

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'DA TIKANIKLIK FİYATLANDIRMASI ALGISININ
ARAŞTIRILMASI: ÜNİVERSİTE MEZUNU ÖZEL OTOMOBİL SAHİPLERİ
İÇİN BİR ÖRNEK**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İrem ÖZTÜRK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

KASIM 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'DA TIKANIKLIK FİYATLANDIRMASI ALGISININ
ARAŞTIRILMASI: ÜNİVERSİTE MEZUNU ÖZEL OTOMOBİL SAHİPLERİ
İÇİN BİR ÖRNEK**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İrem ÖZTÜRK
(501191417)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin Onur TEZCAN

KASIM 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**INVESTIGATION OF CONGESTION PRICING PERCEPTION IN ISTANBUL:
A CASE STUDY FOR UNIVERSITY GRADUATE PRIVATE CAR OWNERS**

M.Sc. THESIS

**İrem ÖZTÜRK
(501191417)**

Department of Civil Engineering

Transportation Engineering Programme

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Onur TEZCAN

NOVEMBER 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501191417 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi İrem ÖZTÜRK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “İSTANBUL’DA TIKANIKLIK FİYATLANDIRMASI ALGISININ ARAŞTIRILMASI: ÜNİVERSİTE MEZUNU ÖZEL OTOMOBİL SAHİPLERİ İÇİN BİR ÖRNEK” başlıklı tezini aşağıda aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Hüseyin Onur TEZCAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Gökter AKSOY
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 08.10.2024

Savunma Tarihi : 08.11.2024



Aileme,





ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, İstanbul’da yaşayan, ev-iş yolculuğu yapan, en az üniversite mezunu ve hanesinde en az bir özel otomobil bulunan 219 bireyin tıkanıklık fiyatlandırması algısının araştırılmasını konu almaktadır. Bu bireylerin, fiyat seçimlerinde etkili olan ögeler ve tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasının, bireylerin ulaşım seçimlerine olan etkisini incelenmektedir.

Tez çalışmamda, öncelikle bana tüm yaşamım boyunca desteklerini esirgemeyen, her zaman yaptıklarıyla gurur duyan canım aileme, yüksek lisans eğitim hayatım ve tez sürecim boyunca her zaman yol gösteren, destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç.Dr.Hüseyin Onur TEZCAN’a, kariyerimde desteğini hep hissettiğim, beraber çalışmaktan keyif, onur ve mutluluk duyduğum İBB Ulaşım Dairesi Başkanım Barış YILDIRIM’a, kariyerimde benim için çok değerli yeri olan, beraber çalıştığımız dönemde kendisinden çok şey öğrendiğim ve her zaman çalışmaktan onur ve mutluluk duyduğum Hopa Belediye Başkanı Utku CİHAN’a ve en çok da beni destekleyen ve yanımda olan bütün aile ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

KASIM 2024

İrem ÖZTÜRK
İnşaat Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. TRAFİK TIKANIKLIĞI	3
3. TALEP YÖNETİMİ VE TALEP YÖNETİM STRATEJİLERİ	5
3.1 Yolculuk Gereksinimlerinin Azaltılması Stratejileri.....	5
3.1.1 Teknolojinin kullanımı.....	5
3.1.2 Evden çalışma	6
3.2 Ulaşım Talebinin Zamansal ve Mekânsal Dağılımı Stratejileri	6
3.2.1 Kent planlaması ve merkezi alanların planlanması.....	6
3.2.2 Esnek çalışma saatleri	6
3.2.3 Zirve saat fiyatlandırılması	7
3.3 Taşıt Kullanımında Değişim Yaratmaya Yönelik Stratejiler	7
3.3.1 Toplu taşımanın geliştirilmesi ve toplu taşıma kullanımının özendirilmesi.....	7
3.3.2 Otoparkların Yönetimi	7
3.3.3 Bisiklet kullanımının özendirilmesi	8
3.3.4 Paylaşımlı taşıt kullanımı (Carpooling)	8
4. TIKANIKLIK FİYATLANDIRMASI.....	9
4.1 Tıkanıklık Fiyatlandırmasının Tarihçesi	9
4.2 Tıkanıklık Fiyatlandırması Uygulamasının Dünya Örnekleri.....	10
4.2.1 Singapur	10
4.2.2 Londra	11
4.2.3 Stockholm	12
4.2.4 Milano	13
4.3 Türkiye’de Tıkanıklık Fiyatlandırması Çalışmaları	14
4.4 Tıkanıklık Fiyatlandırması Türleri	15
5. ÇALIŞMA ALANI VE VERİNİN TANITILMASI.....	17
5.1 Çalışma Alanı ve Kapsamı	17
5.2 Anket Verilerinin Değerlendirilmesi.....	25
6. MODELLEME YÖNTEMİ VE MODEL ÇIKTILARI.....	31
6.1 Model Yöntemi	31
6.2 İkili (Binary) Lojistik Regresyon Çözümlemesi	32
6.3 Katsayıların Kestirimi	33
6.4 Model Başarımının Sınanması	33
6.5 Model Sonuçları	36

