litman, 2019).

Fan ve Huang (2011) alım gücünün birçok şekilde değerlendirilebileceğini belirtmektedir. Bununla birlikte pek çok uzman, hane halkının toplam gelirinin %45'inden azını konaklama ve ulaşım ihtiyacını karşılamak için ayırdıklarını belirtmektedir.

4.1.7 Arazi Kullanım

Kentsel ulaşım planlamasının temel amacı, insanların diğer insanlarla ve yerlerle etkileşim için daha fazla sayıda fırsata, şehirlerin yaratıcı dinamiklerine, yaşanabilirliğini ve üretkenliğini destekleyen bir hedefe erişimini sağlamaktır. Küresel olarak erişilebilirliğe ve ilgili önlemlere artan ilgiye rağmen, birçok şehir seyahat hızını arttırmaya ve tıkanıklığı azaltmaya odaklanmaya devam etmektedir (Campell, Rising, Klopp ve Mbilo, 2018).

Erişilebilirlik sosyal dışlanma ile de bağlantılıdır. Erişimi düşük olan haneler sosyal olarak dışlanır, faaliyetleri gerçekleştiremez ve içinde yaşadıkları toplum için normal kabul edilen hizmetlere erişemezler (Paez, Mercado, Farber, Morency ve Roorda, 2010).

Kentin makroformu ve çevresel faktörleri yürünebilirliği içeren erişilebilirliği etkiler Daha erişilebilir ve akıllı bir büyüme içeren arazi kullanım modeli etkinliklere ve hedeflere ulaşmak için daha az hareketliliğe ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir. Tipik bir hanenin erişilebilirliği, evi, işi ve hizmetleri birbirine bağlayan bir üçgen olarak düşünülebilir. Bu mesafeler arasındaki seyahat mesafeleri ve seçenekler genel erişilebilirliği etkiler. Örneğin, bir mahallede hizmet çeşitliliğini (mağazalar, okullar, restoranlar, parklar vb.) ve seyahat seçeneklerini geliştirmek erişilebilirliği artırılarak ulaşım harcamaları azaltılabilir (Litman, 2019).

4.1.8 Ulaşım Ağı

Artan yol ağı, erişilebilirliği artırma eğilimindedir. Daha kısa ve daha fazla bağlantıya sahip yoğun bir yol ağı, birden fazla güzergah ve hedefler arasındaki doğrudan bağlantılar erişimi arttırır. Benzer şekilde, iki yönlü sokaklar, hedeflere tek yönlü sokaklardan daha doğrudan erişim sağlama eğilimindedir (Gayah, 2012).

Litman (2019)'a göre geniş yollarla birbirine bağlanmış birçok çıkmaz caddeye sahip olan hiyerarşik bir karayolu ağı daha yüksek ortalama trafik hızlarına sahip olma eğilimindedir, ancak daha uzun seyahat mesafeleri nedeniyle genel erişilebilirliği azaltır (yollar daha dolambaçlıdır), tıkanıklığı artırır (trafikten arterler üzerinde yoğunlaşmıştır) ve zayıf yürüyüş ve bisiklet koşulları (daha geniş karayolları ve daha hızlı trafik nedeniyle) söz konusudur.

4.1.9 Erişilemezliğin Değerlendirilmesi

Ulaşım planlamasının çoğu, erişilebilirliğin ve mobilitenin artmasının topluma net faydalar sağladığını varsaymaktadır. Bununla birlikte, erişilemezlik fayda sağlar ve hareketliliğin artması çoğu zaman önemli dış maliyetler getirir. Örneğin, birçok insan sessiz, mahremiyet ve topluluk uyumu uğruna izole bir kırsal toplulukta veya adada yaşamayı hayal eder. Genişletilmiş ulaşım olanakları ve artan araç trafiği, artan mobilite avantajlarının çoğunu dengeleyebilecek önemli dış maliyetlere (artan altyapı maliyetleri, tıkanma, kaza riski, mahalle bozulmaları, enerji tüketimi ve kirlilik emisyonları gibi) sahiptir. Kapsamlı erişilebilirlik ve mobilite analizi bu nedenle bu dış maliyetleri hesaba katmalı ve artan erişilebilirlik ve mobilitenin zorunlu olarak faydalı olduğunu varsaymamalıdır (Litman, 2019).

Birçok insan kırsal bir toplulukta yaşamak ister ancak bir şehirde çalışır ve alışveriş yapar. Sonuç olarak, kentsel mekanda erişilebilirlik gelişmeleri için genellikle önemli bir talep vardır. Kırsal hayatın tadını çıkarmak için şehirden 10 km mesafeye taşınan haneler, kentsel zemini genişletmekte ve ulaştırma maliyetlerini arttırmakta, kentsel

yayılmayı ve trafik sıkışıklığı, kazalar ve kirlilik gibi ulaştırma sorunlarını arttırmaktadır.

Erişilemezliğin etkileri:

- Mevcut planlama genellikle, erişilebilirliğin artması ve artan mobilitenin dış maliyetleri ile ilişkili farklılıkları dikkate almaz ve bu nedenle erişim ve mobilitenin artırılmasının faydalarını abartır.
- Otomobil seyahatinin kısıtlı olduğu dereceye kadar, mevcut motorlu taşıt seyahat seviyelerinin ekonomik olarak aşırı olması ve bu talebin karşılanmasının ekonomik olarak zararlı olması muhtemeldir. Topluluklar, özellikle izolasyon, sessizlik, bağımsızlık ve topluluk uyumuna değer verildiğinde erişilebilirliği ve mobilitayı sınırlandırmakta daha iyi olabilir ve araç seyahatinde önemli dışsallıklar olabilir (Litman, 2019).

4.2 Toplu Taşıma ve Erişilebilirlik

Hatzopoulou ve Millet (2009) geleneksel ulaştırma modellerinin, stratejik karar vermekten ziyade daha çok altyapı projeleri için kullanılmaya meyilli olduğunu vurgulamaktadır. Oysa çağdaş erişilebilirlik araçları, uygun bir şekilde çerçevelenmiş ve bu boşluğu doldurabilecek, aynı zamanda sürdürülebilir ulaştırma modlarına yönelik politika değişikliği arzusunu ele almak amacıyla ortaya çıkan bir karar destek aracıdır. Geleneksel ulaşım modellerinden farklı olarak, erişilebilirlik planlama araçları, belirli bir popülasyon için erişim kolaylığını ve bir bireyin günlük ihtiyaçlarını karşılamak için erişilebilirlik imkanlarını ölçer (Papa, Coppola, Angiello ve Carpentieri, 2017).

Toplu taşıma, bir kentin ekonomisinde ve sosyal eşitliğinde önemli bir rol üstlenir. Ayrıca otomobil bağımlılığını ve trafik sıkışıklığını azaltmada etkindir. Toplu taşıma sistemlerini iyi işleyen bir hale getirmek için çeşitli faktörlerden yararlanmak gerekir. Bu faktörlerden en önemlisi ise erişilebilirlik düzeyidir. Şehirlerin ekonomik büyümedeki avantajlarını arttırmak için verimli, konforlu, güvenli, hızlı ve uygun

maliyetli kentsel ulaşım sistemleri gereklidir. Etkili bir toplu taşıma sistemi kentin yaşam kalitesini arttıracak, şehirleri daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir hale getirecektir (Shah ve Adhvaryu, 2016).

Kapsayıcı bir toplu taşıma sistemi adil bir toplumu temsil eder. Hem ekonomik nedenlerden hem de fiziksel zorluklardan dolayı toplu taşıma araçlarına erişemeyen vatandaşlar, bir toplumdaki ekonomik ve sosyal faaliyetlere katılımın dışında kalır. Toplu taşıma sisteminin yetersiz erişilebilirlik sunması sosyal dışlanmayı beraberinde getirir. Gelişmekte olan ülkelerdeki çoğu toplu taşıma sistemi otobüs tabanlıdır ve bu nedenle genellikle özel otomobiller ile aynı yol platformunu kullanır. Eğer otobüs rotaları seyrek ve sınırlı frekanslara sahipse, verimli bir toplu taşıma sistemine dönüşemez. Bu nedenle, şehirlerin mevcut toplu taşıma sistemleri tarafından sunulan erişilebilirlik temel bir değerlendirmesine sahip olmaları önemlidir ve gerekirse gelecekteki toplu taşıma yatırım kararları hakkında daha bilinçli olmak için kullanılabilir. Ayrıca erişilebilirliği ölçmek ve haritalamak da arazi kullanım planlaması ile değerli bir veriye sahiptir (Adhvaryu, Chopde ve Dashora, 2019).

Toplu taşıma sistemine erişim, artan talep doğrultusunda hizmet seviyesinin iyileştirilmesinin anahtarıdır. Erişilebilirliği artırmak için, mümkün olduğu kadar doğru bir şekilde ölçebilmek önemlidir. Toplu taşıma sistemlerinin erişilebilirlik seviyelerinin daha iyi anlaşılması, sadece hizmet seviyesinin iyileştirilmesi için değil, aynı zamanda kıt kaynakların planlaması ve bütçelendirilmesi için de gereklidir (Shah ve Adhvaryu, 2016). Tutarlı derecelendirme skalalarına sahip olan ölçütler, bir alan içerisinde sunulan toplu taşıma hizmetlerinin dağıtım ve kalitesinin değerlendirilmesini kolaylaştırabilir (Mamun ve Lownes, 2010).

Erişilebilirlik endeksleri ulaşım planlama sürecinde erişilebilirliği tanımlamanın ve ölçmenin pratik uygulamalarına odaklanır. Erişilebilirlik endeksinin (AI), belirli kökenler ve varış noktaları arasındaki ana modların temel seyahat özelliklerini tanımlaması düşüncesinin, sunulan hizmetlerin özelliklerini tanımlamanın yararlı bir bileşeni olduğu düşünülmektedir. İş, eğlence, kişisel ve sosyal seyahatlerle uğraşan insanlar için varış noktalarının erişilebilirliği çeşitli şekillerde tanımlanabilir ve

ölçülebilir. Bunlar, seyahat süresinden, seyahat maliyetinden, coğrafi kapsamdan ve servis sıklığından etkilenen farklı modların erişilebilirliğini; seyahat güvenliği; seyahat konforu ve güvenilirliği; hafta boyunca ve 24 saat boyunca hizmetlerin kullanılabilirliği, ayrıca engelliler için erişilebilirlik, sağlanan tesisleri fiziksel olarak kullanma yeteneği anlamına da gelir. Toplam seyahatin yürüme kısmı kilit bir unsur olarak kabul edilir. Park ve durak yerlerinin varış yerine uzaklığı çoğu toplu taşıma ve özel otomobil seyahatinin önemli bir parçasıdır. Plancılar ve karar vericiler için otopark politikasını, yol geçiş ücretlerini ve benzeri mekanizmalar ile ilgili eylemler geliştirmek ve bu alternatiflerin getireceği değişiklikleri ölçmek, belirli ulaşım türüne göre önemli yerlerin erişilebilirlik miktarını ve nispi farkını kolayca tanımlamak, belirlenen modlarla erişilebilirlik hakkında ilgili bilgileri kamuya teknik olmayan bir şekilde sunmak için erişilebilirlik endeksleri son derece yarar sağlamaktadır.

Erişilebilirliği ölçmek için bir dizi araç geliştirilmiştir ve halen kullanılmaya devam etmektedir. Toplu taşımacılık erişilebilirlik endeksi geliştirme girişi, 1950'den 1980'lere kadar birçok ulaştırma çalışmasında ele alınmış ve halen toplu taşıma sektöründe dikkat çekmektedir. Ağ yapılandırmasını, seyahat maliyetlerini ve toplam ve toplu taşıma ve arazi kullanımını içeren daha geniş kapsamlı bir dizi endeks kullanılmaktadır. Erişilebilirlik endekslerinin geliştirilmesine yönelik ilgi gün geçtikçe plancılar nezdinde artmaktadır. Örneğin, Londra Ulaşım Planması “Toplu Taşıma Erişilebilirlik Seviyesi” (PTAL)ni geliştirmiştir. Toplu taşımanın, genellikle ev konumundan varış yerine olan uzaklığı ve mesafeye dayalı ölçüm sistemidir. Bunun yanı sıra Toplu taşıma ağını kullanarak belirtilen varış noktalarına ulaşılabilirliği ölçen coğrafi bilgi sistemi tabanlı bilgisayar yöntemleri de bulunmaktadır. Erişilebilirlik ve ölçümü ile ilgili hususlar ulaşım sistemi performans ölçümüyle direkt olarak ilgili olmakla birlikte yerel ve bölgesel düzeyde literatürde çeşitli yaklaşımlar tanımlanmıştır. Toplu Taşıma Erişilebilirlik yöntemleri ile erişilebilirlik endeksine ilişkin karşılaştırma Tablo 4.1’de verilmiştir (Schoon, McDonald ve Lee, 1999).

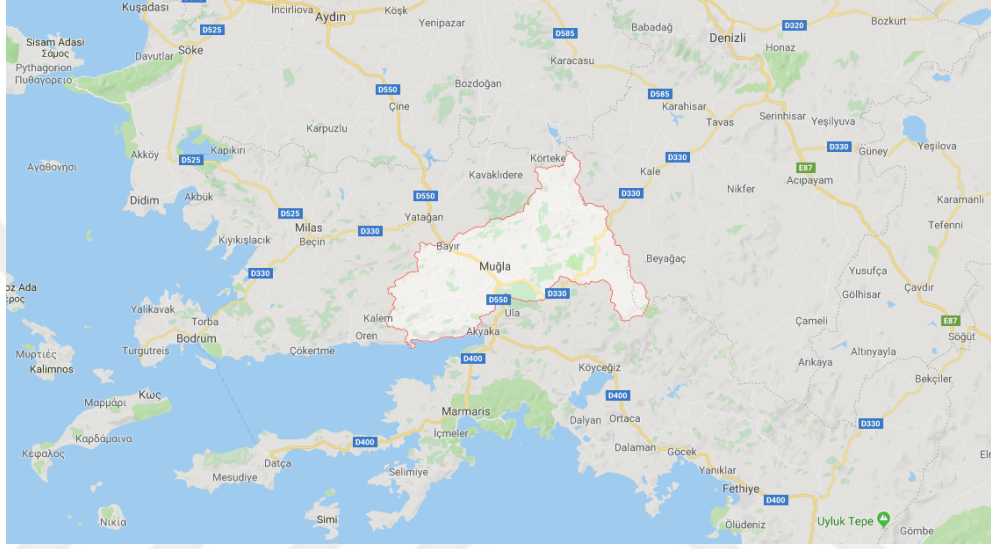
Tablo 4.1 PTAL ve AI karşılaştırması (Schoon ve diğer, 1999)

Metod	TOPLU TAŞIMA ERİŞEBİLİRLİK DÜZEYİ (PTAL)	ERİŞİLEBİLİRLİK ENDEKSİ (AI)
Özellik		
Endekslerin coğrafi kapsamı	İlgili ulaşım hizmetlerinin toplama alanı	Önemli O-D çiftleri arasında seçilen koridor
Kavramsal Prensiptir	Ağırlıklı yolculuk süreleri ile ölçülen konumların toplu taşıma araçlarına erişilebilirliğinin göreceli endeksini sağlar.	Yolculuk süresine ve yolculuk maliyetine bağlı olarak O-D'ler arasındaki seyahat süresi ve
Dikkate Alınan Modlar	Toplu Taşıma	Otomobil
		Toplu Taşıma
		Bisiklet
Erişilebilirliğin Ölçümü	Toplu Taşımaya evden yürüme süresi ve toplu taşıma hizmetinin frekansı	O-D çiftleri arasındaki toplam yolculuk süresi
		Toplu Taşıma Ücretleri ve Özel Otomobil İçin kişinin kendi yaptığı harcamalar
Detay Düzeyleri	Caddeler ya da tanımlanmış konumlar	Caddeler ya da tanımlanmış konumlar
Ana veri girdileri	Erişilebilir hizmetlerin sayısı, hizmetlere yürüme mesafesi, servislerin frekansı, yaya yürüme hızı, günün saati, haftanın günü. Nüfus yoğunluğu	Yolculuk Süre İndisleri: Yürüme, bekleme yolculuk süresi, park etme süresi ve varış yerine yürüme süresi
		Yolculuk Ücret İndisleri: Ücretler, araç işletme, geçiş ve otopark ücretleri
Diğer veri kaynaklarıyla uyumluluk	GIS sayımı ve ilgili verilerle kolayca uyumlu	Mevcut veri tabanı ile koordineli değil
Hesaplama Prosedürü	Erişim Zamanı = yürüme + Ortalama Bekleme	Belirli O-D çiftleri için seçilen modlar için toplam seyahat süresini ve hareket süresi endeksini sağlayacak modlar için ortalama değeri böler.
	EDF= 30/Erişim Zamanı	
	PTAL= En erişilebilir durağın EPF'si + diğer durakların EPS'nin ağırlıklı ortalaması	
Veri Çıktıları	Bağıl erişilebilirlik endeksini gösteren sayısal değerler. Haritada kolayca gösterilebilir.	Her bir mod için gerçek zaman ve maliyet değerlerini karşılaştırmalı indeksleri gösteren sayısal ve grafik
Mutlak ve Karşılaştırmalı Kullanımlar	Mutlak hareket süresi, analitik prosedürler kullanılarak endekslerden çıkarılabilir. Endeksler göreceli değerlerdir	Mutlak seyahat süreleri ve maliyet, endekslerin yanında gösterilir. Endekslerin değerleri sayısal ve

BÖLÜM BEŞ

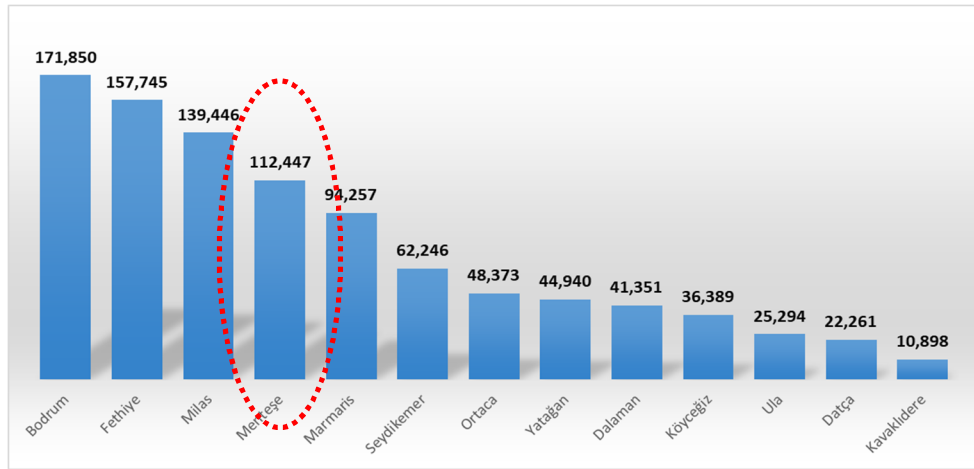
ANALİZ BÖLGESİ VE VERİLER

Menteşe ilçesi 12 Kasım 2012'de TBMM'de kabul edilen 6360 sayılı kanun ile Muğla Merkez ilçesi olarak kurulmuştur 2018 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ilçede yaşayan nüfus 112 447 olarak belirtilmiştir.



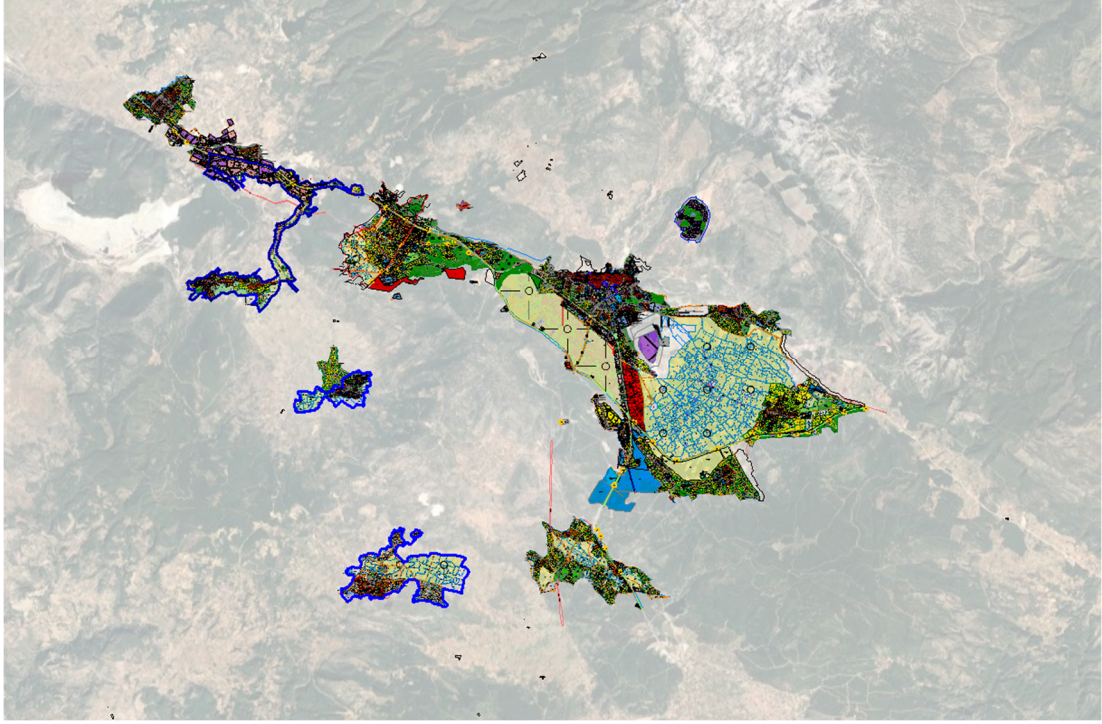
Şekil 5.1 Muğla – Mentese ilçesi konumu (Google maps, 2019)

13 ilçesi bulunan Muğla ilinin Merkez İlçesi olan Mentese nüfus sıralamasında Şekil 5.2’de belirtildiği üzere en büyük 4.ilçedir.



Şekil 5.2 Muğla ilçeleri nüfusları (TÜİK, 2019)

Muğla Büyükşehir'in merkezi olan Menteşe ilçesinde ağırlıklı sektörler hizmetler ve madene dayalı sanayidir. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, ilçenin kimliğini oluşturmakta önemli bir rol oynamaktadır. İlçenin önemli turizm yerleşmeleri arasında, geçiş noktasında bulunması, ilçenin daha çok ticaret merkezi olarak gelişmesini yönlendirmiştir.



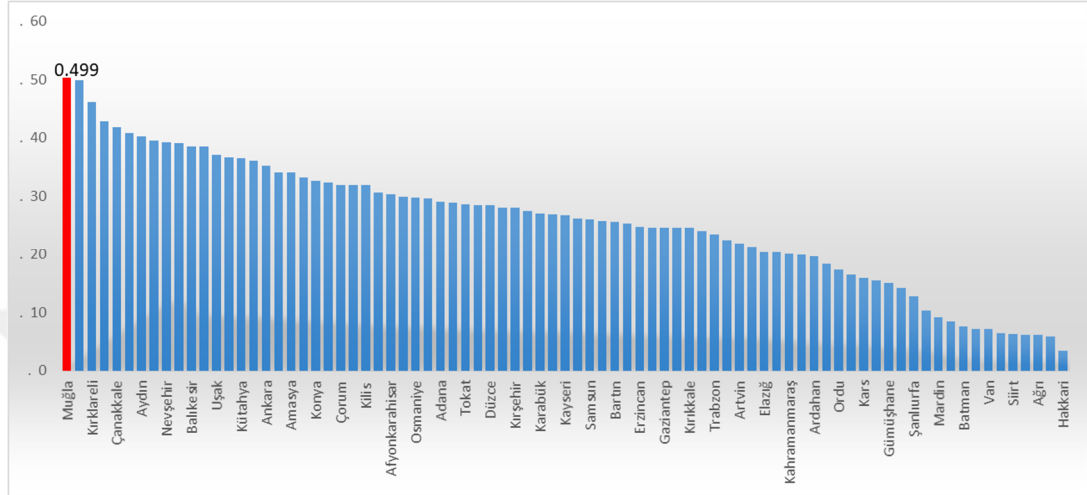
Şekil 5.3 Menteşe ilçesi Mer-İ İmar Planı (MUAP, 2019)

Şekil de yer alan meri imar planında da görüldüğü üzere doğal eşiklerin fazlalığı İlçenin dağınık yerleşim özellikleri göstermesini zorunlu kılmış, nüfus yoğunluğu merkez mahalleler dışında çevre mahallelere yayılmış ve birbirinden kopuk durumdadır.

Yönetim, sağlık, eğitim, hizmet vb. gibi sektörlerin ilçe merkezinde yer almasına bağlı olarak, çevre mahallelerden merkez mahallelere toplu taşıma, özel otomobil vb. yolculuklar sürekli olarak yapılmaktadır.

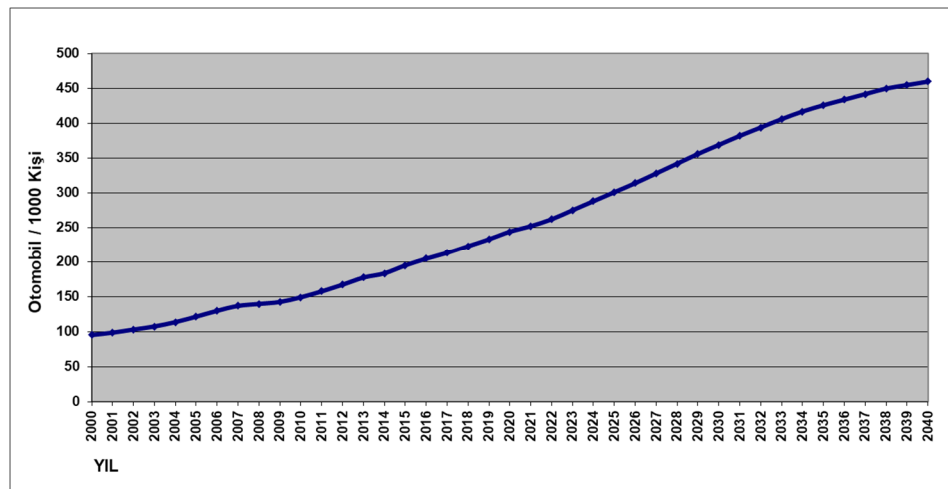
1.669 km² yüz ölçümüne sahip ilçe denizden 670 m yükseklikte Asar Dağı eteğinde yer almaktadır. Kuzeye ve doğuya doğru yükselen sık çam ormanları ile kaplı

dağlık ve ormanlık bir arazi yapısına sahip olmasıyla birlikte Dügerek Mahallesinden İtibaren Yılanlı Dağına doğru yükseklik 2.000 metrelere yaklaşmaktadır. İlçenin yüz ölçümünün geniş olmasıyla birlikte dağlık ve engebeli bir arazi üzerine kurulu olması sonucu ilçedeki toplu taşıma hatlarında 2 saate yakın sefer süreleri görülebilmektedir.



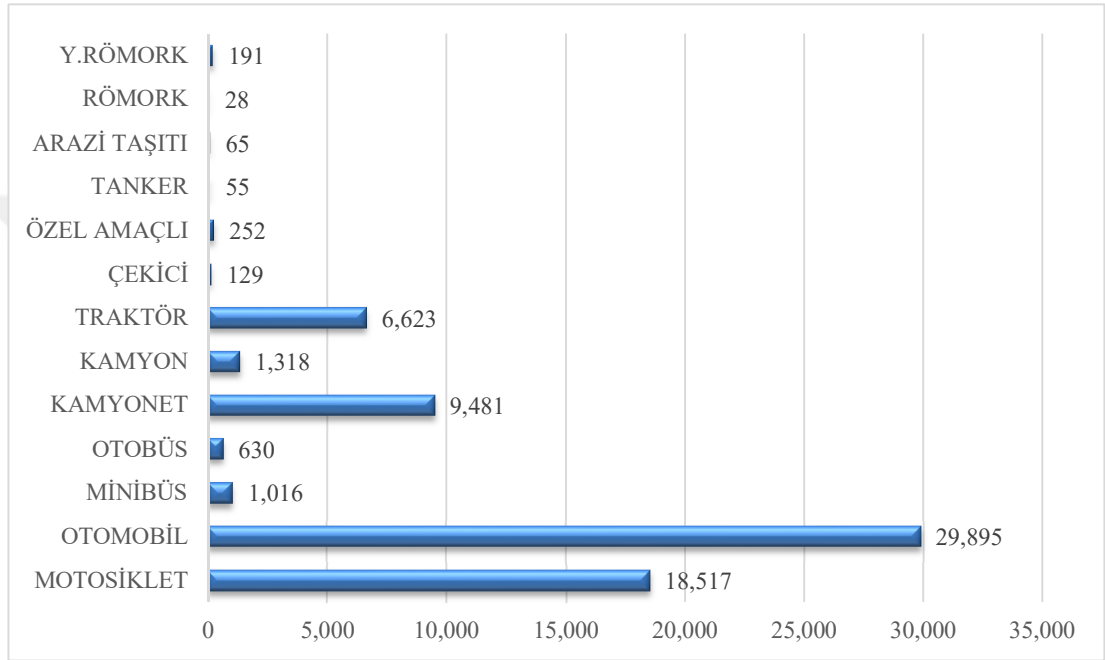
Şekil 5.4 İllere göre kişi başına düşen araç sayısı (TÜİK, 2019)

Şekil 5.4’de görüldüğü üzere, Türkiye genelinde otomobil sahipliği /nüfus oranına bakıldığında ilk sırada Muğla gelmektedir. TÜİK 2018 verilerine göre araç sahipliğinin 486,519 olduğu kentte, otomobil sahipliğinin fazla olmasına bağlı olarak; kent içi yolculuklarında özel otomobil kullanım eğilimini arttırdığı gözlemlenmektedir. Şekil 5.5’de Muğla iline ilişkin otomobil sahipliği projeksiyonu yer almaktadır.



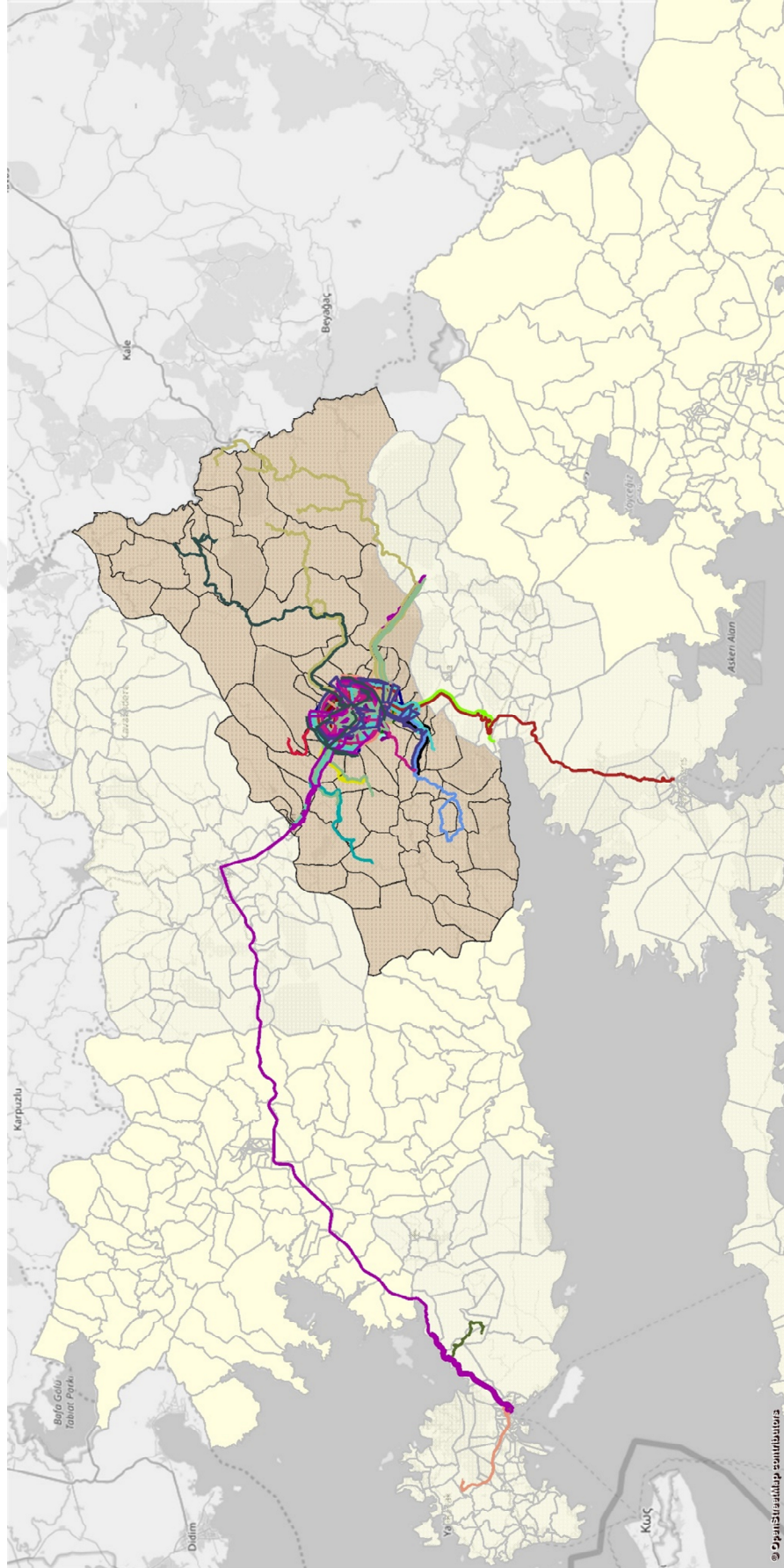
Şekil 5.5 Muğla ili otomobil sahiplilik projeksiyonu (MUAP, 2019)

Menteşe ilçesinde ise Muğla Emniyet Müdürlüğü 2017 verilerine göre 68,200 motorlu araç tescillenmiştir. Tescilli araçlar arasında en yüksek değere otomobil sahipken, tarımsal faaliyetler ve mermer sanayinin ilçede bulunması sebebiyle otomobil sayısını kamyonet ve traktörler izlemektedir. Ayrıca kent merkezinin küçük bir ölçeğe sahip olması sebebiyle de motosiklet sahipliliğinin de yüksek olduğu Şekil 5.6’da görülmektedir.



Şekil 5.6 Menteşe ilçesi tescilli araçlar (MUAP, 2019)

Muğla Belediyesi Büyükşehir Belediyesi statüsü kazanmadan önce Menteşe’de (Mülga Muğla Belediyesi) 5 belde belediyesi mevcuttur. Bunlar; Merkez, Bayır, Kafaca, Yerkelik ile Yeşilyurt Belediyeleri idi. 48 köy ile 24’ü merkezde olmak üzere 72 adet mahalle muhtarlığı bulunan Menteşe, 6360 Sayılı yasanın yürürlüğe girmesinin ardından Menteşe Belediyesi olarak hizmet vermeye başlamıştır. Bu nedenle eskiden gelen farklı uygulamalar toplu taşıma hizmetinde de görülmekte, 66 mahalleden oluşan Menteşe İlçesinde; ulaşım hizmeti hem Büyükşehir Belediyesi, hem de özel işleticiler tarafından sağlanmaktadır. Kent içi trafiği incelendiğinde toplu taşıma olarak Şekil 5,7’de yer alan belediye hatları, özel toplu taşıma hatları (ÖTTA), denetimli özel halk araçları (DÖHA) ve minibüsler karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 5.7 Analiz bölgesi toplu taşıma hatları (MUAP, 2019)

5.1 Otobüsler

Muğla Büyükşehir Belediyesi bünyesinde Menteşe ilçesinde otobüsle toplu taşıma hizmetleri 50 otobüslük filo ile (Tablo 5.1) doğrudan, Ulaşım Daire Başkanlığının sorumluluğunda verilmektedir (MUAP, 2019). Belediye otobüslerinin çalıştığı toplam 19 hattın araç sayısı ve sefer bilgisine ilişkin veriler Tablo 5.2’de yer almaktadır.

Tablo 5.1 İlçelere göre belediye araçları filo sayısı

İlçeler	Araç Sayısı			Filo
	Filo	İşletme	Yedek	Oran
Menteşe	50	36	14	0,25
Bodrum	50	44	6	0,25
Fethiye	38	30	8	0,19
Milas	6	4	2	0,03
Seydikemer	17	15	2	0,08
Yatağan	9	8	1	0,05
Köyceğiz	1	1	-	0,005
Ortaca	6	5	1	0,03
Dalaman	-	-	-	-
Marmaris	18	17	1	0,09
Kavaklıdere	2	2	-	0,01
Ula	3	2	1	0,015
Datça	-	-	-	-
Toplam	200	164	36	1

Şekil 5.8’ de güzergahları belirtilen hatlarda günde ortalama 20 sefer düzenlenirken, ilçe merkezinde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi’nin ana kampüsünün yer alması sebebiyle sefer sıklığının en fazla olduğu hat Menteşe Otogar-Kötekli hattıdır.

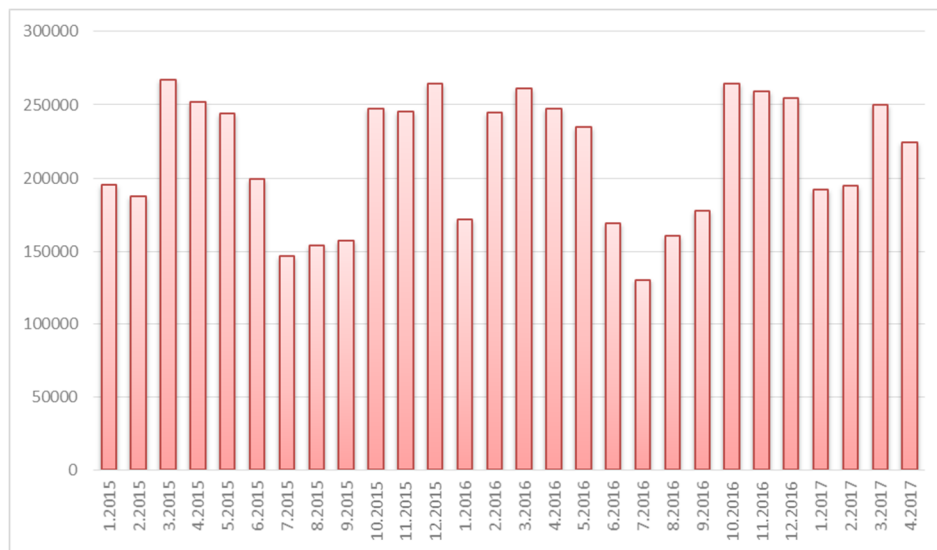
Tablo 5.2 Menteşe belediye otobüs hatları araç ve sefer sayıları

Sıra	Hat No	Hat Adı	Araç	Günlük Sefer
1	G/1-1	Menteşe Otogar-Stadyum-Kötekli-Yeniköy	6	74
2	G/1-2	Menteşe Otogar-Stadyum-Kampüs	1	17
3	G/1-3	Menteşe Otogar-Hastane-Menteşe Koop-Kampüs-Yeniköy	4	12

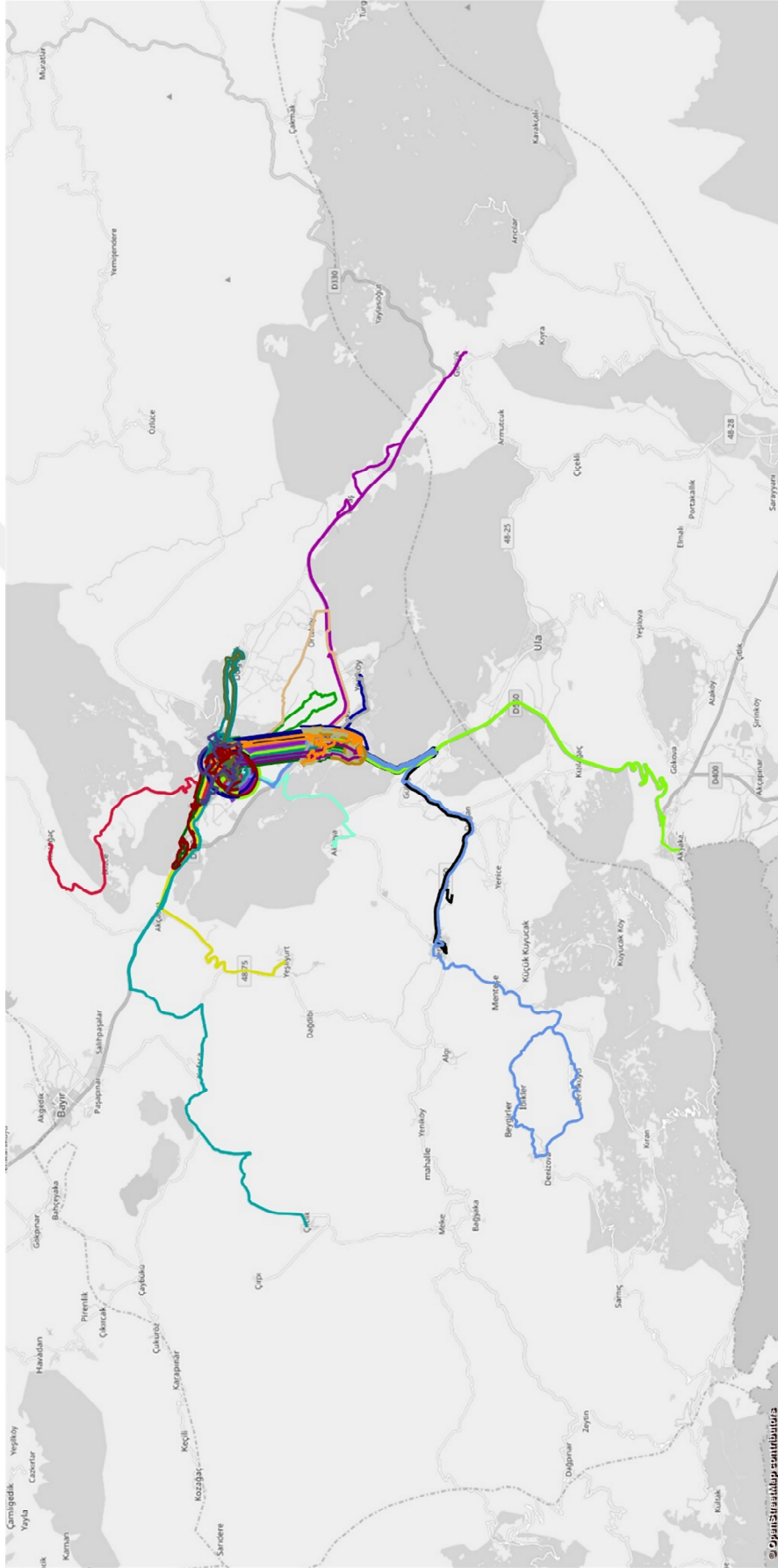
Tablo 5.2 devamı

Sıra	Hat No	Hat Adı	Araç	Günlük Sefer
4	G/1-6	Menteşe Otogar-Hastane-Düğerek(Cezaevi)	6	34
5	G/1-7	Stadyum-Toki-Tıp Fakültesi	4	49
6	G/1-8	Menteşe Otogar-Hastane-Menteşe Koop	2	24
7	G/1-9	Menteşe Otogar-Hastane-Akyol-Ş.İçi	2	15
8	G/1-10	Stadyum-Hacıahmet	2	10
9	G/1-12	Menteşe Otogar-Yeşilyurt	3	24
10	G/1-13	Menteşe Otogar-Kafaca	4	20
11	G/1-14	Stadyum-Yaraş	6	7
12	G/1-15	Menteşe Otogar-Gülağzı-Doğanköy-Yerkesik	3	23
13	G/1-16	Stadyum-Akkaya	2	16
14	G/1-21	Menteşe Otogar-Adliye-Hastane	1	30
15	G/1-22	Akyaka-Menteşe-Otogar	2	18
16	G/1-24	Gökçe-Gökova-Akyaka (RING)	1	2
17	G/1-28	Menteşe Otogar Pazaryeri	2	2
18	G/1-29	Otogar-İkizce-Kozağaç	2	2
19	G/1-30	Otogar-Yeni Bağyaka-Denizova-Derinkuyu	2	4

2015-2017 yılları itibarı ile otobüs yolculukları Şekil 5.8 deki haliyle gerçekleşmiştir. Grafikte görüldüğü üzere Mentese ilçesinde akademik takvimin etkin olduğu dönemde, üniversite öğrenci sayılarının değişimine ve çalışma günlerine göre değişim olduğu görülmektedir. Mentese ilçesinde en çok toplu taşıma hatlarının en fazla kullanıldığı dönemin eğitim-öğretim faaliyetlerinin sürdüğü dönemlere denk geldiği gözlemlenmektedir.



Şekil 5.8 Analiz bölgesi otobüs yolcu taşıma istatistikleri (MUAP, 2019)



Şekil 5.9 Menteşe ilçesi Muğla Büyükşehir Belediyesi otobüs hatları (MUAP, 2019)

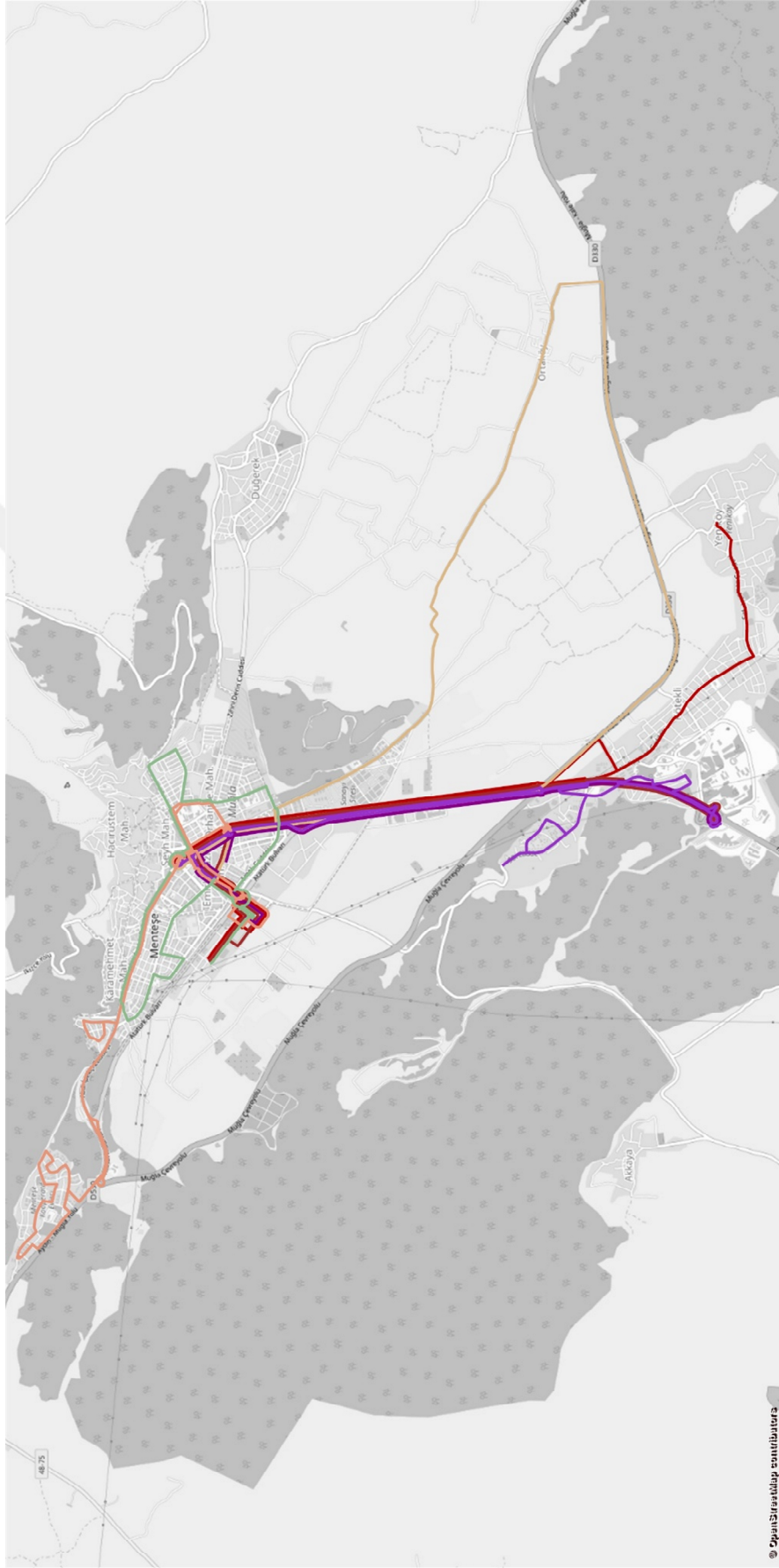
5.2 Denetimli Özel Halk Araçları (DÖHA)

Menteşe ilçesinde özel kişilere ait ve Muğla Büyükşehir Belediyesi denetiminde 22 adet otobüs de Denetimli Özel Halk Aracı (DÖHA) olarak hatlarında çalıştırmaktadır. Encümen Kararı ile Muğla Büyükşehir Belediyesi Merkez-Menteşe sınırları içerisinde, mevcut Belediye otobüsleri ile entegreli şekilde, 10 yıl süreyle hatta 22 araçla, (21 oturan, 25 ayakta ve 1 adet özürlü toplam 47 kişilik yolcu taşıma kapasiteli) Denetimli Özel Halk Aracının hat ihale işlemleri için 11/09/2014 tarihli 90 karar nolu Muğla Büyükşehir Belediyesi Encümeni tarafından belirlenmiş olan muhammen bedel ile gerçekleştirilmiştir. DÖHA hatlarında hizmet veren araç sayıları ve sefer bilgileri Tablo 5.3’de gösterilmiştir.