7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	57



KISALTMALAR

ALP	: Alan Lisans Programı
ERP	: Electronic Road Pricing
İSPARK	: İstanbul Otopark İşletmeleri Ticaret A.Ş.
LEZ	: Low Emission Zone
SKHP	: Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planı
ULEZ	: Ultra Low Emission Zone



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1 : Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerinin dağılımları.....	18
Çizelge 5.2 : Katılımcıların ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanım sıklığının dağılımı.....	19
Çizelge 5.3 : Katılımcıların yolculuk güzergahlarında yaşadıkları trafik tıkanıklığının değerlendirmesinin dağılımı..	19
Çizelge 5.4 : Özel otomobil ile yapılan ev-iş yolculuklarının tek yön için süreye göre dağılımı ve süre sınıflarının ortalama maliyetleri	20
Çizelge 5.5 : Özel otomobil ile yapılan ev-iş yolculuklarının tek yön için maliyete göre dağılımı ve maliyet sınıflarının ortalama süreleri	21
Çizelge 5.6 : Katılımcıların tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasına razı oldukları fiyatlara göre dağılım.....	22
Çizelge 5.7 : Fiyat aralıklarının gelir sınıflarına göre dağılımı(%).	23
Çizelge 5.8 : Katılımcıların razı oldukları fiyatın fazla olması durumunda tercih edecekleri ulaşımaya göre dağılım	24
Çizelge 5.9 : Katılımcıların ev-iş yolculuklarındaki başlangıç konumlarına göre ilk 5 ilçe.....	24
Çizelge 5.10 : Katılımcıların ev-iş yolculuklarındaki bitiş konumlarına göre ilk 5 ilçe.	25
Çizelge 5.11 : Mevcut ulaşım türü, ödemeye razı olunan fiyat ve seçilen ulaşım türleri. (yüzdelere parantez içinde verilmiştir.)	27
Çizelge 6.1 : Bağımsız değişkenler.	37
Çizelge 6.2 : Korelasyon matrisi.	39
Çizelge 6.3 : Model çıktıları.	40
Çizelge 6.4 : Seçeneklerin toplu paylarının gerçek değerleri ile modelde kestirimi yapılan değerleri.	45
Çizelge 6.5 : Değişkenlerin modeldeki etkileri	46



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

- Şekil 5.1 :** Katılımcıların yolculuk sürelerinin, yolculuk maliyetlerine göre dağılımı. **21**
- Şekil 5.2 :** Razi olunan fiyattaki katılımcı sayısının ev-iş yolculukları uzaklığına göre dağılımı. **28**
- Şekil 5.3 :** Ev-iş yolculuk uzaklarının ev-iş yolculukları sırasında algıladıkları trafik tıkanıklığı düzeyine göre dağılımı. **29**