Tablo 5.3 Mentеше denetimli özel halk aracı hatları araç ve sefer sayıları

Sıra	Güzergah Kodu	Hat Kodu	Güzergah Adı	Araç	Günlük Sefer
1	10001	1-9	Menteşe Otogar-Hastane-Akyol-Ş.İçi	2	17
2	10003	1-20	Stadyum-Süprüoğlu-Ortaköy (Döha)	1	31
3	10004	1-1	Menteşe Otogar-Stadyum-Kötekli-Yeniköy	9	73
4	10006	1-7	Stadyum-Toki-Tıp Fakültesi	2	49
5	10016	1-5	Yeniköy-Kötekli-Kampüs-Tıp Fakültesi	1	10
6	10034	1-4	Toki-Kampüs	2	57
7	20010	1-8	Menteşe Otogar-Hastane-Menteşe Koop-Kampüs-Yeniköy	2	4
8	40005	1-2	Menteşe Otogar-Stadyum-Kampüs	3	57
10		1-11	Stadyum-Vakıf-Ayvalı	1	8

Çalışma bölgesinde hizmet veren Denetimli Özel Halk Araçlarına ilişkin hatlar Şekil 5.10’da gösterilmiştir. Analiz zamanında 9 hat, günde toplamda 306 sefer gerçekleştirmektedir. Günlük seferin en fazla olduğu hatlar, üniversiteye hizmet veren Mentеше Otogar – Kötekli ve Toki – Kampüs hatlarında görölmektedir.



Şekil 5.10 Menteşe ilçesi denetimli özel halk otobüsü hatları (MUAP, 2019)

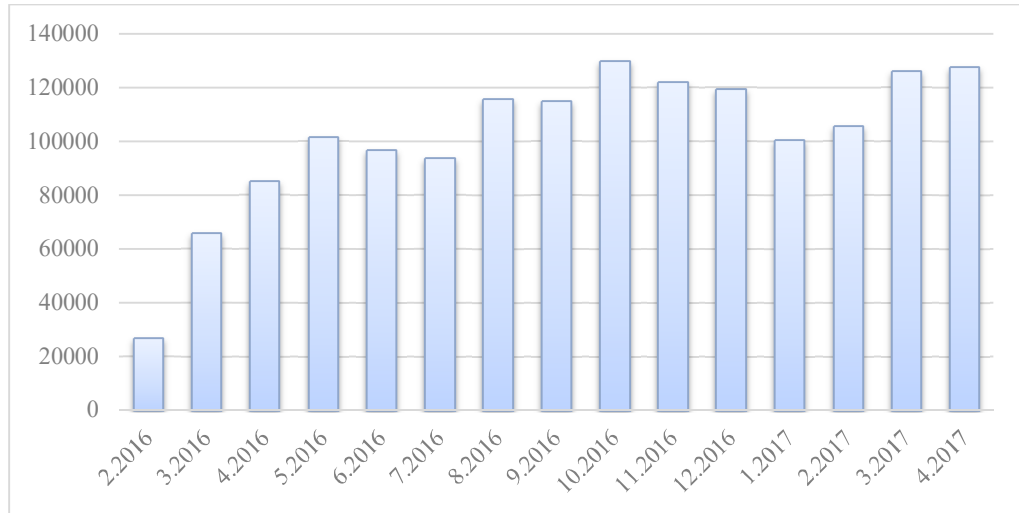
5.3 Özel Toplu Taşıma Araçları (ÖTTA)

Muğla Büyükşehir Belediyesi Merkez İlçe Menteşe’de kendi mülkündeki otobüslerin yanı sıra, özel kişilere ait 65 adet otobüsü de Tablo 5.4’de gösterildiği şekliyle Özel Toplu Taşıma Aracı olarak hatlarında çalışmaktadır.

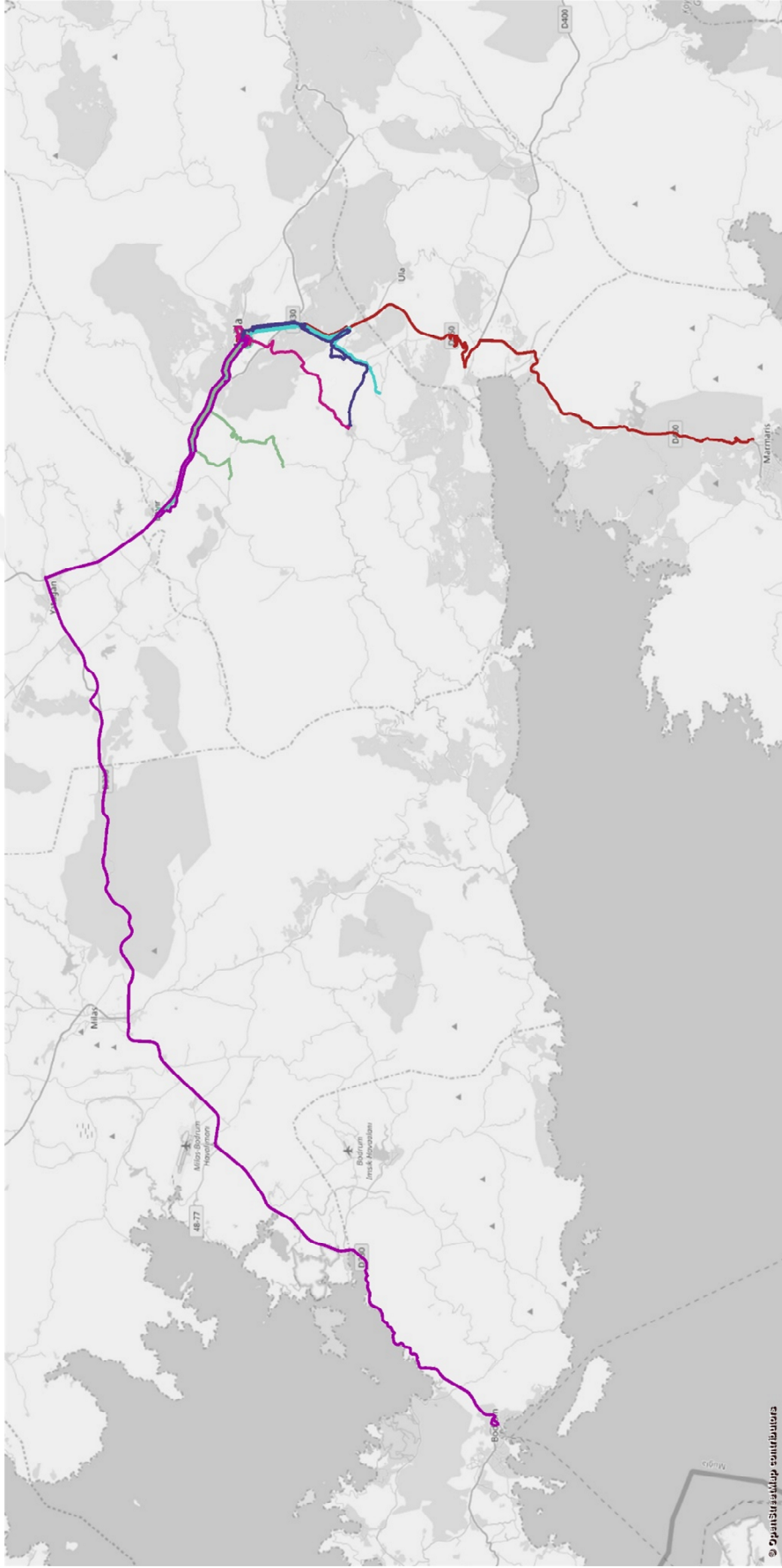
Tablo 5.4 Menteşe özel toplu taşıma aracı hatları araç ve sefer sayıları

Sıra	Güzergah Kodu	Hat Kodu	Güzergah Adı	Araç	Günlük Sefer
1	50030	SS-174	Akgedik Mah.-Tınaz Kv.-Menteşe	10	33
2	50032	Dağdibi Yeşilyurt	Dağdibi Yeşilyurt-Menteşe	4	46
3	50065	SS-199	Çamköy-Yenice-Doğanköy-Muğla	5	23
4	50070	Yerkesik Koop	Yerkesik-Doğanköy-Muğla (Yerkesik Koop)	3	23
5		SS-199	Yerkesik-Doğanköy-Muğla (Ss-199 Koop)	4	23
6	50100	SS-54	Menteşe-Marmaris	39	
7			Menteşe-Bodrum		

Minibüs kooperatiflerinin toplu taşıma statüsüne geçmesiyle oluşan Özel Toplu Taşıma hatlarında analiz zamanında 7 hatta hizmet verilmektedir. En fazla araç sayısı SS.54 No’lu kooperatifte görülmekte iken, hatların günlük seferleri birbirine yakın düzeydedir. En fazla sefer ise Mülga Muğla Belediyesinin beldesi olan Yeşilyurt ile Menteşe arasında gerçekleşmektedir. Şekil 5.11’ de 2016 ile 2017 yılları arasında gerçekleşen yolcu taşıma istatistikleri verilmiştir.



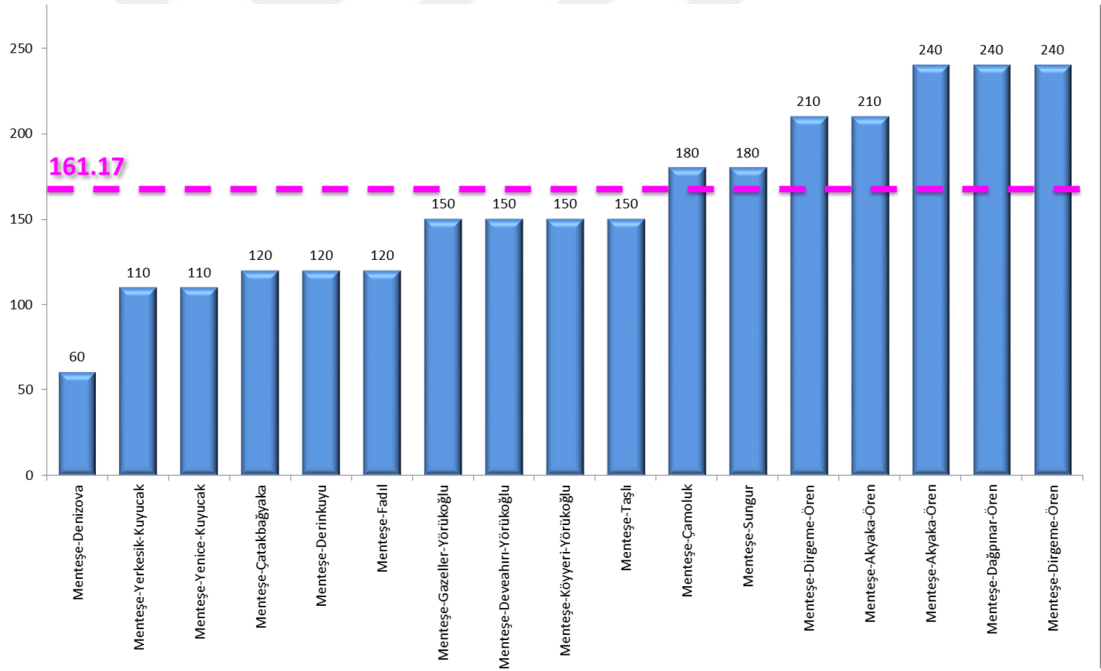
Şekil 5.11 ÖTTA hatları yolcu istatistikleri (MUAP, 2019)



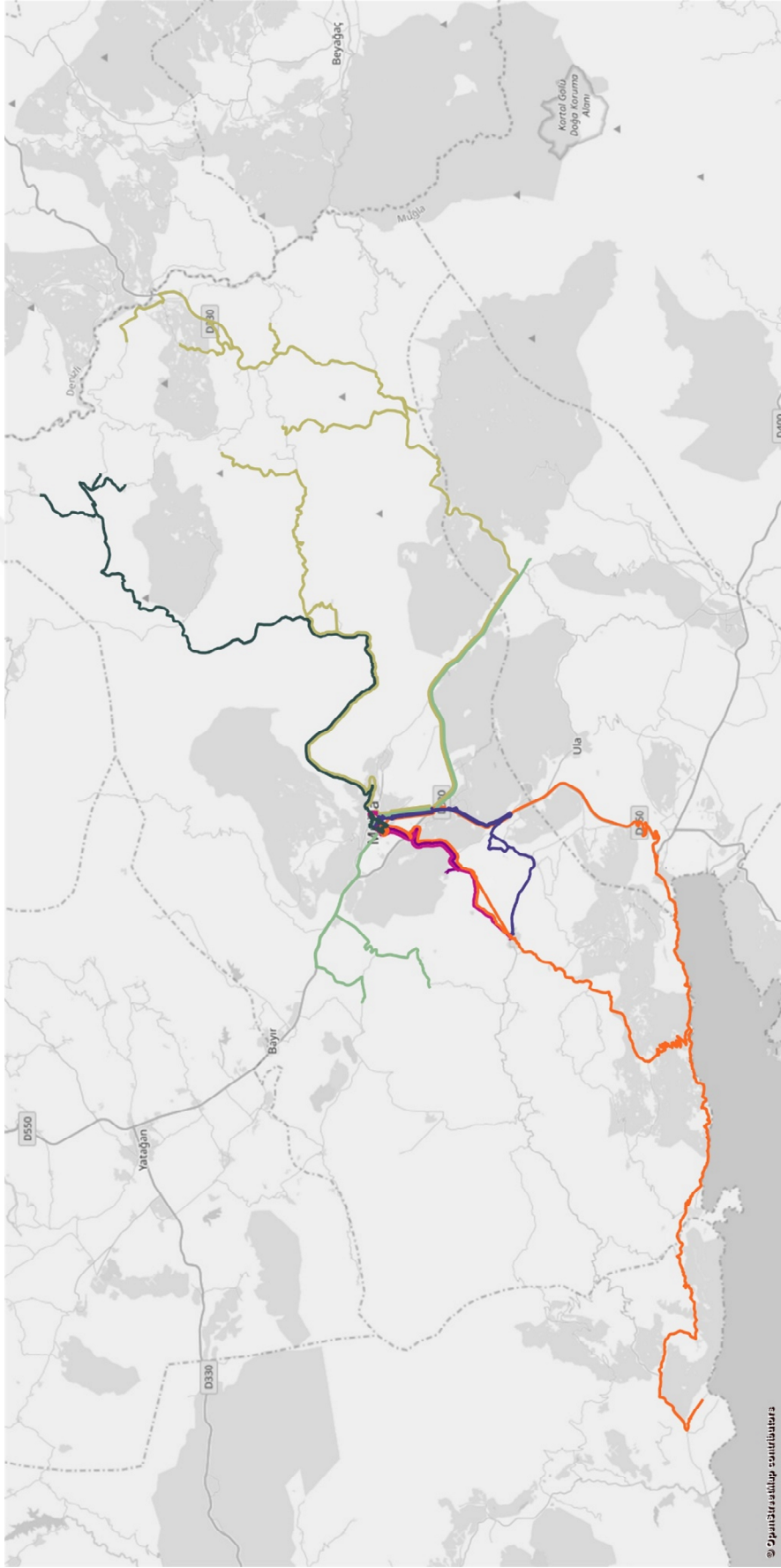
Şekil 5.12 Menteş ilçesi özel toplu taşıma hatları (MUAP, 2019)

5.4 Minibüsler

Menteşe ilçesinde analiz döneminde toplam 5 minibüs kooperatifi 61 araçla, 4 minibüs birliği 73 araçla, 1 köy statülü minibüs hattı 4 araçla, toplamda 138 minibüs toplu taşıma hizmeti vermektedir. Bu araçlar 17 farklı güzergâhta çalışmakla birlikte araç kapasiteleri 14 ile 23 kişi arasında değişiklik göstermektedir. Sefer sayıları yolcu yoğunluğuna bağlı olarak değişmekle birlikte bazı günler hiç seferin olmadığı hatlarda 54 sefere kadar da sefer düzenlendiği tespit edilmiştir. Mentese ilçesine ait mahallelerin dağlık ve engebeli bir araziye kurulmuş olmaları sebebiyle ortalama sefer süresi 161 dakika olarak ölçümlenmiştir. En kısa hat 60 dakika ile Mentese-Denizova hattı iken, Mentese- Ören hattı 240 dakika ile en uzun minibüs hattıdır. Hatların km cinsinden değerleri ise 48 km ile 170 km arasında değişmektedir (MUAP, 2019).



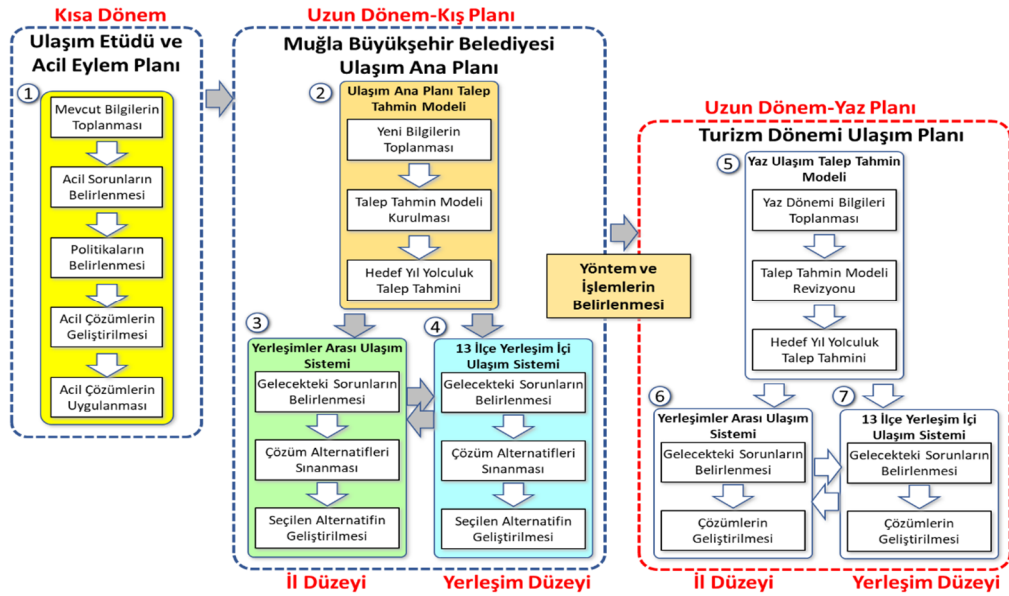
Şekil 5.13 Minibüs hatlarında zirve saatlerde ortalama sefer süresi (MUAP, 2019)



Şekil 5.14 Menteş ilçesi minibüs kooperatifi hatları (MUAP, 2019)

5.5 Analiz Bölgesine İlişkin Ulaşım Ana Planı Çalışması ve Sonuçları

Muğla Büyükşehir Belediyesi'nce, 6360 Sayılı Yasa kapsamında 2016 yılında “Ulaşım Ana Planı” çalışmaları başlatılmıştır. 2017 yılının turizm mevsimi öncesinde acil sorunların çözülmesine yönelik projelerin hazırlanması ve uygulanması için kısa dönemli “Ulaşım Etüdü ve Acil Eylem Planı” hazırlanmıştır. İkinci aşamada ise kısa dönemli plan uygulamalarının sonuçlarını da dikkate alan uzun dönemli ulaşım planlama kararlarını oluşturacak Şekil 5.15’ de yer alan adımlar doğrultusunda “Muğla Ulaşım Ana Planı” hazırlanmıştır. Ulaşım planlama çalışmalarının bu aşamasında önce üst düzeyde, Büyükşehir sınırları kapsamındaki tüm yerleşimlerin uzun dönemli gelişme çizgilerinin gerektirdiği yolculuk ihtiyaçları büyükşehir bütünü ölçeğinde hazırlanan bir talep tahmin modeli ile belirlenmiş ve bunlara cevap verecek projeler modelde test edilerek tanımlanmıştır. Hazırlanan ulaşım talep tahmin modeli hem il düzeyinde yerleşimler arası yolculuk taleplerini hem de yerleşimler içi yolculukları yansıttığı için yerel düzeyde nüfus ve hareketlilik açısından “yerel ulaşım kararlarına” temel olacak şekilde hazırlanmıştır (MUAP,2019).



Şekil 5.15 Muğla Ulaşım Ana Planı hazırlanması yöntemi ve süreci (MUAP,2019)

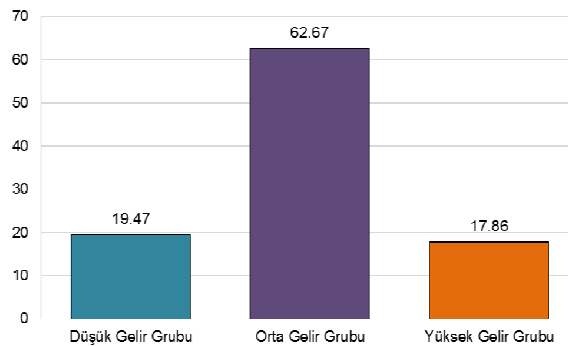
Muğla Ulaşım Ana Planı hazırlanması için kullanılacak yolculuk talep tahmin modelinin kurulması ve kalibrasyonu için gerekli olan ulaşım bilgilerinin, kentin yolculuk alışkanlıklarının ve tercihlerinin saptanması, yolculukların amacı, türü,

süresi, başlangıç ve varış noktaları, aktarmaları, araç sahipliği, kullanıcıların sosyo-ekonomik özellikleri gibi bilgilerin elde edilmesi amacıyla hane halkı anketleri gerçekleştirilmiştir. Konut Ulaşım Anketi örnekleme oranı için Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından hazırlanan fakat henüz uygulamaya konmamış yönetmelik taslağında önerilen %3 örnekleme oranı temel alınmıştır. Büyükşehir Belediyesi sınırları içindeki 13 ilçede %3 örneklem ile 9.245 hanede anket gerçekleştirilmiştir. Kentin sosyo-ekonomik yapısı orta gelir grubundan oluşmaktadır.

Tablo 5.5 Anket sonuçlarına göre ilçe bazında büyütülmüş özet bilgiler (MUAP, 2019)

İlçeler	Nüfus	Anketlenen Nüfus	Hane Sayısı	Hane Halkı Büyüklüğü	Çalışan	Öğrenci	Çalışmayan
Bodrum	155815	155815	54250	2,87	56851	27884	71080
Dalaman	37406	37406	11627	3,22	11302	8785	17319
Datça	20029	20029	7179	2,79	6957	3473	9599
Fethiye	147703	147703	46375	3,18	48086	28978	70639
Kavaklıdere	10759	10759	3339	3,22	2587	2364	5808
Köyceğiz	34363	34363	11156	3,08	8752	6663	18948
Marmaris	89630	89630	30534	2,94	33743	14609	41278
Menteşe	105860	105860	36239	2,92	34834	25990	45036
Milas	132437	132437	43994	3,01	42896	20590	68951
Ortaca	45875	45875	14712	3,12	13294	9819	22762
Seydikemer	61019	61019	19208	3,18	17222	11771	32026
Ula	23618	23618	8047	2,94	6678	4316	12624
Yatağan	44363	44363	14502	3,06	13443	7692	23228
Büyükşehir Geneli	908877	908877	301162	3,02	296645	172934	439298

Anketlerin gerçekleştirildiği tarih itibari ile Tablo 5,5'e göre Mentese ilçesinde 36239 hane bulunurken, ortalama hane halkı büyüklüğü 2,92 olarak tespit edilmiştir.



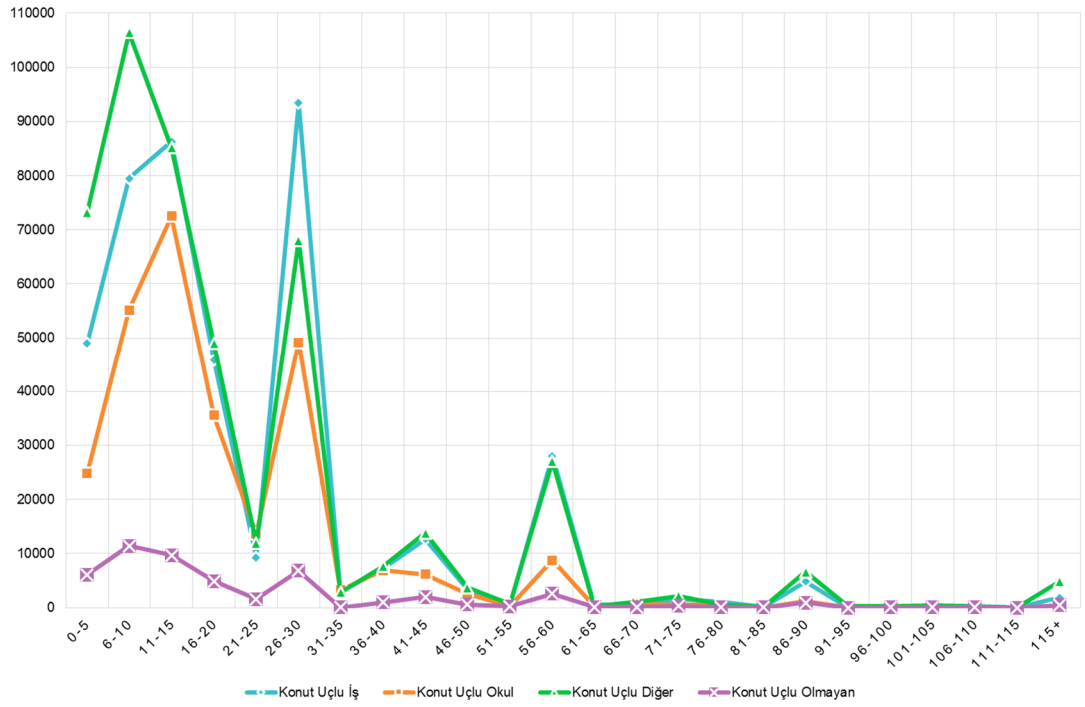
Şekil 5.16 İl geneli sosyo-ekonomik dağılım (MUAP, 2019)

Hane halkı anket sonuçlarının büyütülmüş değerleri ile yapılan analizler sonucunda; günlük toplam yolculuk sayısı 1.226.709; yaya yolculukları 416.617, bisiklet yolculukları 20.427 olarak saptanmıştır. Toplam günlük yolculuk üretim katsayısı kişi başına 1,35, yaya yolculukları üretim katsayısı kişi başına 0,46, bisiklet yolculukları üretim katsayısı kişi başına 0,02, araçlı yolculuk üretim katsayısı ise kişi başına 0,87 olarak elde edilmiştir. Yolculukların türel dağılımı ise Tablo 5.6’da gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 5.6 Yolculukların ulaşım türlerine göre dağılımı (MUAP, 2019)

Ulaşım Türü	Toplam	Yüzde	Araçlı	Yüzde	Araçlı	Yüzde
Yaya	416617	33,96%	-	-	-	-
Bisiklet	20427	1,67%	-	-	-	-
Minibüs	97898	7,98%	97898	12,40%	186666	23,64%
Otobüs	88768	7,24%	88768	11,24%		
İşyeri/Okul Servisi	169438	13,81%	169438	21,46%	169438	21,46%
Özel Oto Sürücüsü	225294	18,37%	225294	28,53%	324791	41,13%
Özel Oto Yolcusu	99497	8,11%	99497	12,60%		
Ticari Taksi	7204	0,59%	7204	0,91%	7204	0,91%
Motosiklet/Triportör	84184	6,86%	84184	10,66%	84184	10,66%
Deniz Taşıtı	614	0,05%	614	0,08%	614	0,08%
Diğer	16768	1,37%	16768	2,12%	16768	2,12%
TOPLAM	1226709	100,00%	789665	100,00%	789665	100,00%

Konut anketi sonuçlarına göre kent genelinde gerçekleşen tüm yolculukların büyük bölümü 0-30 dakika arasında dağılım göstermektedir (%85,48). Yaya ve bisiklet de dâhil olmak üzere tüm ulaşım türleri incelendiğinde, ortalama yolculuk sürelerinin 0-30 dakika arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Araçlı yolculukların önemli bir bölümü 25 ile 30 dakika arası iken, tüm araçlı yolculuklar içinde bu saat dilimindeki yolculukların payı %21,95’dir. İkinci büyük pay 10-15 dakika süren yolculuklardadır (%19,59). %14,76 payla anket cevaplarının yuvarlatılmasından dolayı 5-10 dakika süren yolculuklarda Şekil 5.17’de görüldüğü üçüncü sırada yer almaktadır.



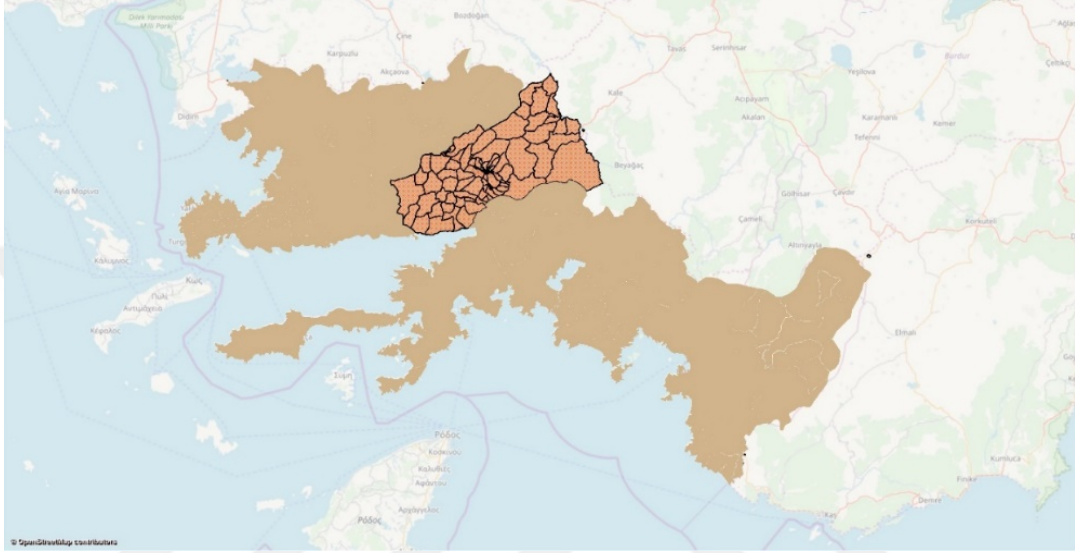
Şekil 5.17 Yolculuk sürelerinin amaçlara göre dağılımı (MUAP, 2019)

Muğla Ulaşım Ana Planı kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda yolculuk süresi en uzun süren ulaşım modunun Toplu Taşıma olduğu tespit edilmiştir. Toplu taşımayı sırasıyla, Servis ve özel otomobil yolculukları takip etmektedir. Ortalama yolculuk süresi 20 dakika iken yaya, bisiklet ve diğer yolculuk türleri ortalamanın altında kalmaktadır.

Tablo 5.7 Yolculuk sürelerinin ulaşım türlerine göre dağılımı (MUAP, 2019)

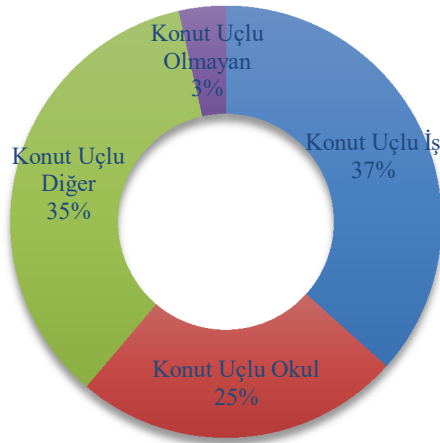
Ulaşım Türü	Yolculuk Sayısı	Ortalama Yolculuk Süresi (dk)
Özel Otomobil	324791	22,16
Toplu Taşıma	187280	31,28
Servis	169438	26,28
Yaya	416617	11,93
Bisiklet	20427	13,70
Diğer	108156	18,47
TOPLAM	1226709	20,23

Muğla Ulaşım Ana Planı kapsamında Menteşe ilçesi değerlendirilmek üzere 129 trafik zonuna ayrılmıştır. Her bir zonda gerçekleştirilen hane halkı anketleri, ve belirlenen noktalardaki gün boyu ve 6 saatlik periyot olarak gerçekleştirilen trafik sayımları, otopark ve yaya anketleri sonucu ilçenin türel kullanım alışkanları, sosyo-ekonomik özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.



Şekil 5.18 Menteşe ilçesi analiz zonları (MUAP, 2019)

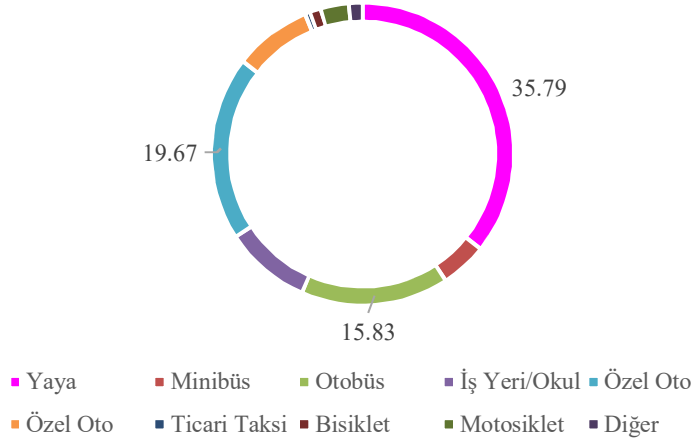
İlçede yolculukların amaçlarına göre dağılımı incelendiğinde Şekil 5.19'da belirtildiği haliyle en fazla gerçekleştirilen yolculuk amacı konut uçlu iş yolculukları olmuştur.



Şekil 5.19 Yolculukların amaçlarına göre dağılımı (MUAP, 2019)

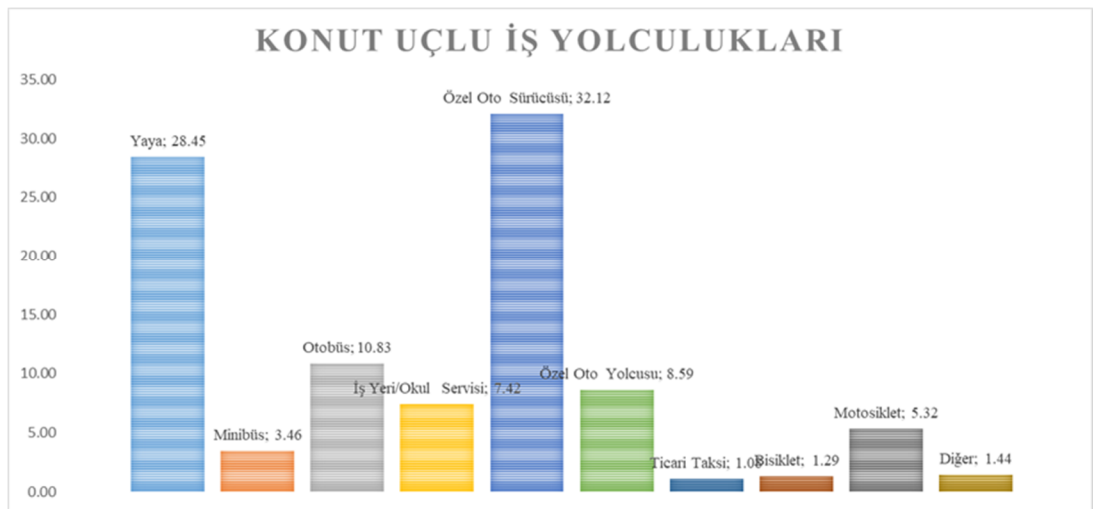
Yolculuklar türlere göre incelendiğinde ise kent merkezinin ölçeğinin küçük olması sebebiyle %35,79 ile yaya yolculukları karşımıza çıkmaktadır (Şekil 5.20).

TÜRLERİNE GÖRE YOLCULUKLAR

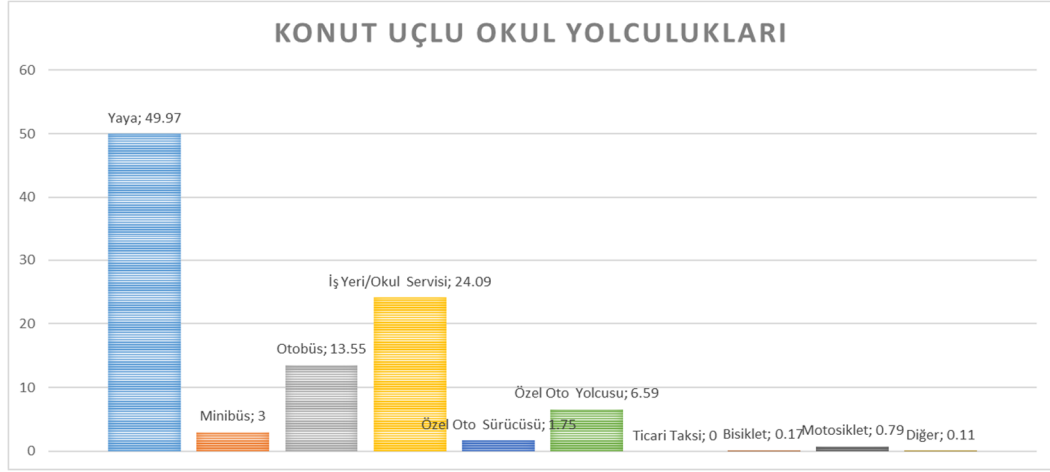


Şekil 5.20 Yolculukların türlere göre dağılımı (MUAP, 2019)

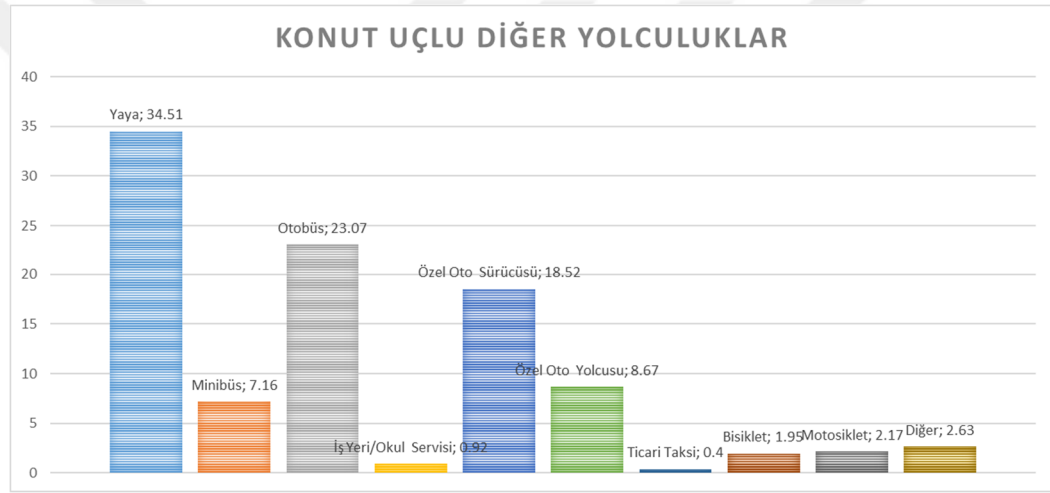
Yolculuk amaçlarına göre türel dağılım durumu Şekil 5.20 ile Şekil 5.24 arasında gösterilmiştir. İş ve diğer yolculuklarda en yüksek değer özel otomobil iken, okul ve sosyo-kültür ve eğlence yolculuklarının dahil olduğu ev uçuşlu diğer yolculuklarda yayadır.



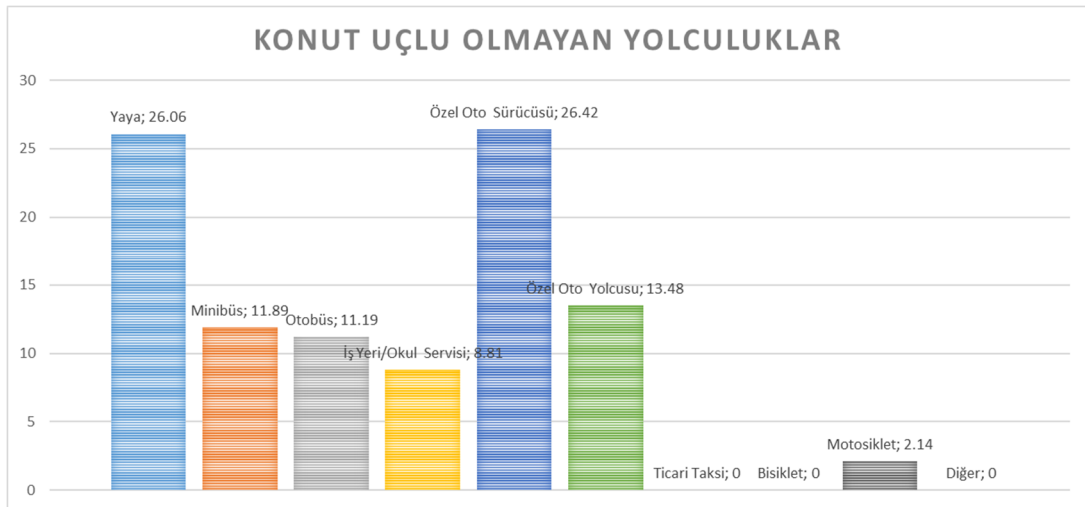
Şekil 5.21 Konut uçuşlu iş yolculuklarının türel dağılımı (MUAP, 2019)



Şekil 5.22 Konut uçlu okul yolculuklarının türel dağılımı (MUAP, 2019)



Şekil 5.23 Konut uçlu diğer yolculukların türel dağılımı (MUAP, 2019)

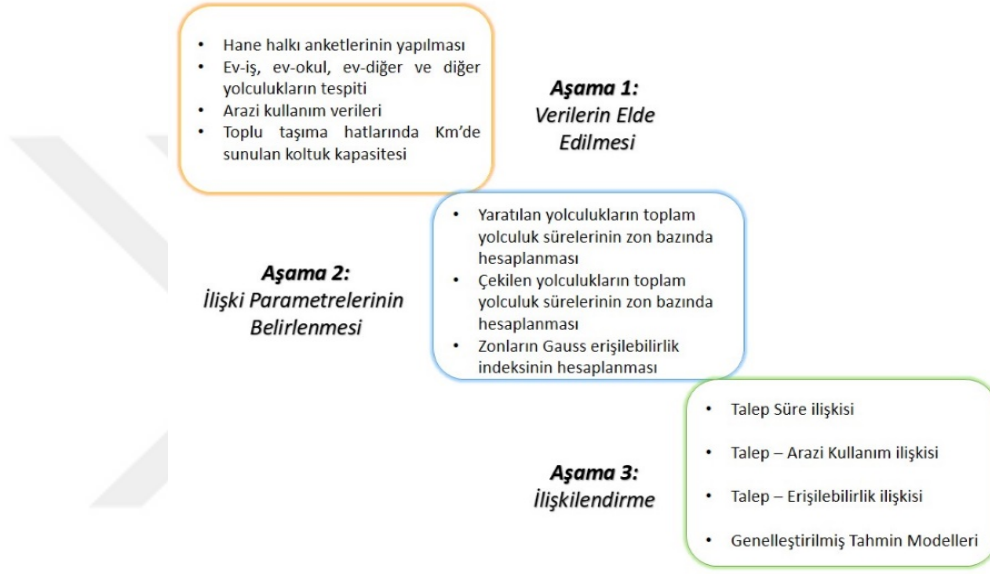


Şekil 5.24 Diğer yolculukların türel dağılımı

BÖLÜM ALTI

MODELLEME ÇALIŞMALARI

Tez çalışması kapsamında üç aşamalı analiz yöntemi kurularak, toplu taşıma yolculuklarının talep düzeylerine yolculuk süresi, erişilebilirlik, arazi kullanım ve km'de sunulan koltuk kapasitesinin etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan akış şeması Şekil 6,1'de sunulmuştur.



Şekil 6.1 Akış şeması

Aşama 1:

Hane halkı anketlerinden ev-iş, ev-okul, ev diğer ve diğer yolculuk talepleri ile, analiz bölgesine ilişkin demografik veriler ve yolculuk süreleri elde edilmiştir. Bununla birlikte çalışma alanına ilişkin arazi kullanım bilgileri hali hazır haritalar üzerinden oluşturulmuştur.

Aşama 2:

Bu aşamada zon bazında yaratılan ve çekilen yolculukların toplu taşıma ile gerçekleştirdikleri yolculukların, yolculuk süreleri hane halkı anketlerinden elde edilen yolculuk süre matrislerinden yolculuk amaçlarına göre elde edilmiştir. Muğla Ulaşım Ana Planı kapsamında gerçekleştirilen analizler kapsamında, çalışma alanında

hizmet veren toplu taşıma hatlarının, hizmet km'leri ile sunulan koltuk kapasiteleri elde edilmiştir.

Gauss çekim modeli kullanılarak zon bazlı erişilebilirlik indeksi, toplu taşıma ile gerçekleştirilen tüm yolculuklar ve amaçlarına göre hesaplanmıştır.

Aşama 3:

Toplu taşımaya yönelik yolculuk yaratım/çekimlerinin anlamlı bağımsız değişkenlerinin belirlenmesinde yolculuk süresi, arazi kullanım ve erişilebilirlik verileri kullanılmıştır. Bu verilerin yolculuk talebiyle olan ilişkisinin açıklanmasına yönelik kendi içlerinde regresyon modeli, aralarındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla da çoklu regresyon modeli kurularak genelleştirilmiş maliyet modeli oluşturulmaya çalışılmıştır.

6.1 Talep - Süre İlişkisi

Bu bölümün ilk kısmında yolculuk amaçlarının; yolculuk süreleri ile arasındaki ilişki istatistiksel dağılımlar yardımıyla açıklanacak son kısmında ise toplu taşıma performans ölçütü olarak analiz bölgesindeki zonların özel otomobil ve toplu taşıma ile yaptığı yolculukların süreleri ve km de sunulan toplu taşıma koltuk kapasitelerinin süre ile ilişkisi karşılaştırılarak, zon bazında performans değerleri ölçülerek yolculuk talepleriyle arasındaki ilişki açıklanmaya çalışılacaktır.