İSTANBUL'DA TIKANIKLIK FİYATLANDIRMASI ALGISININ ARAŞTIRILMASI: ÜNİVERSİTE MEZUNU ÖZEL OTOMOBİL SAHIPLERİ İÇİN BİR ÖRNEK

ÖZET

Kentlerde artan nüfus ile sanayi ve teknolojinin hızlı büyüyüp gelişmesine bağlı olarak artan özel taşıt sahipliği, ulaşım sorunlarını da ortaya çıkarmıştır. Talep yönetim stratejileri, özellikle nüfusun yoğun olduğu kentlerde yaşanan bu sorunlara sürdürülebilir ve kalıcı çözümleri hayata geçirmek hedefiyle uygulanan talep odaklı uygulamalardır. Bu uygulamaların bazıları yolculuk gereksinimi ortadan kaldırarak, trafik tıkanıklığını azaltmak hedefiyle oluşturulurken; bazıları ulaşım talebini zamansal ve mekânsal olarak dağıtmayı amaçlamaktadır. Bir başka deyişle, talebi parasal olan veya olmayan çeşitli yöntemlerle kısıtlamayı veya özendirici uygulamalar ile yönlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu tez çalışmasının konusu, her geçen gün dünya çapında bilinirliği artan ve ulaşımında önemli parasal talep yönetimi uygulamalarından biri olan tıkanıklık fiyatlandırmasıdır. 1975 yılında Singapur'da ilk kez uygulanan bu yöntem, Londra, Stockholm ve Milano gibi birçok büyük kentte hayata geçmiş ve bu kentlerde olumlu etkileri olmuştur. Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin en kalabalık kenti olan İstanbul'da kentlilerin tıkanıklık fiyatlandırması algısı araştırılmıştır. İstanbul, kültür, sanat ve ticaret etkinlikleri ile her mevsim dünyanın dört bir yanından ziyaretçi çeken bir kent olma özelliğine sahiptir. Kalabalık nüfusun getirisi olan ulaşım problemleri ve bu sorunlara yönelik çözümlerin yetersizliği, tıkanıklık fiyatlandırmasının da aralarında bulunduğu bazı ulaşım talep yönetim stratejilerini daha çekici yapmaktadır.

Bu çalışmada, İstanbul'un merkezi bölgelerinde zirve saatlerde tıkanıklık fiyatlandırmasının hayata geçmesi ile ilgili çevrim içi anket çalışmasından yararlanılarak gerçekleştirilen değerlendirmeler ve kestirimi yapılan model çalışmasının sonuçları sunulmaktadır. Bu kapsamda, İstanbul'un yoğun trafik saatlerinde ev-iş yolculuğu yapan, en az üniversite mezunu ve hanesinde en az bir özel otomobil bulunan 219 bireye bir çevrim içi anket yapılmıştır. Anket katılımcılarına, sosyo-demografik özelliklerine ilişkin cinsiyet, yaş, eğitim seviyesi, hane halkı geliri gibi soruların ardından hanelerinde bulunan özel otomobil sayısı sorulmuştur. Anketin devamında, ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanım sıklığı ve yolculuklarındaki trafik tıkanıklığının düzeyi sorulmuştur. Anketin son bölümünde ise İstanbul'un merkezi bölgelerine tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasının yapılması durumunda ödemeye razı olunan fiyat ve fiyata bağlı olarak davranış değişikliği (tür değişimi vb.) yapıp yapılmayacağına dair sorular sorulmuştur.

Anket sonuçlarına göre, katılan bireylerin, tıkanıklık fiyatlandırmasına, genellikle olumlu yaklaşıtları ve tıkanıklık fiyatlandırmasının hayata geçmesi durumunda, bireylerin çoğunlukla toplu taşımaya yöneleceği belirlenmiştir ve bu uygulama ile, bazı özel otomobil kullanıcılarının da toplu ulaşım türlerine yönelmeleri beklenmektedir. Ödemeye razı olunan fiyat değerlendirildiğinde ise, katılımcıların

yaklaşık %30'u hiçbir fiyat ödemeye razı olmadığını belirtmiştir. Bir fiyatı ödemeyi kabul eden katılımcılar arasında en çok seçilen fiyat 10-15 TL aralığıdır (Anketin hazırlandığı dönem için 1 dolar ortalama 14,70 TL'dir). Öte yandan, fiyatlandırmanın tür değişimine etkisine bakıldığında; bireylerin %20'den azının özel otomobil kullanmayı sürdüreceklerini, buna karşılık %50'yi aşkın kısmının toplu taşımaya geçeceklerini belirttiği görülmüştür.

Tez kapsamında, fiyat konusunda bazı değerlendirmeler yapılarak, veriler daha ayrıntılı incelenmiştir. Buna göre, 219 anket verisinden ev-iş yolculuklarında yalnızca özel otomobil kullandığı belirtilen 59 bireyin çoğunun, ödemeye razı oldukları fiyatın aşılması durumunda, farklı ulaşım türlerini seçecekleri öngörülmektedir. Benzer olarak, ev-iş yolculuklarında özel otomobil veya toplu taşıma kullanan 29 katılımcının ise, eşik fiyatın aşılması durumunda, çoğunlukla toplu taşıma veya bir bölgeye kadar özel otomobilleri ile yolculuk edip, toplu taşımaya aktarma yapma seçeneklerini seçmiştir. Buna bağlı olarak, uygulamada belirlenecek yüksek fiyatların, bireyleri özel otomobilden uzaklaştırarak, toplu ulaşım türlerine özendirileceği öngörülmektedir. Yapılan bir diğer inceleme ise, bireylerin ev ve iş yerleri arasındaki uzaklığın, ödemeye razı oldukları fiyat ile ilişkisinin incelenmesi için yapılmıştır. Sonuçlar, yolculuk uzaklığının, bireylerin ödemeye razı olma davranışlarında etkili olduğunu göstermiştir.

Anket verilerini daha iyi açıklamak için, çeşitli sosyo-demografik ve yolculuk değişkenlerini içeren bir lojistik regresyon modeli oluşturulmuştur. Bireyler, ev-iş yolculuklarındaki trafik tıkanıklığını 1 ile 5 arasında puan vererek değerlendirmişlerdir. 1,2 ve 3 puan veren ve trafik tıkanıklığını az ve orta düzeyde yaşayan katılımcılar, trafik tıkanıklığını az yaşayanlar olarak gruplandırılırken, 4 ve 5 puan veren ve trafik tıkanıklığını yüksek düzeyde yaşayan katılımcılar, trafik tıkanıklığını fazla yaşayanlar olarak adlandırılmıştır. Buna bağlı olarak, iki model oluşturulmuştur. Modele katılan değişkenler farklı kırılımlar altında ele alınmıştır. Kadın olma, 35 yaş altı olma, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması, hanede birden fazla özel otomobil olması, yaka geçişi yapma, ev-iş yolculuk uzaklığı 0-20 km ve 21-40 km arasında olması, özel otomobili seyrek olarak kullanma ve özel otomobil kullanmama olarak ele alınmıştır. Bağımsız değişkenler arasında korelasyon matrisi yapılmış ve değişkenlerin birbirinden bağımsız oldukları saptanmıştır.

Trafik tıkanıklığını az yaşayan bireylerin modelinden elde edilen sonuçlara göre, trafik tıkanıklığını az yaşayan 35 yaş altındaki katılımcılar fiyat ödemeye sıcak bakarken, yüksek gelirli, ev-iş yolculuk uzaklığı 0-20 km veya 21-40 km arası olanlar, özel otomobili seyrek kullananlar ya da hiç kullanmayan bireyler ödeme yapmaya razı olmamaktadır. Tıkanıklığı fazla yaşayan bireylerin modeli incelendiğinde ise, trafik tıkanıklığını fazla yaşayan bireylerin, dikkate alınan özellikler fark etmeksizin, ödeme eğiliminin yüksek olduğu görülmektedir. Farklı sosyo-demografik ve ekonomik kırılımlara sahip grupların yanıtları incelendiğinde, katılımcıların uygulamaya sıcak bakmaları umut vadeden bir sonuç olmuştur.

Bu tez çalışması, İstanbul'da yaşayan, ev-iş yolculuğu yapan, en az üniversite mezunu ve hanesinde en az bir özel otomobil bulunan 219 birey ile sınırlıdır. Dolayısıyla, elde edilen bulgular yalnızca bu belirli grubun tıkanıklık fiyatlandırmasına olan yaklaşımını yansıtmaktadır. Bu nedenle, daha net ve genellenebilir sonuçlar elde edebilmek adına gelecekteki çalışmalarda, daha geniş ve çeşitli bir örneklem ile araştırmanın tekrarlanması faydalı olacaktır.

INVESTIGATION OF CONGESTION PRICING PERCEPTION IN ISTANBUL: A CASE STUDY FOR UNIVERSITY GRADUATE PRIVATE CAR OWNERS

SUMMARY

Increasing private vehicle ownership due to the increasing population in cities and the rapid growth and development of industry and technology have also revealed urban transportation problems. In many cities, transportation demand management strategies are aimed of implementing sustainable and permanent solutions to these problems experienced especially in densely populated cities. Some of these strategies aim at reducing traffic congestion by eliminating the need for travel, while others focus on distributing transportation demand temporally and spatially to mitigate congestion. These strategies aim to restrict demand through various monetary or non-monetary methods or to direct it through incentive practices.