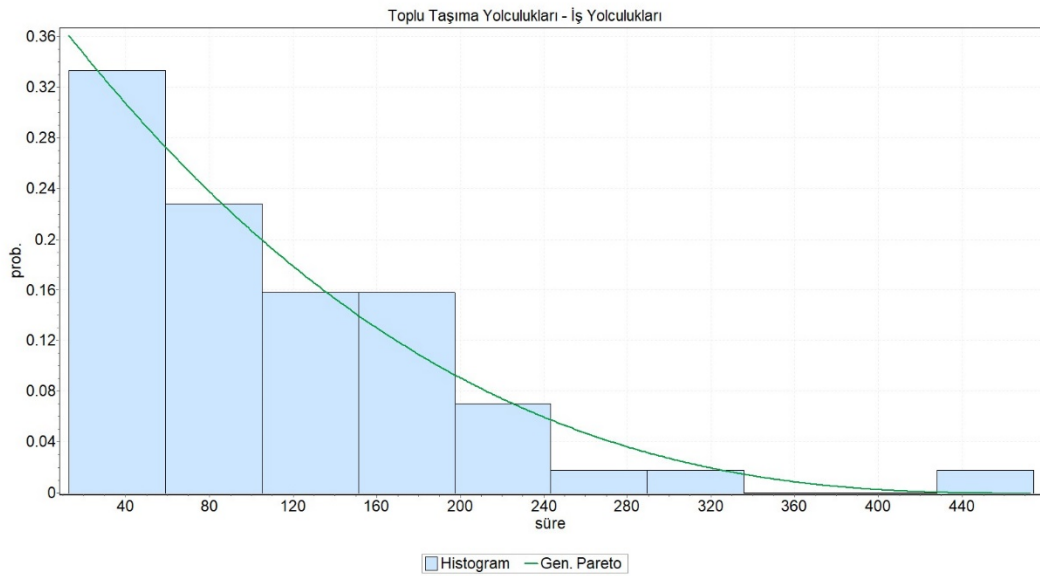
6.1.1 Ev – İş Yolculukları

Toplu taşıma ile gerçekleştirilen ve yaratılan iş seyahatlerinin yolculuk sürelerinin dağılımının 0,96 anlamlılık değeri ile Pareto dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,96). Pareto dağılımı iktisat, sosyal birimler, fen, geofizik gibi bir çok disiplinde küçük bir nesnenin büyük nesneye dağılımında kararlılık elde ettiği hallerde kullanılması adına İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto tarafından bulunan sürekli olasılık dağılımıdır (Wikipedia, 2019). Konut uçuşu yaratılan iş yolculuklarının talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = 1 - (1,27(\frac{x-11,33}{126,68})^{-1/0,27}) \quad (6.1)$$

Yaratılan iş yolculuklarına ilişkin talep-maliyet ilişkisinin ortalama yolculuk süresi ile korelasyonu -0,43, toplam yolculuk süresi ile korelasyonu 0,71 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon anlamlılık testi sonucu ortalama süre ile 0,06, toplam süre ile 0,00 olarak karşımıza çıkmaktadır. Ortalama yolculuk süresi 30 dk olarak gözlemlendiği yolculuk amacıyla, ortalama yolculuk süresi ile maliyet arasında güçlü olmayan negatif bir ilişki bulunurken, toplam yolculuk süresi ile pozitif ve nispeten güçlü bir ilişki söz konusudur.

Şekil 6.2’de zon bazında toplam yolculuk ile toplam süre arasındaki olasılık ilişkisini yansıtan Gen. Pereto dağılımının grafik gösterimi yer almaktadır. İş amaçlı yolculuklarda toplam yolculuk süresi arttığında iş amaçlı yolculukların toplu taşıma ile gerçekleştirme olasılığında düşüş gözlemlenmektedir.



Şekil 6.2 Yaratılan ev-iş yolculukları süre-olasılık grafiği

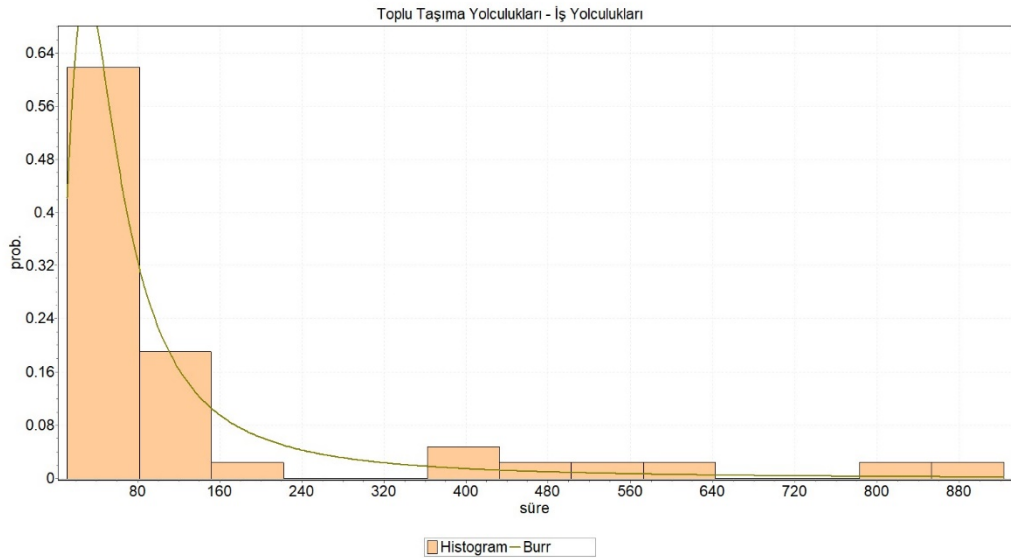
Toplu taşıma ile gerçekleştirilen ve çekilen iş seyahatlerine ilişkin yolculuk sürelerinin 0,92 anlamlılık değeri ile Burr dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,92). Burr dağılımı hane halkı geliri, ürün fiyatları yolculuk süresi gibi çok çeşitli parametreleri modellemek için kullanılan histogram grafiğini en iyi modelleyen

dağılımlardan biridir. 1940'lı yıllarda Burr gerçek hayata ilişkin verilerin en iyi şekilde modellenebileceği 12 dağılım fonksiyonu oluşturmuştur (Staticsshowto, 2019). Konut uçuşu çekilen iş yolculuklarının talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = \frac{1,06 \left(\frac{x}{38,68}\right)^{1,22}}{38,68 \left(1 + \left(\frac{x}{38,68}\right)^{2,22}\right)^{1,48}} \quad (6.2)$$

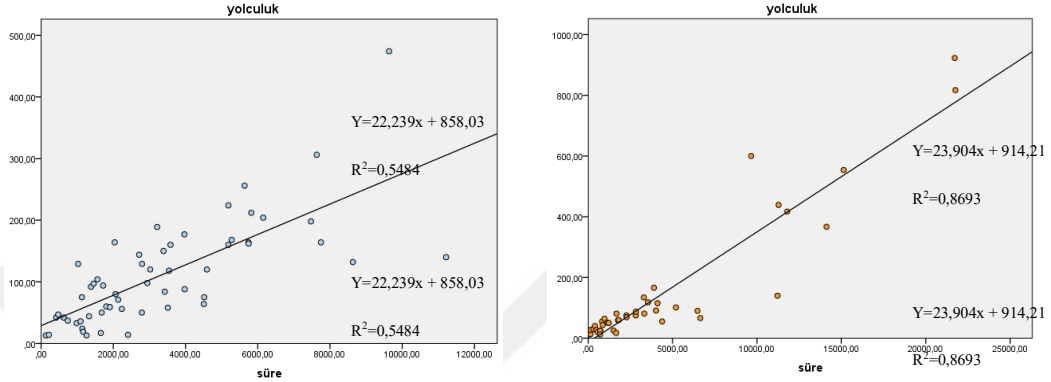
Çekilen iş yolculuklarına ilişkin talep-maliyet ilişkisinin toplam yolculuk süresi korelasyonu ise 0,92 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon anlamlılık testi sonucu 0,00 olarak karşımıza çıkmaktadır. Yolculuk süresi ile maliyet arasında güçlü, pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

Şekil 6.3'de zon bazında toplam yolculuk ile toplam süre arasındaki olasılık ilişkisini yansıtan Burr dağılımının grafik gösterimi yer almaktadır. Çekilen iş yolculukları incelendiğinde toplu taşıma ile yolculuk yapma olasılığının 0-80 dakika aralığında en fazla olduğu gözlenmiştir.



Şekil 6.3 Çekilen ev-iş yolculukları süre-olasılık grafiği

Şekil 6.10 ‘da ev-iş amaçlı yolculukların yaratım ve çekim türlerine göre süre ile olan ilişkisini belirten dağılım grafiği yer almaktadır. Yaratılan yolculuklar daha kısa aralıkta kümelenirken, çekilen yolculukların süresinin daha çok yayıldığı görülmektedir.



Yaratılan ev-iş amaçlı yolculuklar

Çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar

Şekil 6.4 Yaratılan ve çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar dağılım grafiği

Yaratılan ve çekilen iş yolculuklarının yolculuk süresi ile ilişkisi regresyon analiziyle açıklanmaya çalışılmıştır. Örneklem sonucunda elde edilen yolculuk süresi; yaratılan yolculuk talebinin %54’ ü nü (Tablo 6.1), çekilen yolculuk talebinin ise %86’sını (Tablo 6.3) açıklamaktadır.

Tablo 6.1 Yaratılan ev-iş amaçlı yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,741	0,548	0,540	56,644

Bağımsız değişken - süre

Bağımsız değişken olan sürenin, yolculuk talebi üzerinde %2 bir etkiye sahip olduğu Tablo 6.2’ den anlaşılmaktadır. Yolculuk süresinin sıfır olduğu bir ortamda yolculuk süresinden etkilenmeyen 28,87 değerli yolculuk talebi bulunmaktadır.

Tablo 6.2 Yaratılan ev-iş amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre (Sabit)	0,025	0,03	0,741	8,172	0,000
	28,873	12,519	2,306		0,025

Katsayılar tablolarında (Tablo 6.2 – Tablo 6.4) görülen anlamlılık değerlerinin 0,05'in altında olması bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.3 Çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,932	0,869	0,866	2035,645

Bağımsız değişken - süre

Bağımsız değişken olan sürenin, çekim yolculuk talebi üzerinde %3 bir etkiye sahip olduğu Tablo 6.4' den anlaşılmaktadır. Yolculuk süresinin sıfır olduğu bir ortamda yolculuk süresinden etkilenmeyen 13,598 değerli yolculuk talebi bulunmaktadır.

Tablo 6.4 Çekilen ev-iş amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu

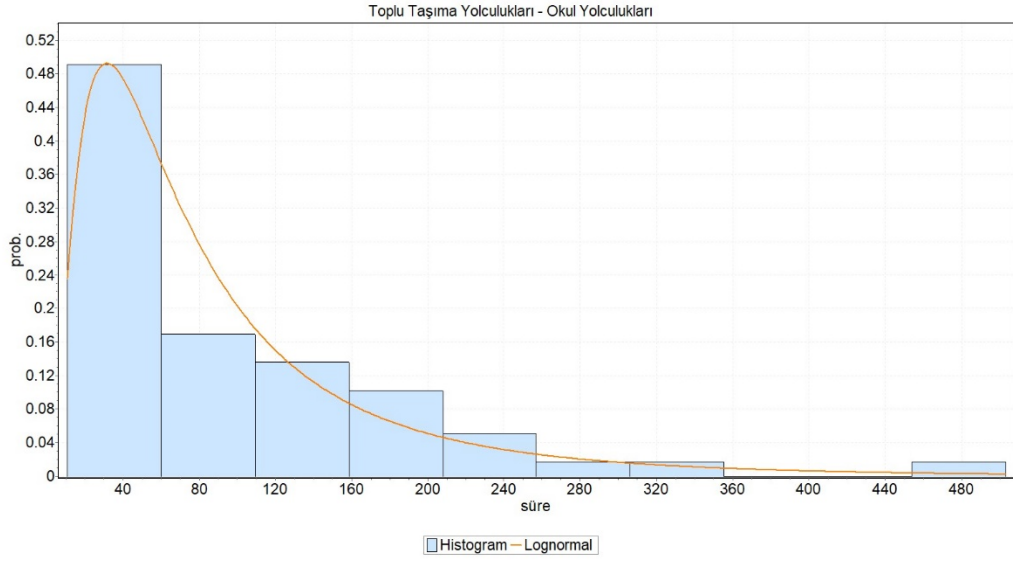
	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre	0,036	0,002	0,932	16,311	0,000
(Sabit)	13,598	15,847		0,858	0,396

6.1.2 Ev – Okul Yolculukları

Toplu taşıma ile gerçekleştirilen okul yolculuklarının Log-normal dağılıma uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,94). Konut uçlu okul yolculuklarının hesaplanan talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = \frac{\exp\left(-1/2\left(\frac{\ln x - 4,20}{0,86}\right)^2\right)}{0,86x\sqrt{2\pi}} \quad (6.3)$$

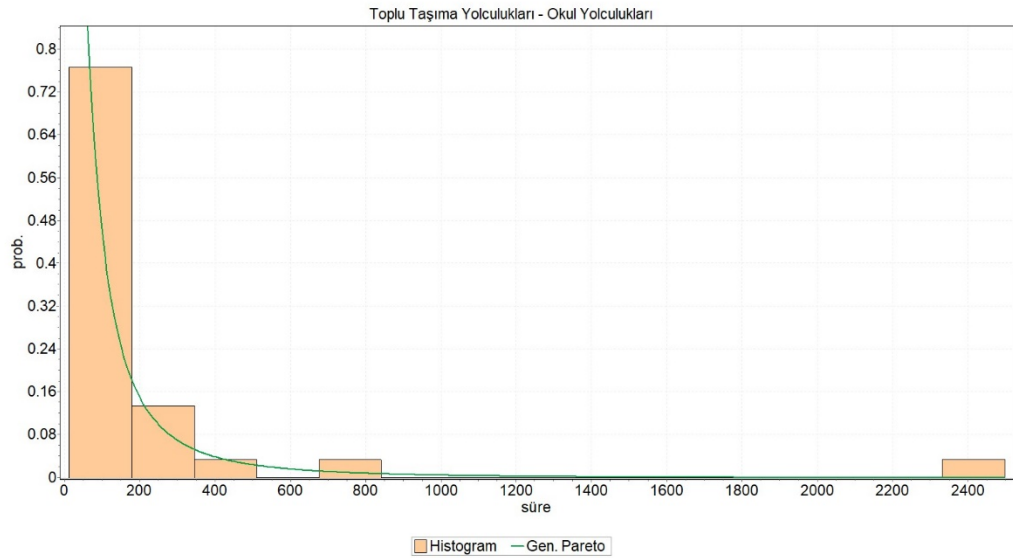
Yağcı'ya göre bir X değişkenine ilişkin lnX olasılık dağılımı normal ise, X'in olasılık dağılımı lognormal dağılım olarak adlandırılmakla birlikte her zaman pozitif değer almaktadır. Genellikle malzeme mukavemeti, metallerin yorulma ömrü, tasarımların tamamlanma süresi gibi rastgele değişkenlerde kullanılmaktadır (b.t). Şekil 6.4'de zon bazında toplam yolculuk ile toplam süre arasındaki olasılık ilişkisini yansıtan Burr dağılımının grafik gösterimi yer almaktadır.



Şekil 6.5 Yaratılan ev-okul yolculukları süre-olasılık grafiği

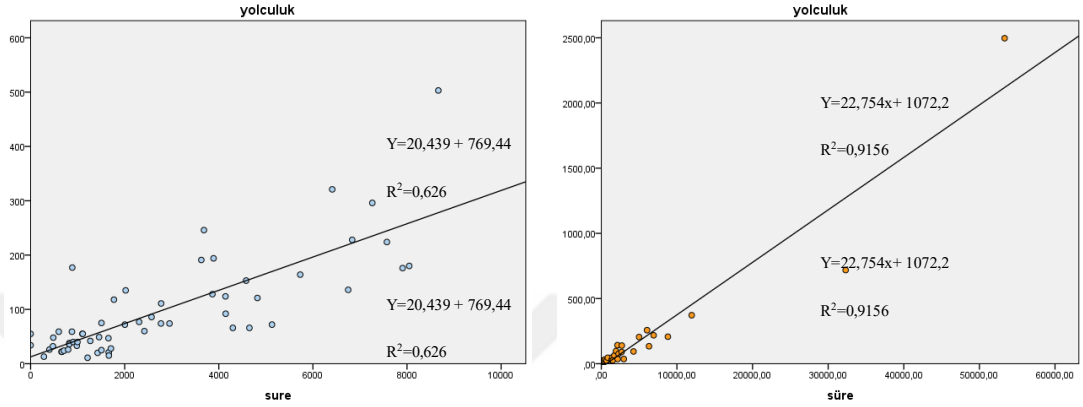
Toplu taşıma ile gerçekleştirilen ve çekilen okul seyahatlerinin yolculuk sürelerinin dağılımının 0,97 anlamlılık değeri ile Pareto dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,97).;

$$f(x) = 1 - (1,69(\frac{x-8,10}{54,97})^{-1/0,69}) \quad (6.4)$$



Şekil 6.6 Çekilen ev-okul yolculukları süre-olasılık grafiği

Yaratılan ve çekilen okul yolculuklarının yolculuk süresi ile ilişkisi regresyon analiziyle açıklanmaya çalışılmıştır. Örneklem sonucunda elde edilen yolculuk süresi yaratılan yolculuk talebinin verilerin %62'sini (Tablo 6.5), çekilen yolculuk talebinin ise %91'ini (Tablo 6.5) açıklamaktadır.



Yaratılan ev-okul amaçlı yolculuklar

Çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar

Şekil 6.7 Yaratılan ve çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar dağılım grafiği

Tablo 6.5 Yaratılan ev-okul amaçlı yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,791	0,626	0,619	56,230

Bağımsız değişken - süre

Yaratılan okul yolculuklarında bağımsız değişken olan sürenin yolculuk talebi üzerine %3'lük bir etkisi bulunmaktadır. Yolculuk süresinin sıfır olduğu durumlarda zon bazında okul yolculuklarında 12,661 değerinde bir talep söz konusudur (Tablo 6.6). Yine aynı tabloda görüleceği üzere anlamlılık değerinin 0,05'in altında yer alması bağımsız değişkenin anlamlı bir şekilde yolculuk talebini açıklamaktadır.

Tablo 6.6 Yaratılan ev-okul amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre	0,031	0,03	0,791	9,768	0,000
(Sabit)	12,661	11,310		1,119	0,268

Çekilen okul amaçlı yolculuklarda ise yaratım modeline göre daha kuvvetli bir ilişki söz konusudur. Yaratım modellerinde zorunlu yolculuklarda süreden daha az

etkilenmesi beklenen bir durumdur ancak çekim modelleri devreye girdiğinde yolculuk amacı ile arazi durumu arasında daha yüksek bir ilişki beklenmektedir.

Tablo 6.7 Çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,957	0,916	0,913	135,654

Bağımsız değişken - süre

Çekilen okul yolculuklarında bağımsız değişken olan sürenin, yolculuk talebi üzerine %4'lük bir etkisi bulunmaktadır. Yolculuk süresinin sıfır olduğu durumlarda zon bazında okul yolculuklarında 27,065 değerinde bir talep söz konusudur (Tablo 6.8). Yine aynı tabloda görüleceği üzere anlamlılık değerinin 0,05'in altında yer alması bağımsız değişkenin anlamlı bir şekilde yolculuk talebini açıklamaktadır.

Tablo 6.8 Çekilen ev-okul amaçlı yolculuklar katsayılar tablosu

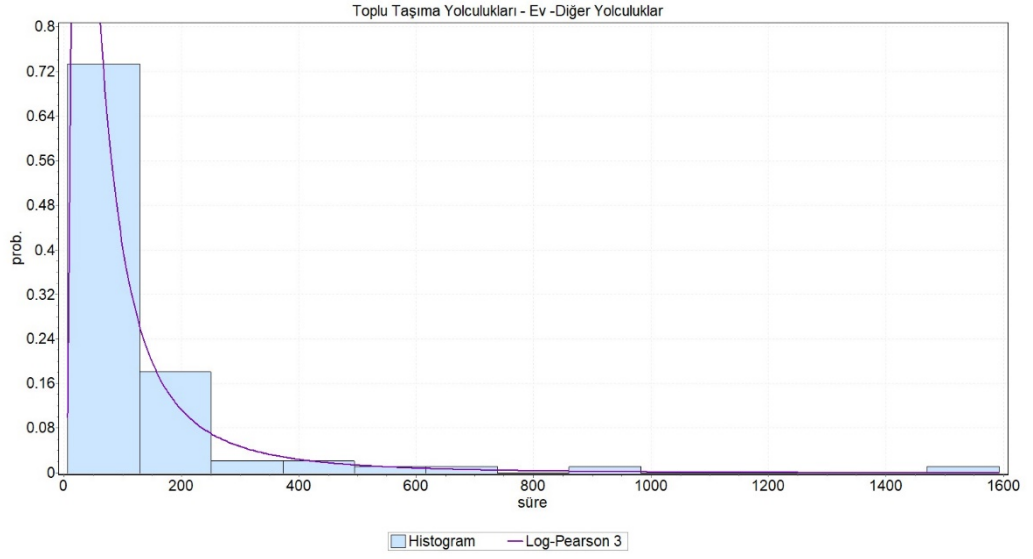
	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre (Sabit)	0,040	0,02	0,957	17,428	0,000
	27,065	27,735		0,976	0,337

6.1.3 Ev – Diğer Yolculuklar

Toplu taşıma ile gerçekleştirilen diğer yolculuklarının Log Pearson 3 dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,82). 1800'lü yıllarda Karl Pearson tarafından tasarlanmış olan dağılımla, her bir değer için olasılık fonksiyonunun bir diferansiyel denklemle ifade edilebileceği kabul edilmektedir (Wikipedia, 2019). Konut uçlu diğer yolculuklarının hesaplanan talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = \frac{1}{3,21rx} \left(\frac{\ln(x)-0,97}{0,30} \right)^{9,71} \exp \left(\frac{-\ln(x)-0,97}{0,30} \right) \quad (6.5)$$

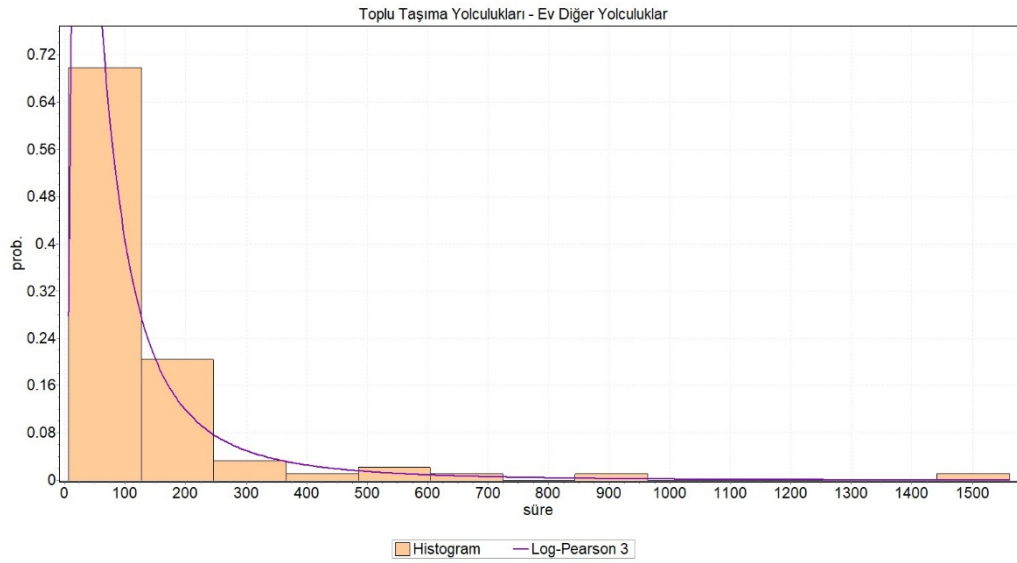
Diğer yolculuklarına ilişkin talep-maliyet ilişkisinin ortalama seyahat süresine bağlı korelasyonu ise -0,43 olarak hesaplanmıştır. Ortalama yolculuk süresi 26 dk olarak gözlemlendiği yolculuk amacıyla, ortalama yolculuk süresi ile maliyet arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır.



Şekil 6.8 Yaratılan ev-diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği

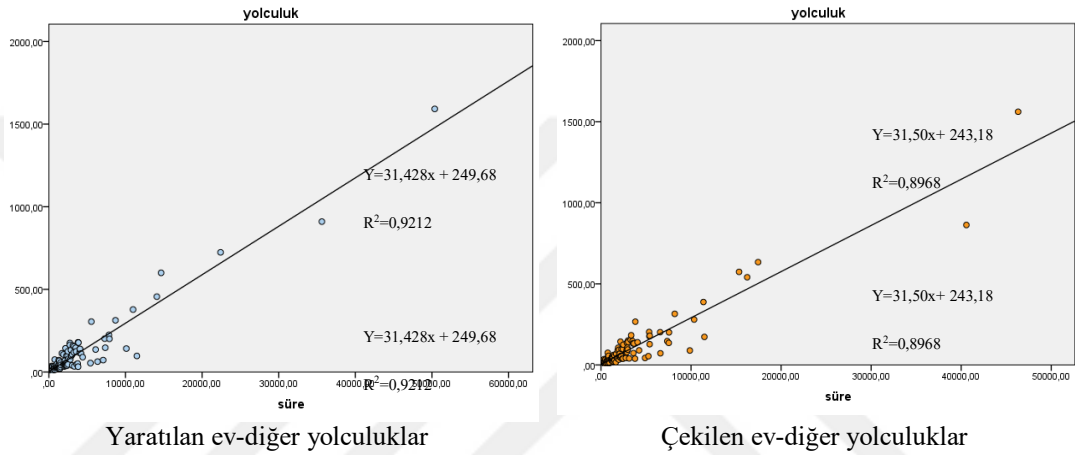
Toplu taşıma ile gerçekleştirilen ve çekilen ev diğer seyahatlerin yolculuk sürelerin dağılımının 0,97 anlamlılık değeri ile Log Pearson 3 dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,97). Konut uçlu çekilen diğer yolculuklarının talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = \frac{1}{4,59rx} \left(\frac{\ln(x)+0,42}{0,22} \right)^{19,86} \exp \left(\frac{-\ln(x)+0,42}{0,22} \right) \quad (6.6)$$



Şekil 6.9 Çekilen ev-diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği

Yaratılan ve çekilen ev-diğer yolculuklarının yolculuk süresi ile ilişkisi regresyon analiziyle açıklanmaya çalışılmıştır. Örneklem sonucunda elde edilen yolculuk süresi yaratılan yolculuk talebinin verilerin %92'sini (Tablo 6.9), çekilen yolculuk talebinin ise %89'unu (Tablo 6.11) açıklamaktadır. Burada okul ve iş yolculuklarının aksine yaratım modellerinde daha yüksek değer karşımıza çıkmaktadır. Daha açıklayıcı bir ifadeyle sosyo-kültürel, eğlence vb.gibi faaliyetler süreyle daha ilişkilidir. İş, okul gibi zorunlu yolculuklarda kullanıcı süreyi görmezden gelebilmektedir.



Şekil 6.10 Yaratılan ve çekilen ev- diğer amaçlı yolculuklar dağılım grafiği

Tablo 6.9 Yaratılan ev-diğer amaçlı yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,960	0,921	0,920	58,976

Bağımsız değişken - süre

Yaratılan ev-diğer yolculuklarının katsayıları incelendiğinde (Tablo 6.10) bağımsız değişken olan sürenin, yolculuk talebi üzerinde %3'lük bir etkisi bulunmaktadır.

Tablo 6.10 Yaratılan ev-diğer yolculuklar katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre	0,029	0,001	0,960	32,801	0,000
(Sabit)	2,446	7,122		0,343	0,732

Tablo 6.11 Çekilen ev-diğer amaçlı yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,947	0,897	0,896	66,020

Bağımsız değişken - süre

Çekilen ev-diğer yolculuklarının katsayıları incelendiğinde (Tablo 6.10) bağımsız değişken olan sürenin, yolculuk talebi üzerinde %2’lik bir etkisi bulunmaktadır.

Tablo 6.12 Çekilen ev-diğer yolculuklar katsayılar tablosu

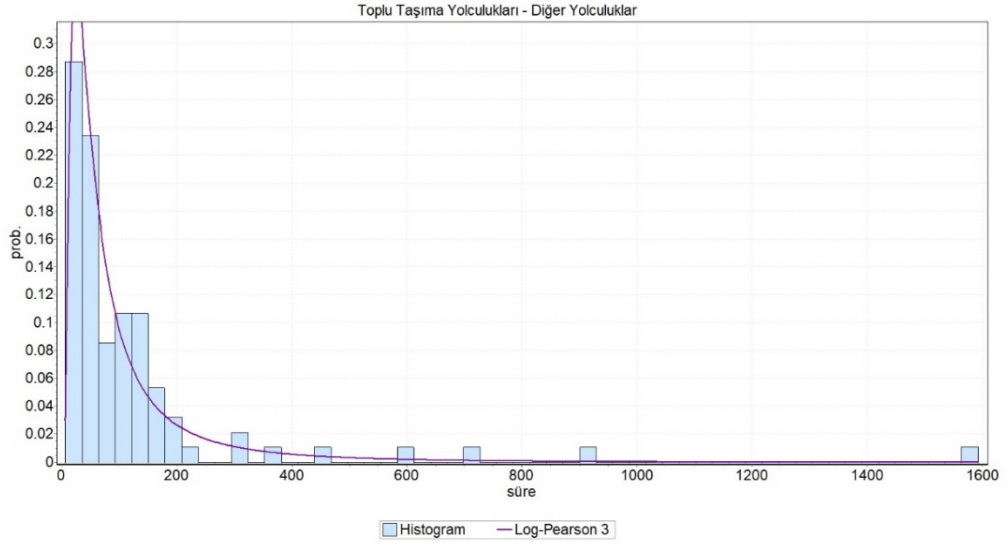
	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre	0,028	0,001	0,947	28,126	0,000
(Sabit)	6,003	8,053		0,745	0,458

6.1.4 Diğer Yolculuklar

Toplu taşıma ile gerçekleştirilen ev uçlu olmayan yolculukların Log Pearson 3 dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,81). Konut uçlu olmayan yolculukların hesaplanan talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = \frac{1}{3,27rx} \left(\frac{\ln(x)-0,86}{0,29} \right)^{10,30} \exp \left(\frac{-\ln(x)-0,86}{0,29} \right) \quad (6.7)$$

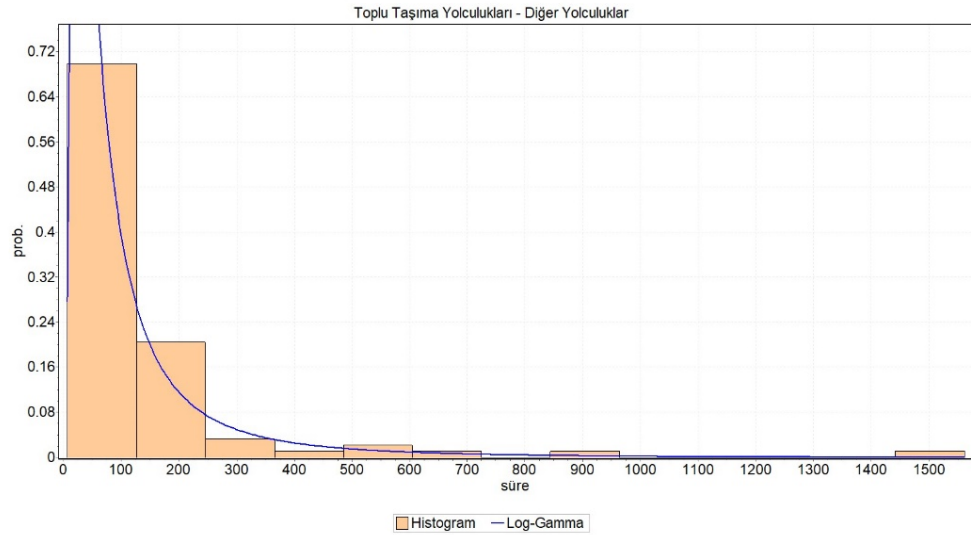
Diğer yolculuklarına ilişkin talep-maliyet ilişkisinin ortalama yolculuk süresi ile korelasyonu -0,48 olarak hesaplanmıştır. Ortalama yolculuk süresi 26 dk. olarak gözlemlendiği yolculuk amacıyla, ortalama yolculuk süresi ile maliyet arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır.



Şekil 6.11 Yaratılan diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği

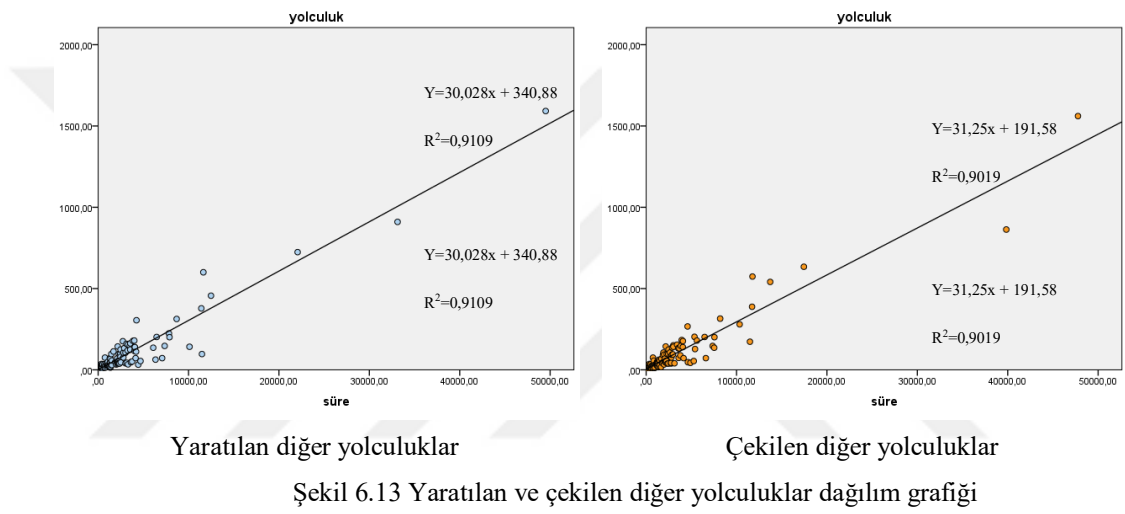
Toplu taşıma ile gerçekleştirilen ve çekilen diğer seyahatlerin yolculuk sürelerinin dağılımının 0,96 anlamlılık değeri ile Log Gamma dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir (pvalue=0,96). Konut uçlu çekilen diğer yolculuklarının talep-maliyet fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = \frac{(\ln(x))^{15,70}}{16,70x^{0,25^{16,70}}} \exp\left(\frac{-\ln(x)}{0,25}\right) \quad (6.8)$$



Şekil 6.12 Çekilen diğer yolculuklar süre-olasılık grafiği

Yaratılan ve çekilen diğer yolculuklarının yolculuk süresi ile ilişkisi regresyon analiziyle açıklanmaya çalışılmıştır. Örneklem sonucunda elde edilen yolculuk süresi yaratılan yolculuk talebinin verilerin %91'ini (Tablo 6.13), çekilen yolculuk talebinin ise %90'ını (Tablo 6.15) açıklamaktadır. Burada da ev –diğer yolculuktaki gibi; okul ve iş yolculuklarının aksine yaratım modellerinde daha yüksek değer karşımıza çıkmaktadır. Daha açıklayıcı bir ifadeyle sosyo-kültürel, eğlence vb.gibi faaliyetler süreyle daha ilişkilidir. İş, okul gibi zorunlu yolculuklarda kullanıcı süreyi görmezden gelebilmektedir.



Tablo 6.13 Yaratılan diğer yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,954	0,911	0,910	62,750

Bağımsız değişken - süre

Yaratılan diğer yolculuklarda bağımsız değişken verilerin %3 etkilerken, çekilen yolculuklarda %2 etkilemektedir (Tablo 6.14 ve Tablo 6.16). Buradan da görüleceği üzere diğer amaçlı yolculukların yaratımında süre daha önemli bir rol üstlenmektedir.

Tablo 6.14 Yaratılan yolculuklar katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Sig.
	B	Standart Hata	Beta		
Süre	0,030	0,001	0,954	30,667	0,000
(Sabit)	0,662	7,614		0,090	0,929

Tablo 6.15 Çekilen diğer yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,950	0,902	0,901	64,417

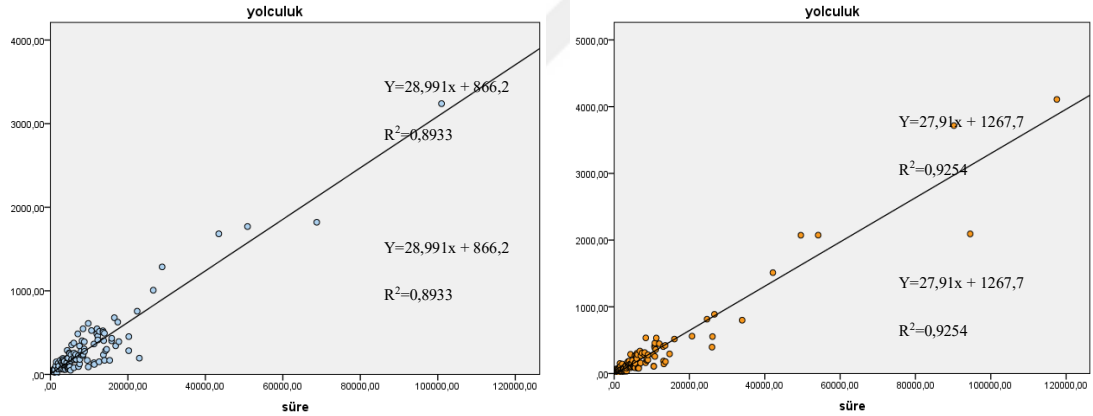
Bağımsız değişken - süre

Tablo 6.16 Çekilen diğer yolculuklar katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre (Sabit)	0,029	0,001	0,950	28,919	0,000
	6,741	7,863		0,861	0,392

6.1.5 Tüm Yolculuklar Regresyon Analizi Sonuçları

Yolculuk amaçlarına bakmadan, tüm yolculuklar yaratım ve çekim olarak incelendiğinde çekilen yolculukların süre ile daha yüksek ilişkisi olduğu Şekil 6.143'de karşımıza çıkarken, yolculuk süresi yolculuk taleplerini her iki durumda da %3 düzeyinde etkilemektedir.



Yaratılan tüm yolculuklar

Çekilen tüm yolculuklar

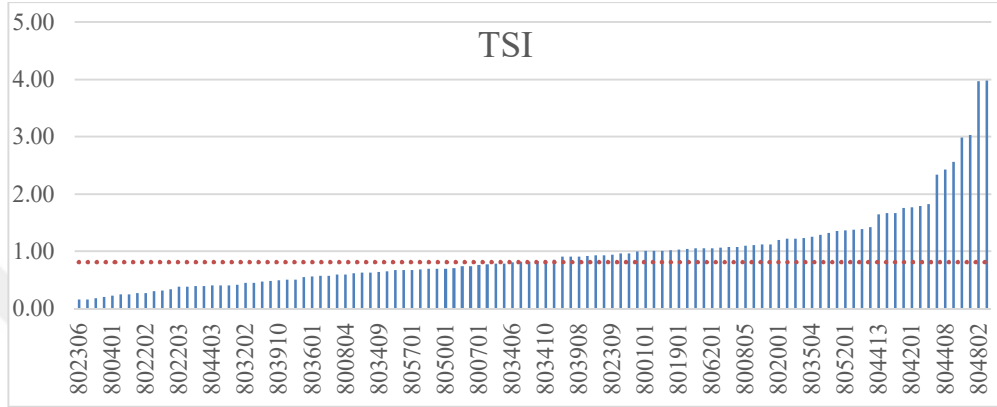
Şekil 6.14 Yaratılan ve çekilen tüm yolculuklar dağılım grafiği

Tablo 6.17 Yaratılan tüm yolculuklar regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,945	0,893	0,892	138,11576

Bağımsız değişken - süre

Kapıdan kapıya otomobille yapılan yolculukların, kapıdan kapıya toplu taşıma ile yapılan yolculuklara oranlanması sonucu zon bazında Toplu Taşıma Hizmet Düzeyi (TSI) hesaplanmıştır. 13 zonda TSI değerine ulaşamazken, en düşük değer 0,16 ile 0802306 zonunda, en yüksek değer ise 3,99 ile 0804612 zonunda gözlemlenmiştir. Menteşe ilçesinin ortalama TSI değeri ise 0,82 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6.16 Analiz zonları TSI değerleri

Tablo 6.21 TSI korelasyon tablosu

			Yolculuk Talebi	TSI
Spearman'ın oranı	Talep	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,415**
		Sig. (2-tailed)		0,000
	TSI	N	129	129
		Korelasyon Katsayısı	0,415**	1,000
		Sig. (2-tailed)	0,000	
		N	129	129

Tablo 6.21’de yolculuk talebi ile TSI değeri arasındaki korelasyon testi sonuçları paylaşılmıştır. Her iki değişken arasında anlamlı bir ilişki söz konusu olsa da yüksek korelasyon bulunmamakla birlikte bağımsız değişken olan TSI, yolculuk talebinin yalnızca %3’ünü açıklamaktadır. Anlamlılık değeri 0,05’e yakın olmakla birlikte, bağımsız değişkenin yolculuk süresiyle ilişkisinin çok anlamlı olduğu söylenemez.

Tablo 6.22 TSI değeri regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,177	0,031	0,024	402,987

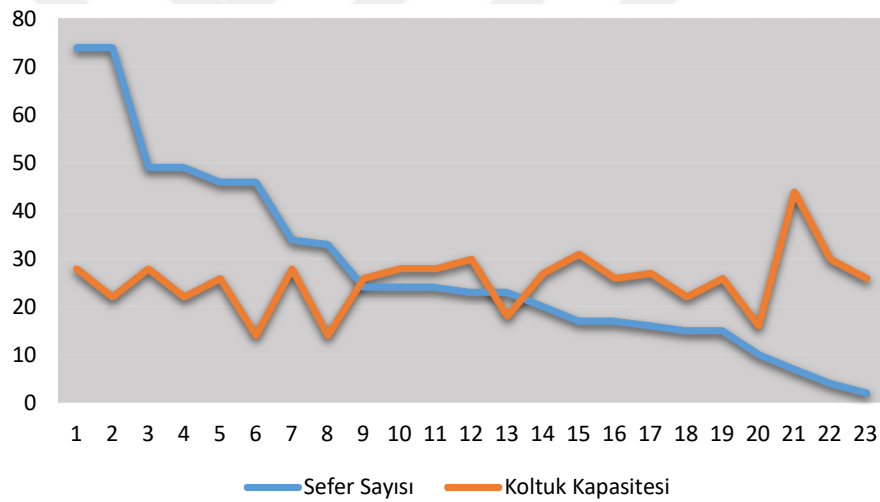
Bağımsız değişken - süre

Tablo 6.23 TSI katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre (Sabit)	99,588	49,264	0,177	2,022	0,045
	191,627	53,927		3,553	0,001

6.1.7 Kilometrede Sunulan Koltuk Kapasitesi

Analiz bölgesinde Ana Plan kapsamında toplanan envanterler sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, toplu taşıma hizmetinde en önemli performans göstergelerinden olan km’de sunulan koltuk kapasitesine ilişkin sefer sayısı ve hatta sunulan koltuk kapasitesi Şekil 6.16’da gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılabacağı üzere hatlardaki koltuk kapasitesi arttıkça sefer sayısı azalmaktadır. Bir başka deyişle koltuk kapasitesinin az olduğu hatlarda sefer sayısı daha fazladır.



Şekil 6.17 Analiz bölgesi sefer sayısı-koltuk kapasitesi

Km başına düşen koltuk kapasitesi ile yolculuk süresi arasındaki regresyon testi, koltuk kapasitesinin %90 oranında toplu taşıma yolculuk maliyetiyle yani yolculuk talebi ve süresiyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.24 Kilometrede sunulan koltuk kapasitesi- yolculuk süresi regresyon model özeti

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,948	0,900	0,899	3987,83345

Bağımsız değişken - süre

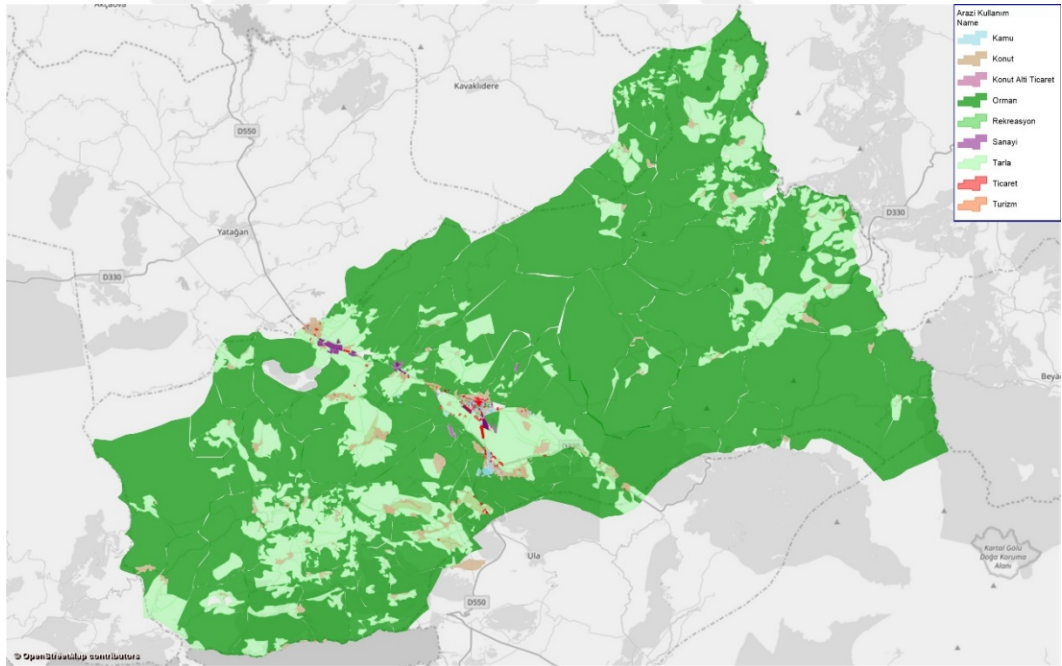
Koltuk kapasitesindeki bir biri değişim, yolculuk süresini %29 oranında etkilemektedir (Tablo 6.25).

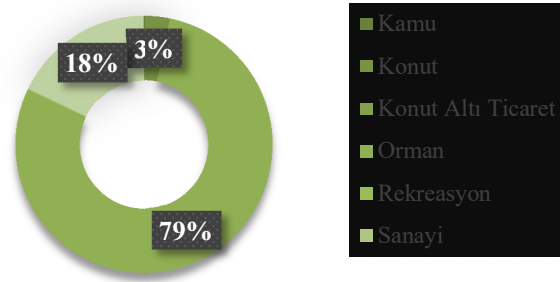
Tablo 6.25 Kilometrede sunulan koltuk kapasitesi- yolculuk süresi katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Koltuk kapasitesi (Sabit)	29,158	0,864	0,948	33,736	0,000
	719,748	423,376		1,700	0,092

6.2 Talep – Arazi Kullanım İlişkisi

Analiz bölgesinde yer alan 129 zonda “*Komu, Konut, Ticaret, Konut Altı Ticaret, Orman, Rekreasyon, Sanayi, Tarım, Turizm*” kullanım kararları dikkate alınarak arazi kullanım ölçümü yapılmış, yolculuk talepleriyle ilişkilendirilmeye çalışılmıştır.





Şekil 6.19 Analiz bölgesi arazi kullanım dağılımı

Tablo 6.25’da yer alan Regresyon testi sonuçları doğrultusunda, arazi kullanım kararlarının yolculuk talebinin %25’ini açıklayabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Yolculuk talebiyle kullanım kararı arasında en yüksek ilişkinin bulunduğu türler ise, konut altı ticaret ve ticaret kullanımlarıdır.