Congestion pricing, which is the subject of this thesis, is one of the most important monetary demand management applications that is becoming more popular. The application, which was first implemented in Singapore in 1975, was also applied in various big cities such as London, Stockholm and Milan in the following years and successful results were achieved. Istanbul is the most crowded city in Turkey, with approximately 20 million residents in recent years, with the rapid increase in population and immigration over the years. The city also attracts tourists from all over the world throughout the year. The city suffers from congestion for years as the solutions implemented up until today are not successful to mitigate the urban transportation problems.

In this thesis, the results of the survey, analysis of it and a model estimated by using the data regarding the application of congestion pricing during peak hours in the central regions of Istanbul are presented. Within the scope of the thesis, an online survey was conducted on 219 individuals who commute during peak hours in Istanbul, have at least a university education, and own a private vehicle. After asking the survey participants about their socio-demographic questions such as gender, age, education level and household income, they were asked about private vehicle ownership, the number of private vehicles in their households, the type and frequency of private car usage and the level of traffic congestion experienced during commutes. In the last part of the survey, questions were asked about the congestion pricing and answers were obtained about the price you are willing to pay in case congestion pricing is applied to the central regions of Istanbul and whether a change in transportation mode would occur based on the price.

According to the online survey results, it has been determined that the participants generally have a positive approach towards congestion pricing, and if congestion pricing is implemented, individuals will generally turn to public transportation. With the strategy, it is expected that private car users will also start to

use other types of public transportation. When the price they were willing to pay was evaluated, only approximately 30% of the participants stated that they were not willing to pay under any circumstances. The most frequently chosen price among the participants who accepted to pay a price was between 10-15 TL (During the period when the survey was prepared, 1 dollar was worth 14.70 TL on average). On the other hand, when the effect of pricing on the change in mode was examined; it was seen that less than 20% of the individuals continued to use private cars, whereas more than 50% stated that they would switch to public transportation.

In the context of the some analyses willingness to pay of the participants have also been evaluated. According to the threshold price analysis, it is predicted that most of the 59 participants who stated that they only use private cars for their commutes from the 219 survey data will choose different modes of transportation if the price they are willing to pay is exceeded. Similarly, the 29 participants who use private cars or public transportation for their commutes mostly chose public transportation or travel with their private cars to a certain area and transfer to public transportation if the threshold price is exceeded. Accordingly, it is predicted that the high prices to be determined in practice will encourage participants to use public transportation by keeping them away from private cars. Another analysis was conducted to examine the relationship between the distance between individuals' houses and work and the price they are willing to pay. The results showed that distance has an impact on individuals' willingness to pay behavior.

To better explain the survey data, a logistic regression model was created that included various sociodemographic and travel variables. Individuals evaluated the traffic congestion on their commutes by giving a score between 1 and 5. Participants who gave scores of 1, 2 and 3 and felt traffic congestion at a low and moderate level were grouped as those who felt traffic congestion at a low level, while participants who gave scores of 4 and 5 and felt traffic congestion at a high level were named as those who felt traffic congestion at a high level. According to that, two models were created and the variables included in the model were considered under different diffractions. Being female, being under 35 years of age, having a high monthly household income, having more than one private car in the household, making a collar crossing, having a home-work journey distance between 0-20 km and 21-40 km, using a private car infrequently and not using a private car were considered. By creating a correlation matrix between the independent variables, it was specified that the variables were independent of each other.

According to the results obtained from the model of individuals who feel traffic congestion less, participants under the age of 35 who feel traffic congestion less are inclined to pay the price, while participants with high income, those whose commute is between 0-20 km or 21-40 km, those who rarely use private cars or do not use them at all are not willing to pay. When the model of individuals who feel traffic congestion more is examined, it is seen that participants who feel traffic congestion more have a high tendency to pay, regardless of the characteristics taken into consideration. When the responses of groups with different socio-demographic and economic breakdowns are examined, it is a promising result that the participants are inclined to the application.