Tablo 6.26 Arazi kullanım durumu regresyon testi sonuçları

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası	İstatistik Değişimleri				
					R ² Değişimi	F değışimi	df1	df2	Anlamlılık Değişimi
1	0,553 ^a	0,306	0,253	353,4458	0,306	5,820	9	119	0,000

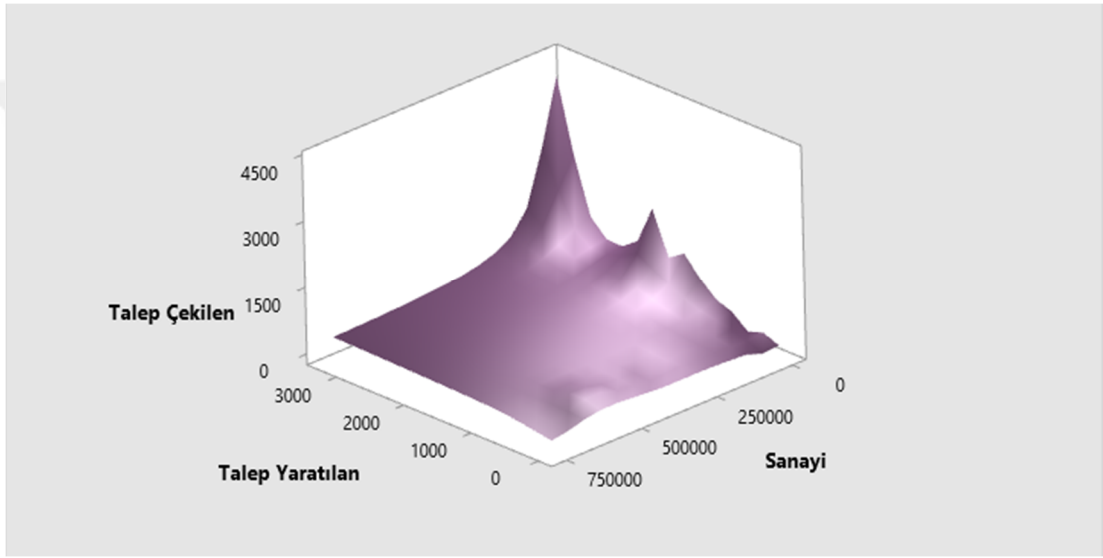
- a. Belirleyiciler (sabitler), turizm, kamu, konutaltıtic, sanayi, orman, rekreasyon, ticaret, tarım, konut
- b. Bağımlı değişken: yolculuk talebi

Tablo 6.27 Arazi kullanım durumu katsayılar tablosu

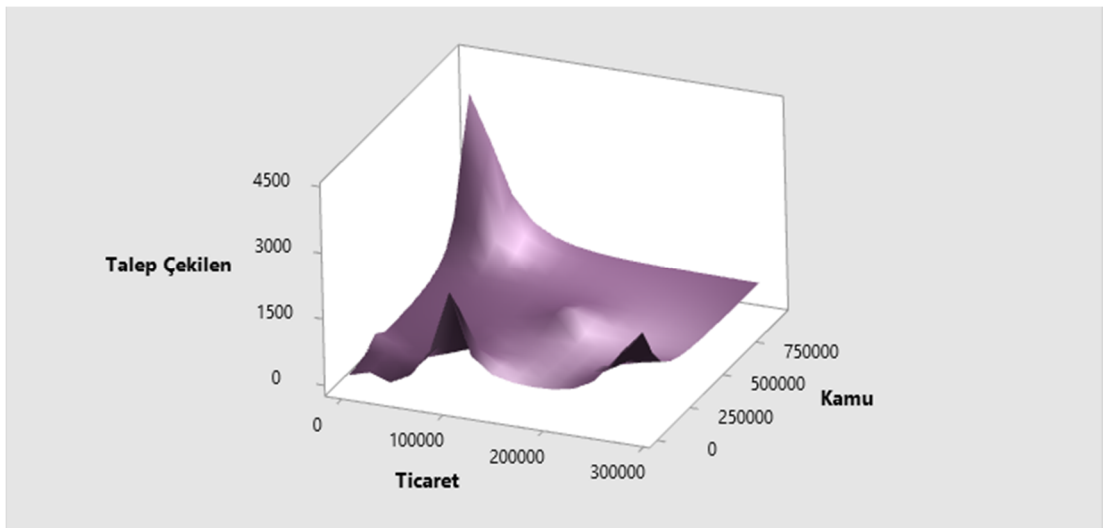
Model	Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t	Anlamlılık	B için %95 Güven Aralığı		Korelasyonlar			Doğrusallık İstatistikleri	
	B	Standart Hata	Beta			Alt Sınır	Üst Sınır	Sıfır Düzen	Parçalı	Bölüm	Tolerasn	VIF
1												
Sabit	196,673	49,592		3,966	0,000	98,475	294,870					
kamu	1,93E-005	0,000	0,005	0,055	0,956	-0,001	0,001	0,124	0,005	0,004	0,835	1,197
konut	8,82E-02	0,000	0,126	1,314	0,191	0,000	0,00	0,189	0,120	0,100	0,634	1,577
konutaltıtic	0,014	0,005	0,240	2,926	0,004	0,004	0,023	0,211	0,259	0,224	0,867	1,153
orman	-3,44E-05	0,000	-0,002	-0,025	0,980	0,000	0,000	-0,132	-0,002	-0,002	0,699	1,430
rekreatasyon	-0,008	0,004	-0,181	-1,959	0,052	-0,017	0,000	0,165	-0,177	-0,150	0,686	1,457
sanayi	0,000	0,000	-0,058	-0,736	0,463	-0,001	0,000	-0,010	-0,067	-0,056	0,935	1,070
tarım	1,631E-005	0,000	-0,158	-1,651	0,101	0,000	0,000	-0,158	-0,150	-0,126	0,636	1,573
ticaret	0,006	0,001	0,496	5,331	0,000	0,004	0,009	0,413	0,439	0,407	0,675	1,481
turizm	0,032	0,017	0,164	1,901	0,060	-0,001	0,065	0,182	0,172	0,145	0,786	1,272

a.Bağımlı değişken: yolculuk talebi

Şekil 6.20’de yaratılan-çekilen talep ve sanayi arazi kullanımı arasındaki ilişki yüzey grafiği ile ifade edilmeye çalışılmıştır. Grafikte görüldüğü üzere, sanayi alanı arttığında, yaratılan ve çekilen yolculuk talebinde düşüş meydana gelmektedir. Şekil 6.21’de ise çekilen talep – ticaret ve kamu kullanımları arasındaki ilişki gösterilmiştir. Çekilen talep; ticaret kullanım kararının alansal bazlı en düşük, kamu kullanım kararının alansal bazlı en büyük değerinde iken maksimuma ulaşmaktadır, Bununla birlikte kamusal alan küçülüp, ticaret alanının büyüdüğü durumlarda da yolculuk talebinde artış söz konusudur.

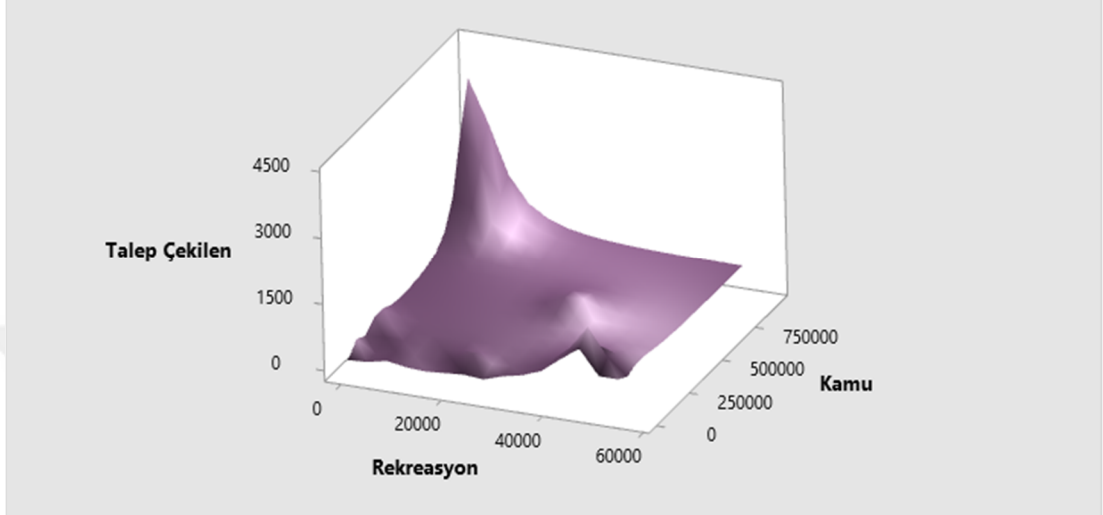


Şekil 6.20 Çekilen talep-yaratılan talep sanayi ilişkisi



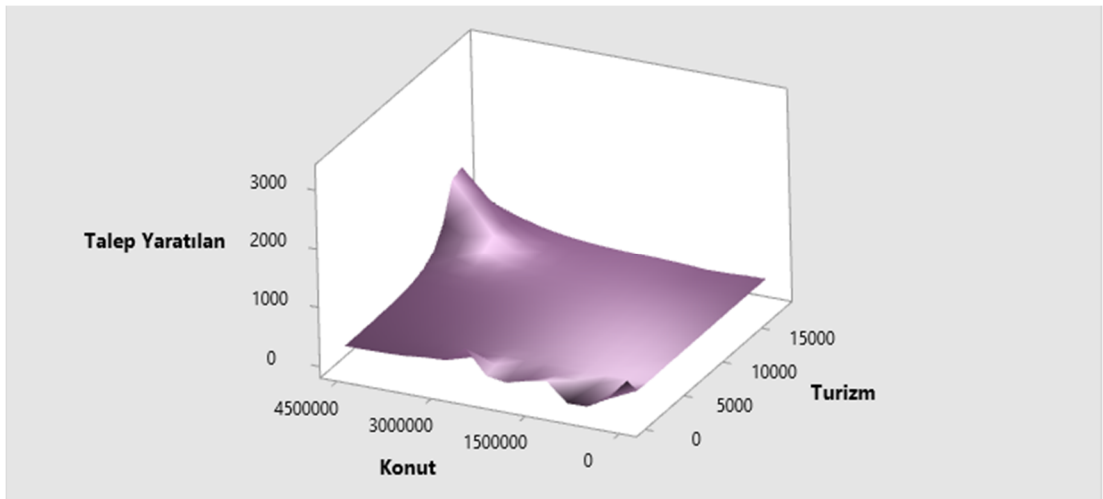
Şekil 6.21 Çekilen talep-ticaret-kamu ilişkisi

Şekil 6.22’de yer alan çekilen talep-rekreasyon-kamu ilişkisi yüzey grafiğinde de kamu-ticaret ilişkisine benzer bir ilişki söz konusudur. Rekreasyon alanının düşük, kamu alanının büyük olduğu durumlarda talep maksimize olurken, rekreasyon alanının kamusal alandan daha fazla olduğu durumlarda da yolculuk talebi artış göstermektedir.



Şekil 6.22 Çekilen talep-rekreasyon-kamu ilişkisi

Şekil 6.23’de ise yaratılan talep- konut-turizm kullanım kararı arasındaki ilişkiye ait yüzey grafiği sunulmuştur. Diğer grafiklerin aksine hem konut kullanımının fazla olduğu hem de turizm kullanım kararının yüksek değerlerde olduğu durumlarda yaratılan yolculuk talebi maksimum olmaktadır.



Şekil 6.23 Yaratılan talep-konut-turizm ilişkisi

6.3 Talep – Erişilebilirlik İlişkisi

Analiz bölgesindeki zon bazlı Erişilebilirlik İndeksi (Accessibility Index-AI) Çekim modeli olan GAUSS yöntemi ile hesaplanmıştır. Formülü ise şu şekildedir;

$$A_i = \sum_j O_j \exp \left[-\frac{\left(\frac{t_{ij}}{t_*} \right)^2}{2} \right] \quad (6.9)$$

t_{ij} = i ve j zonları arasındaki seyahat süresi

t_* = aktivite bazlı ortalama seyahat süresi

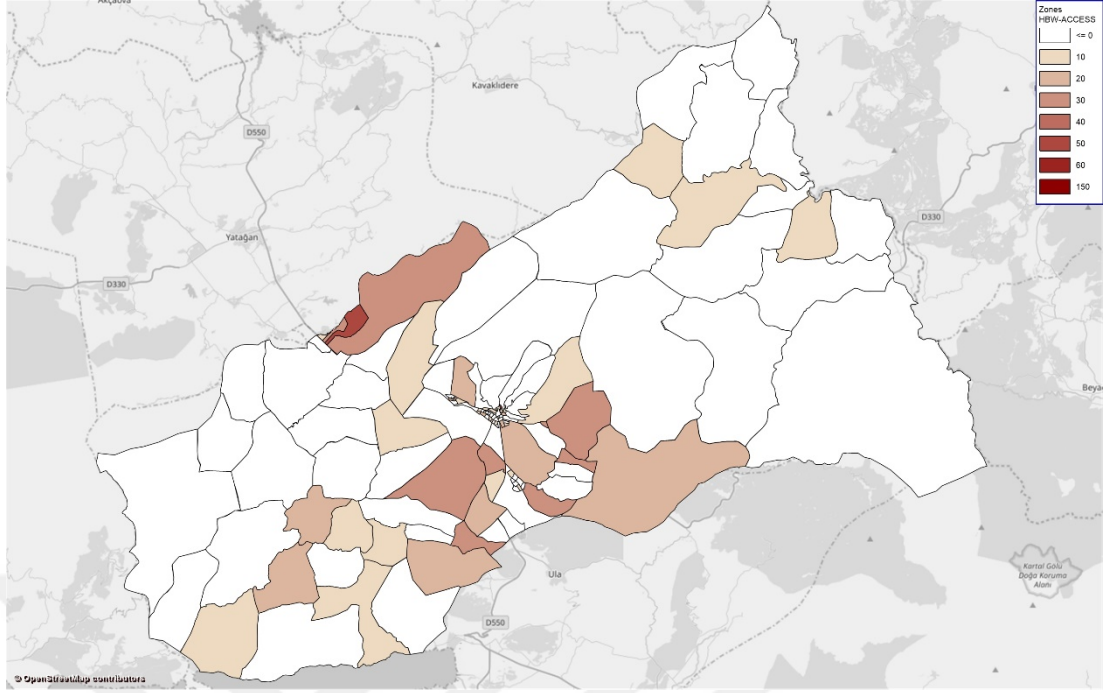
t_* (iş) = 29 dk.

t_* (okul) = 28 dk.

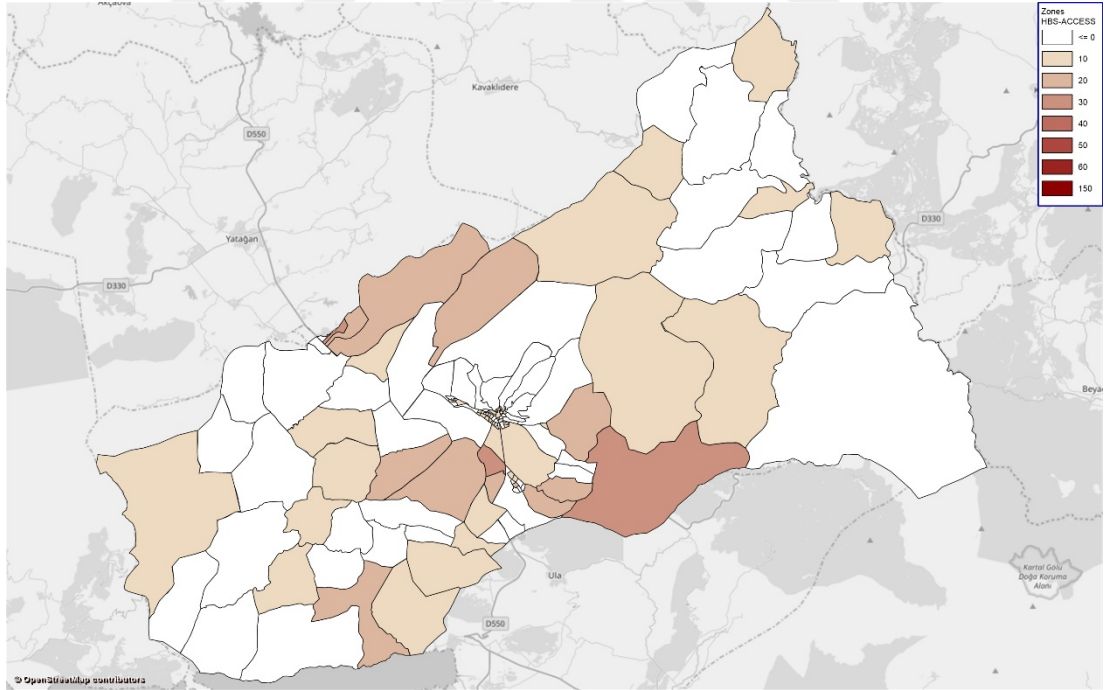
t_* (ev uçlu diğer) = 33 dk.

t_* (diğer) = 32 dk.

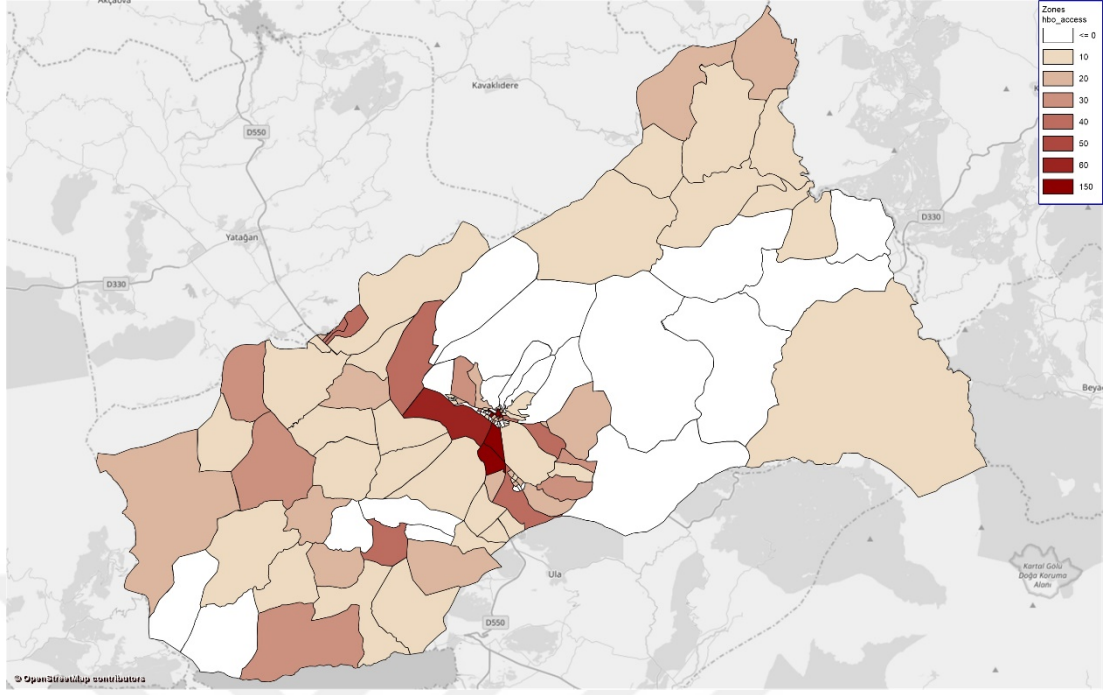
Şekil 6.24, Şekil 6.25, Şekil 6.26, Şekil 6.27 ve Şekil 6.28’de yolculuk amaçlarına göre zonların erişilebilirlik düzeyleri haritalanmıştır. Analiz haritalarından da görüldüğü üzere erişilebilirlik zorunlu yolculukların dışında tutulan diğer yolculuklarda görülmektedir.



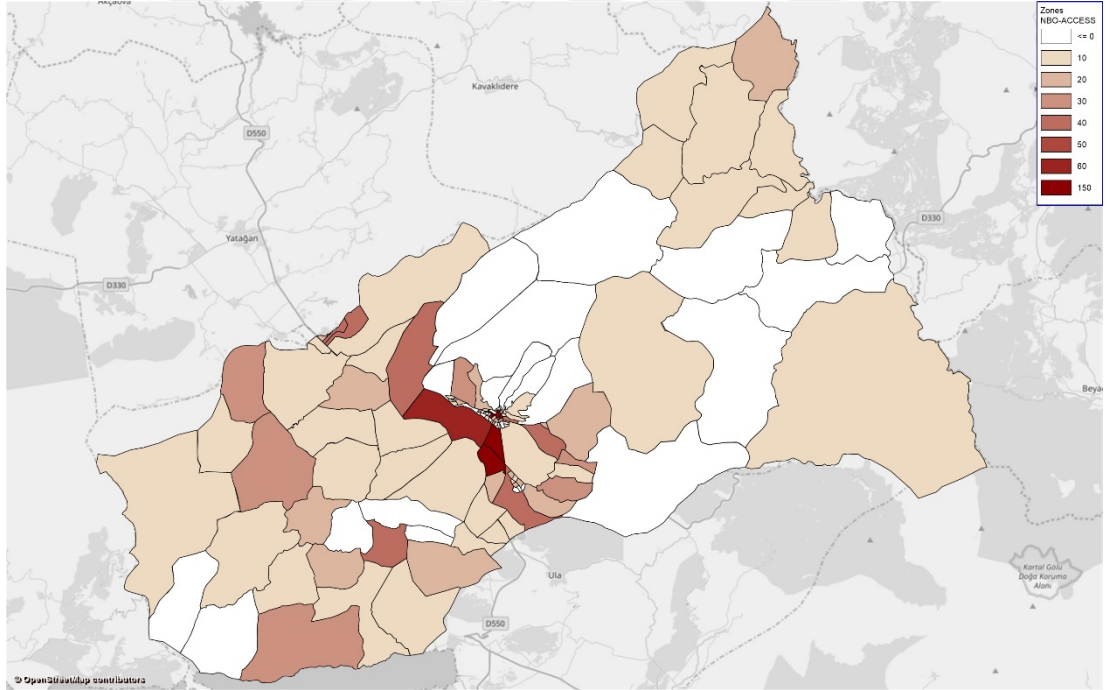
Şekil 6.24 Ev - iş yolculukları erişilebilirlik indeksi haritası



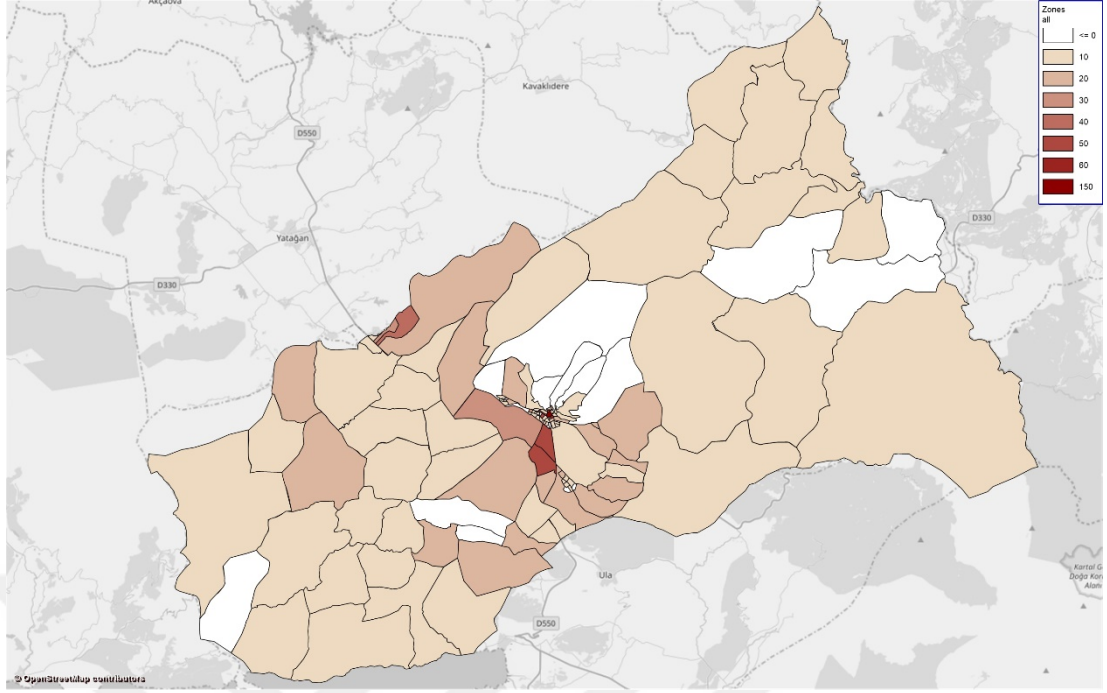
Şekil 6.25 Ev - okul yolculukları erişilebilirlik indeksi haritası



Şekil 6.26 Ev - diğer yolculuklar erişilebilirlik indeksi haritası



Şekil 6.27 Diğer yolculuklar erişilebilirlik indeksi haritası



Şekil 6.28 Tüm yolculuklar erişilebilirlik indeksi haritası

Tablo 6.28’de yer alan model sonuçları ışığında erişilebilirlik düzeyi yolculuk talebinin %86’sınıünü açıklamakla birlikte aralarında pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Tablo 6.28 Erişilebilirlik regresyon testi sonuçları

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Hata
0,932	0,868	0,867	148,61248

Bağımsız değişken -ai

Bağımsız değişken olan erişilebilirlik indeksinin, yolculuk talebi üzerinde %28 oranında bir etkiye sahip olduğu Tablo 6.29’ dan anlaşılmaktadır. Erişilebilirlik indeksinin sıfır olduğu bir ortamda yolculuk talebi negatif çıkmaktadır. Burada erişilebilirliğin yolculuk talebi üzerinde doğrudan ve yüksek derecede etkili olduğu söylenebilir. Arzu edilen güzergahlar arasında erişilebilirliğe ilişkin unsurların bulunmaması yolculuk talebini tamamen ortadan kaldırmaktadır.