This thesis study is limited to 219 participants living in Istanbul, traveling commute, having at least a university degree and having at least one private car in their household. Therefore, the findings obtained only reflect the approach of this particular

group to congestion pricing. Therefore, it would be beneficial to repeat the research with a larger and more diverse sample in future studies in order to obtain clearer and more generalizable results.

When the responses of groups with different socio-demographic and economic backgrounds were examined, it was a promising result that the participants have positive approach about congestion charging in the central places of Istanbul. Although congestion pricing is a well-known transportation demand management strategy in the world, but it is not yet popular in Turkey and Istanbul. Thus, while transportation problems are increasing day by day in a crowded metropolitan city like Istanbul, creating awareness among residents with the help has a strong potential to improve the acceptability of the implementation. It is necessary to include citizens in the congestion pricing process through survey studies and to bring more radical solutions to transportation problems in a big city like Istanbul, through studies in parallel with individuals' choices.



1. GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca, yaşam şartlarındaki değişim ve gelişmelere göre hareket etme ve yer değiştirme gereksinimi duymuşlardır. Başlangıçta, hareketlilik ve yer değiştirme genellikle hayvan gücü ile yapılırken, endüstriyel ve teknolojik ilerlemelerin etkisiyle motorlu taşıtların üretimi başlamış, bu durum hareketliliği de daha etkin kılmıştır (Yüksel ve Gürsoy, 2010).

İnsanların kırsaldan büyük kentlere olan göçleri, endüstri ve teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte artmıştır. Kontrolsüz, hızlı göçlerin sonucunda meydana gelen hızlı nüfus artışlarına bağlı olarak, birçok kentte alan yetersizliği ortaya çıkmıştır. Öte yandan, kentlerde de ekonomik ve teknolojik gelişmeler aynı hızla artış göstermiş ve ekonomik koşulların iyileşmesi, artan alım gücü özel otomobil sahipliğini arttırmıştır (Çevik, 2018). Benzer şekilde büyüyen nüfus ve otomobil sahipliği, ulaşım talebini de arttırmıştır. Taşıtların fazlalığı, gelişen kentlerde düşük yolculuk hızları, uzun yolculuk süreleri ve trafik tıkanıklığı gibi sorunlara yol açmıştır (Tezcan, 2009).

Trafik tıkanıklığı, yaşanan kazalar, yol çalışmalarından kaynaklı kapanmalar ya da kötü hava koşullarına bağlı olarak geçici olarak yaşanabilmesinin yanı sıra, işe gidiş ve dönüş saatlerindeki yoğun talebe bağlı olarak kalıcı ve sürekli olarak da yaşanmaktadır. Yol kapasitesini artırmak ve yeni yollar yapmak gibi çözümlerin özel taşıt kullanımını ve taşıt sahipliğini özendirdiği keşfedildikten sonra, bu kalıcı trafik problemiyle başa çıkabilmek için farklı çözüm yöntemleri arayışı başlamıştır. Bu noktada ortaya çıkan kavramlardan biri yolculuk talep yönetimidir. Yolculuk talep yönetimi, insanların yolculuk davranışlarının, mevcut ulaşım altyapısının en verimli şekilde kullanıldığı ve toplu taşıma vb. türlerin paylarının artırıldığı önlemlerle şekillendirilmesini amaçlamaktadır. Aynı zamanda, çözümlerin yalnızca anlık değil, gelecekte ortaya çıkabilecek problemleri de önlemesi adına sürdürülebilir olması amaçlanmaktadır (Demirtaş, 2009).

Ulaşım sorunlarına çözüm olarak, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, deniz ulaşımının özendirilmesi, paylaşımlı taşıt kullanımının arttırılması, raylı sistem ve

metro ağlarının geliştirilmesi gibi birçok öneriler üretilmektedir. Bu çözüm önerileri arasında yer alan talep yönetimi, sürdürülebilir ve uzun vadeli çözümleri hayata geçirerek, trafik yoğunluğunu azaltmayı amaçlamaktadır (Yüksel ve Gürsoy, 2010).