Tablo 6.29 Erişilebilirlik katsayılar tablosu

	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
Süre	28,927	1,000	0,932	28,929	0,000
(Sabit)	-4,113	16,231		-0,253	0,800

6.4 Genelleştirilmiş Tahmin Modelleri

Önceki bölümlerde yer alan modelleme çalışmaları sonucunda yolculuk talebini en çok açıklayan değişkenler olan “ yolculuk süresi, ticaret arazi kullanımı, sunulan koltuk kapasitesi, erişilebilirlik indeksi” çoklu regresyon yöntemiyle test edilmeye çalışılmıştır.

Analiz bölgesindeki erişilebilirlik indeksi ile ağırlıklandırılan modelde çoklu regresyon analizinde adım adım (stepwise) yöntemi kullanılmış ve yapılan test sonucunda girilen değerler %95 düzeyinde modeli açıklamaktadır (Tablo 6.30).

Tablo 6.30 Genelleştirilmiş tahmin modeli regresyon testi sonuçları

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası	İstatistik Değişimleri				
					R ² Değişimi	F değışımi	df1	df2	Anlamlılık Değişimi
1	0,971 ^a	0,944	0,943	963,27390	0,944	1805,760	1	108	0,000
2	0,977 ^b	0,954	0,953	876,31570	0,010	23,497	1	107	0,000
3	0,978 ^c	0,956	0,955	857,63562	0,02	5,712	1	106	0,019

a. Belirleyiciler: (sabit), süre

b. Belirleyiciler: (sabit), süre, ticaret

c. Belirleyiciler: (sabit), süre, seat/km

Tablo 6.31 Genelleştirilmiş tahmin modeli katsayılar tablosu

Model		Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t	Anlamlılık	B için %95 Güven Aralığı		Korelasyonlar			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Standart Hata	Beta			Alt Sınır	Üst Sınır	Sıfır Düzen	Parçalı	Bölüm	Tolerans	VIF
1	(Sabit) Süre	22,403 0,033	34,071 0,001	0,971	0,658 42,49 4	0,512 0,000	-45,132 0,031	89,938 0,034	0,971	0,971	0,971	1,000	1,00 0
2	(Sabit) Süre Ticaret	2,931 0,031 0,002	31,255 0,001 0,000	0,928 0,110	0,094 40,99 8 4,847	0,925 0,000 0,000	-59,028 0,030 0,001	64,889 0,033 0,003	0,971 0,476	0,970 0,424	0,853 0,101	0,844 0,844	1,18 5 1,18 5
3	(Sabit) Süre Ticaret	137,449 -4,468 0,002	64,060 1,870 0,000	-0,049 0,101	2,146 -2,390 4,522	0,034 0,019 0,000	10,444 -8,175 0,001	264,45 3 -0,762 0,003	0,003 0,476	-0,226 0,402	-0,049 0,092	0,971 0,824	1,03 0 1,21 4

a.Bağımlı değişken: yolculuk talebi

BÖLÜM YEDİ

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Taşıt sahipliğinin ve özel otomobil kullanımının gün geçtikçe arttığı kentlerimizde, söz konusu bu artış trafik ve çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Son yıllarda gerek gelişmiş ülkeler gerekse gelişmekte olan ülkeler bu sorunun özel otomobil türel dağılımının modernleşen çevreye ve insana duyarlı toplu taşıma sistemlerine kaydırılmasıyla çözüleceğini savunmaktadır. Ancak hala günümüzde özel taşıt kullanımı, performans özelliklerine bağlı olarak toplu ulaşım sistemlerinin kullanımından daha cazip konumdadır. Kullanıcılara toplu ulaşım sistemlerinin yeterince çekici gelmemesi sonucu özel taşıt kullanımının gün geçtikçe daha da artması kaçınılmaz bir son olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tez çalışması kapsamında yolculuk süresinin, hatlarda km'de sunulan koltuk kapasitesinin, arazi kullanım durumunun ve erişilebilirlik indeksinin yolculuk süresi performans yönünden incelenmesi; bununla birlikte yolculuk talebini nasıl etkilediği, yolculuk talepleri ile yolculuk süresi arasında nasıl bir korelasyon olduğu açıklanmaya ve modellenmeye çalışılmıştır.

Hane halkı anketleri sonucunda elde edilen toplu taşıma yolculuk talep matrislerinin ve yolculuk süre matrislerinin, iş, okul ve diğer amaçlı yolculuk türlerine göre ilişkisi incelenmiş; okul ve iş gibi zorunlu yolculuklarda çekim yolculukları ile süre arasında daha yüksek ilişkiye rastlanırken; zorunlu olmayan yolculuklarda yaratım ile süre arasında daha yüksek bir ilişki karşımıza çıkmıştır. Tüm yolculuklar değerlendirildiğinde ise %3'lük farkla toplu taşıma yolculuk süresi çekim yolculuklarını yaratım yolculuklarından daha fazla açıklamıştır. Hatlarda sunulan koltuk kapasitesi performans bakımından incelendiğinde ise, sefer sayısı düşük olan hatların daha fazla koltuk kapasitesine sahip olduğu ve sunulan koltuk kapasitesinin hatta olan talebi arttırdığı gözlemlenmiştir.

Halihazır haritalar üzerinde analiz bölgesinin zon bazlı mevcut yapılaşma koşullarını yansıtan arazi kullanım durumu ile toplu taşıma yolculukları arasındaki

ilişki irdelendiğinde ise; yolculuk talebini en çok etkileyen kullanım kararının ticaret olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde zonlara ilişkin erişilebilirlik indeksi Gauss yöntemiyle hesaplanarak toplu taşıma yolculukları ile erişilebilirlik arasındaki etkileşim irdelenmiştir. Erişilebilirlik indeksi de yolculuk talebini %90 düzeyinde açıklamaktadır.

Yolculuk talebini en fazla etkileyen parametreler belirlenerek, çoklu regresyon yöntemiyle aradaki ilişkinin boyutu hesaplanmaya çalışılmıştır. Erişilebilirlik indeksi ile ağırlıklandırılan çoklu regresyon analizinde toplu taşıma yolculuk süresi, ticaret kullanımı ve km'de sunulan koltuk kapasitesi değerlerinin yolculuk talebini %95 düzeyde açıkladığı sonucuna varılmıştır.

Analizler doğrultusunda; analiz bölgesinde geleceğe yönelik yaratım ve çekimlerin tespitinde, ticaret kullanımı, erişilebilirlik düzeyi ve hizmete alınması planlanan hatta ilişkin koltuk kapasitesi gibi özelliklerden yararlanılabilir.

Analiz bölgesinin Türkiye genelinde nüfus başına düşen araç sahipliğinde en yüksek birinci il olması ve geçmişten gelen bir toplu taşıma kullanım alışkanlığının bulunmaması karşın elde edilen tespitler doğrultusunda; toplu taşıma hizmeti verilirken yolculuk süresinin ve koltuk kapasitelerinin optimal seviyede sağlanması sonucunda yolculuk değerleri tahmin edilebileceği gibi, kullanıcıların toplu taşıma sistemlerine yönelmesi de sağlanacaktır. Bunun yanı sıra imar planlarının yapım esnasında; arazi kullanım ile toplu taşıma durak ve istasyonlarının birlikte değerlendirilmesi, kent bütününden koparılmaması, güvenli yürüyüş akslarının oluşturulması zonlar arasında erişilebilirliği arttıracığından dolayısıyla da toplu taşıma türel dağılımını arttıracığı düşünülmektedir. Bununla birlikte analiz edilen ilişkilerin doğrulanması için örnek zon sayısının artırılarak farklı örneklem bölgelerinde de söz konusu çalışmanın başka alanlarda da tekrarlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adhvaryu, B., Chopde, A. Ve Dashora, L. (2019). Mapping public transport accessibility levels (ptal) in India and its applications: A case study of Surat. *Case Studies on Transport Policy*, 7, 293-300.
- Allen, W.G. ve DiCesare, F. (1976). Transit service evaluation: preliminary identification of variables characterizing level of service. *Transportation Research Record*, 606, 41-47.
- Alter, C.H. (1976). Evaluation of public transit services: The level-of-service concept. *Committee on Public Transportation Planning and Development*, 37-40.
- Ambarwati, L., Indriastuti, K.A. ve Kusumawardhani, P. (2017). Estimatif the value of time and its application. *Open Science Journal*, 2 (1), 1-9.
- Austin Jr., J.A. ve Stone, T.J. (1980). The application of statistical control measures to transit performance indicators. *Journal of Advanced Transportation*, 14 (3), 213-236.
- Barbour, L.C. ve Zerrillo, R.J. (1982). Transit performance in New York state. *Transportation Research Record*, 857, 18-25.
- Baştürk, G. (2014). *Kent içi raylı toplu taşıma sistemleri incelemesi ve Dünya örnekleri ile karşılaştırılması*. Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara.
- Botzow, H. (1974). Level-of-service concept for evaluating public transport. *Transportation Research Record*, 519, 73-84.
- Buneman, K. (1984). Automated and passenger-based transit performance measures. *Transportation Research Record*, 992, 23-28.

Burr Dağılımı, (b.t). 20 Mart 2019, www.statisticshowto.datasciencecentral.com.

Büchel, B. ve Corman, F. (2018) Modelling probability distributions of public transport travel time components. *18th Swiss Transport Research Conference*. 20 Şubat 2019 http://www.strc.ch/2018/Buechel_Corman.pdf

Camus, R., Longo, G. ve Macorini, C. (2005). Estimation of transit reliability level-of-service based on automatic vehicle location data. *Transportation Research Record*, 1927, 277-286.

Campell, B.K, Rising, A.J, Klopp J.M. ve Mbilo, J.M. (2019). Accessibility across transport modes and residenial developments in Nairobi. *Journal Of Transport Geography* 74, 77-90.

Chen, X., Yu, L., Zhang, Y. Ve Guo, J. (2009). Analyzing urban bus service reliability at the stop, route, and network levels. *Transportation Research A*, 43(8), 722-734.

Çontay, K. Ve Noyan, M. (2011). İstanbul deniz ulaşım tarihi ve mevcut envanteri. *İstanbul Seyahat Araştırmaları Platformu*, 2, 8-12.

Dajani, J.S. ve Gilbert, G. (1978). Measuring the performance of transit systems. *Transportation Planning and Technology*, 4 (2), 97-103.

Dalvi, M.Q., ve Martin, K.M. (1976). The measurement of accessibility some preliminary results. *Transportation* 5, 17-42.

Dhingra, C. (2011). Measuring public transport performance. *Lessons for Developing Cities, Sustainable Urban Transport Technical Document*, 9, 1-50.

Diana, M. Ve Daraio, C. (2010). Performance indicators for urban public transport systems with a focus on transport policy effectiveness issues. *12th WCTR*, July 11-15, 2010 – Lisbon, Portugal, 1-25.

- Duran-Hormazabal, E. ve Tirachini, A. (2016). Estimaiton of travel time variability for cars, buses, metro and door-to-door public transport trips in Santiago, Chile. *Research in Transportation Economics* 59, 26-39.
- Duygulu, Z. (Ed.). (2013). *Dünden bugüne ESHOT Genel Müdürlüğü*. İzmir: ESHOT Genel Müdürlüğü.
- Ersoy, M. (Ed.). (2007). *Kentsel planlama kuramları*. Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.
- Fan, Y. ve Huang, A. (2011). How affordable is transportation? an accessibility-based evaluation. *CTS Report*, 11-12.
- Farrington, J. Ve Farrington, C. (2005). Rural accessibility, social inclusion and social justice: Towards conceptualisation. *Journal of Transport Geography*, 13, 1-12.
- Fielding, G.J, Glauther E.R. ve Lave A.C. (1978). Performance indicators for transit management. *Transportation* 7, 368 – 379.
- Fielding, G.J. ve Hanson, L. (1988). Determinants of superior performance in public transit: Research opportunities using section 15 data. *Transportation Research Record*, 1165, 94-98.
- Fielding, G.J. ve Lyons, W.M. (1981). Performance evaluation for discretionary grant transit programs. *Transportation Research Record*, 797, 34-40.
- Fu, L. Ve Xin, Y. (2007). A new performance index for evaluating transit quality of service. *Journal of Public Transportation*, 10 (3), 47-69.
- Gayah, V.V. (2012). Two-way street networks: More efficieent than previously thought? *ACCESS Magazine*, 1 (141), 11-155.

- Geurs, K.T ve Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography* 12, 127 – 140.
- Giuliano, G. (1981). Effect of environmental factors on the efficiency of public transit service. *Transportation Research Record*, 797, 11-16.
- Handy, S. (1993). Regional versus local accessibility; neo-traditional development and its implications for non-work travel. *Transportation Research Record* 1400, 58-66.
- Hansen, G.W. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 73-76.
- Hatzopoulou, M. Ve Miller E.J. (2009). Transport policy evaluation in metropolitan areas: The role of modelling in decision-making. *Transportation Research Part A* 43, 323-338.
- Henk, R.H. ve Hubbard, S.M. (1996). Developing an index of transit service availability. *Transportation Research Record*, 1521, 12-19.
- Holec Jr, J.M., Schwager, D.S. ve Fandialan, A. (1980). Use of federal section 15 data intransit performance evaluation: The Michigan program. *Transportation Research Record*, 746, 36-38.
- İETT, (b.t). *Kısa tarihçe*, 30 Haziran 2019, [http: www.iett.istanbul/tr/main/pages/kisa-tarihce/31](http://www.iett.istanbul/tr/main/pages/kisa-tarihce/31).
- Karagöz, Y. (2002). Logistic dağılım ve random sayı üretimi, C.Ü. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3 (2), 129-140.

Karakurt, E. (2006). Kentsel mekanı düzenleme önerileri: modern kent planlama anlayışı ve postmodern kent planlama anlayışı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (26), 1-25.

Keck, A.C., Zerrillo J.R. ve Schneider N.R. (1980). Development of multimodal performance measures for transit systems in New York state. *Transportation* 9, 355-367.

Khan, A.M. (1981). Urban public transit efficiency: Economic and energy factors. *Journal of Advanced Transportation*, 15 (3), 213-230.

Kılınçaslan, T. (Ed.). (2012). *Kentsel ulaşım*. İstanbul: Nivona Yayıncılık.

Kieu, L.M., Bhaskar, A. ve Chung, E. (2013). Empirical evaluation of public transport travel time variability. *Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings*, 1-18.

Kieu, L.M., Bhaskar, A., Chung, E., 2014. Public transport travel-time variability definitions and monitoring. *Journal of Transportation Engineering*, 141 (1), 4014068.

Kevin Krizek, K., Geneidy, A., Iacono, M. Ve Horning J. (2007) Access to destinations: Refining methods for calculating non-auto travel times. *Report No. 2, Access to Destinations Study, University of Minnesota's Center for Transportation Studies*, 1-20.

Lam, T.N. ve Schuler, H.J. (1982). Connectivity index for systemwide transit route and schedule performance. *Transportation Research Record*, 854, 17-23.

Lee, D. (1989). Transit cost and performance measurement. *Transport Reviews*, 9 (2), 147-170.

- Lem, L.L., Li, J.-L. ve Wachs, M. (1994). Comprehensive transit performance indicators. *Institute of Transportation Studies, School of Public Policy and Social Research, University of California, Los Angeles*, 225, 1-14.
- Lessa, D.A., Lobo, C., Cardoso, L. (2019). Accessibility and urban mobility by bus in Belo Horizonte/Minas Gerais –Brazil. *Journal of Transport Geography*, 77, 1-10.
- Levinson, D. (2016), *Spontaneous access: Reflexions on designing cities and transport*. Sydney: Network Design Lab.
- Litman, T. (2019). *Evaluating accessibility for transport planning*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- Ma, Z., Ferreira, L., Mesbah, M. ve Zhu, S. (2016). Modeling distributions of travel time variability for bus operations. *Journal Of Advanced Transportation*, 50, 6-24.
- Mackie, P.J., Jara-Diaz, S. ve Fowkes, A.S. (2001). The value of travel time savings in evaluation. *Transportation Research Part E* 37, 91-106.
- Mackie, P. ve Nash, C. (1982). Efficiency and performance indicators: the case of the bus industry. *Public Money*, 2 (3), 41-44.
- Mamun, S.L. ve Lownes, E.N. (2010). An aggregated public transit accessibility measure. *51st Annual Transportation Research Forum, Arlington, Virginia*, 1-17.
- Martchouk, M., Mannering, F., ASCE ve Bullock D. (2011). Analysis of freeway travel time variability using bluetooth detection. *Journal of Transportation Engineering, October 2011*, 697-704.
- Mitra, S.K, Saphores .D.M. (2016). The value of transportation accessibility in a least developed country city- the case of Rajshahi City, Bangladesh. *Transportation Research Part A* 89, 184-200.

- Jmattson, J. (2012). Travel behavior and mobility of transportation-disadvantaged populations: Evidence from the national household travel survey. *Upper Great Plains Transportation Institute, North Dakota State University*. 1-49.
- Mazloumi, E., Currie, G. Ve Rose, G. (2010). Using gps data to gain insight into public transport travel time variability. *Journal of Transportation Engineering*, 623-631.
- McCrosson, D.F. (1978). Choosing performance indicators for small transit systems. *Transportation Engineering*, 48 (3), 26-30.
- Miller, G.K. ve Kirby, R.F. (1984). A Structured approach to monitoring and evaluating public transportation services. *Transportation Quarterly*, 38 (1), 23-46.
- MUAP, (2019). *Muğla Ulaşım Ana Planı*. Muğla Büyükşehir Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Muğla.
- Musso, A. ve Vuchic, V.R. (1988). Characteristics of metro networks and methodology for their evaluation. *Transportation Research Record*, (1162), 22-33.
- Nakanishi, Y. (1997). Bus performance indicators – on-time performance and service regularity. *Transportation Research Record*, (1571), 3-13.
- Oort, N.V., Sparing, D., Brands, T. Ve Goverde, R.M.P (2015). Data driven improvements in public transport the Dutch example. *Public Transport*, 7, (3), 369-389
- Paez, A., Mercado, G.R., Farber, S., Morency, C. Ve Roorda, M. (2010). Relative accessibility deprivation indicators for urban settings: Definitions and application to food deserts in Montreal. *Urban Studies* 47 (7), 1415-1438.

Papa, E., Coppola, P. Angiello, G. Ve Carpentieri, G. (2017). The learning process of accessibility instrument developers: Testing the tools in planning practice. *Transportation Research Part A* (104), 108 – 120.

Pareto dağılımı, (b.t). 10 Ekim 2019, <http://tr.m.wikipedia.org>

Pearson dağılımı, (b.t). 30 Haziran 2019, https://tr.wikipedia.org/wiki/Pearson_kare_testi

Phillips, J.K. ve Phillips, D.M. (2007). Development of variant definitions for stakeholder groups with regard to the performance of public transit in the United States. *The Electronic Journal of Business Research Methods* 5 (2), 61 – 70.

Polzin, S.E., Pendyala, R.M. ve Navari, S. (2002). Development of time-of-day-based transit accessibility analysis tool. *Transportation Research Record*, (1799), 35-41.

Rahman, Md.M., Wirasinghe, S.C. ve Kattan, L. (2017). Analysis of bus travel time distributions for varying horizons and real-time applications. *Transportation Research Part C*, (86). 453-466.

Ryus, P., Ausman, J., Teaf, D., Cooper, M. ve Knoblauch, M. (2000). Development of Florida's transit level-of-service indicator. *Transportation Research Record*, (1731), 123-129.

Schoon, J.G., McDonald, M. Ve Lee, A. (1999). Accessibility indices pilot study and potential use in strategic planning. *Transportation Research Record* (1685), 29 – 38.

Seco, A.J.M. ve Gonçalves, J.H.G. (2007). The Quality of public transport: Relative importance of different performance indicators and their potential to explain modal choice. *Urban Transport Xii: Urban Transport And The Environment in The 21st Century*, 313-325.

- Shah, J. Ve Adhvaryu, B. (2016). Public transport accessibility levels for Ahmedabad, India. *Journal of Public Transportation*, 19 (3), 19-35.
- Sterman, B.P. ve Schofer, J.L. (1976). Factors affecting reliability of urban bus services. *Transportation Engineering Journal*, 102 (TE1), 147-159.
- Tablada, C.J., Cordeiro, G.M., (2016). The modified Frechet distribution and its properties. *Communication in Statistics-Theory and Methods*, 46 (21), 10617-10639.
- Talley, W.K. (1988). An economic theory of the public transit firm. *Transportation Research B*, 22B (1), 45-54.
- Tanış, M. Ve Öğüt K.S., (2007). Orta ölçekli kentler için toplu taşıma seçeneklerinin teknik ve malî karşılaştırması. 5. *Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu* 132-146.
- Tseng, Y.T., Verhoef, E.T., (2008). Value of time by time of day: A stated-preference study. *Transportation Research Part B* 42, 607-618.
- Uygun, E. (2012). *Yerel yönetimlerde toplu taşımanın yeri, Edirne örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Vasconcelos, A.S. ve Farias, T.L. (2017). The effect of parking in local accessibility indicators: Application to two different neighborhoods in the city of Lisbon. *International Journal of Sustainable Built Environment* 6, 144 -142.
- Vaziri, M. ve Deacon, A.J. (1984). Peer comparisons in transit performance evaluation. *Transportation Research Record* 961, 13-21.
- Vuchic, V.R., (2007). *Urban transit systems and technology*. New York: John Wiley & Sons.

- Wardman, M., (1998). The value of travel time a review of british evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*, 32 (3), 285-316.
- Xue, Y., Jin, J., Lai, J., Ran, B. ve Yang, D., (2011). Empirical characteristics of transit travel time disrtibution for commuting routes. *TRB 2011 Annual Meeting*, 1-19.
- Yıldız, Ö.M.A. (2017). 20. Yüzyılda Ankara'nın kentsel yapısı ve ulaşım sistemindeki gelişmeler. *Ankara Araştırma Dergisi*, 5 (1), 108-122.
- Yağcı, B., (b.t), *İstatistik ders notları*. Balıkesir Üniversitesi.
- Yeh, C.-H., Deng, H. ve Chang, Y.-H. (2000). Fuzzy multicriteria analysis for performance evaluation of bus companies. *European Journal of Operational Research*, 126 (3), 459-473.
- Yin, Y., Lam, W.H.K. ve Miller, M.A. (2004). A simulation-based reliability assessment approach for congested transit network. *Journal of Advanced Transportation*, 38 (1), 27-44.