Birçok dünya kentinde hayata geçen ve her geçen gün bilinirliği artan talep yönetim stratejilerinden biri tıkanıklık fiyatlandırmasıdır. Çeşitli dünya kentlerinde örnekleri her gün giderek artan tıkanıklık fiyatlandırması, özel otomobil sürücülerinin, bir bölgeye ya da alana taşıtları ile girmeleri ve bölgeyi kullanmaları karşılığında belli bir fiyat ödemeleridir. Tıkanıklık fiyatlandırması, özel otomobili caydırıcı ve toplu taşımayı özendirici bir uygulama olmasının yanı sıra, çevre kirliliğini azaltan ve yerel yönetimlere ek maddi gelir kaynağı sağlayan bir uygulamadır (Yüksel ve Gürsoy, 2010). 1975 yılında Singapur'da hayata geçirilen uygulama, sonraki yıllarda Londra, Stockholm, Milano gibi birçok kentte başarı ile sürdürülmektedir (Tezcan, 2009).

İstanbul, 20 milyondan fazla insanın yaşadığı ve her geçen gün nüfusu artan bir anakenttir. Kentin kontrolsüz bir şekilde artan nüfusu, yıllar boyu yapılan yanlış imar ve kent planları, çarpık kentleşme, özel taşıt sahipliğinin artışı ve toplu taşıma sisteminin yetersizliği ile birleşerek, her geçen gün daha büyük bir sorun haline gelen trafik tıkanıklığına yol açmaktadır. Özellikle zirve saatlerde yaşanan tıkanıklıklar, kentlilerin yaşam kalitesini büyük oranda etkilemektedir.

Bu tez çalışması kapsamında, İstanbul'daki zirve saat trafiğinin oluşumunda en büyük paylardan birini içeren ev-iş yolculuğu yapan bireylerin yolculukları esas alınmıştır. Bu çerçevede, İstanbul'da yaşayan, ev-iş yolculuğu yapan, üniversite ve hanesinde özel otomobil bulunan 219 bireyden, çevrim içi anket yoluyla elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Bu veriler kullanılarak, söz konusu grubun, tıkanıklık fiyatlandırması algısı araştırılmıştır.

Bu tez çalışması, yedi bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonraki dört bölümde çalışmanın konusunu oluşturan trafik tıkanıklığı, ulaşımda talep yönetimi, ulaşım talep yönetim stratejileri, tıkanıklık fiyatlandırması ve dünya örneklerine yer verilerek, literatür taraması ile konu ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Beşinci bölümde, çalışma alanı, çalışmanın amacı, verinin tanıtımı ve veri ile ilgili bulgular sunulmaktadır. Bir sonraki bölümde, veri çözümlemeleri ve veriler yardımıyla oluşturulan model, model yöntemi ve model çıktıları açıklanmaktadır. Son bölümde ise, çalışmadan elde edilen ve ön plana çıkan sonuçlar anlatılmaktadır.

2. TRAFİK TIKANIKLIĞI

Trafik tıkanıklığı, genellikle belirli bir zamanda, karayolunun bir kısmında taşıt yoğunluğunun artmasıyla ilişkilendirilen ve yolculuk hızlarının düşmesine neden olan bir durumdur. Tıkanıklık sorunu, dünyanın birçok kentinde yaygın olup, bireylerin trafikte geçirdiği süreyi arttırmakta, yaşam kalitelerini düşürmekte, çevresel zararlara ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Taşıt kullanıcılarının yaşadıkları zararların yanı sıra, yakıt kullanımının artmasına, çevre kirliliğine ve kullanıcıların stres seviyelerinin artmasına da neden olmaktadır.

Yağmur, kar, dolu gibi olumsuz hava koşulları, kazalar, arızalar vb. etmenler tekrarlanmayan geçici trafik tıkanıklığına neden olurken; öte yandan, kent nüfusundaki artış, kent planlaması, yerleşim yapısı, ulaşım politikaları, artan taşıt sahipliği ve bireylerin davranışları kronikleşen trafik tıkanıklığının temel nedenlerindendir (Systematics, 2005).

İstanbul, 20 milyondan fazla insanın yaşadığı kalabalık nüfusunun yanı sıra, kültürü, tarihi ve ticari etkinlikleri ile her mevsim dünyanın birçok yerinden turist çeken bir kenttir. İstanbul'un dünyanın ve Türkiye'nin en önemli merkezlerinden biri olması, farklı kültür ve insanları bir arada bulundurmasının yanı sıra, kent ekonomik açıdan da ülke çapında önemli katkılar sunmaktadır (İBB, 2021). Türkiye'nin sanayileşmesi sürecinde, kırsal bölgelerden kentsel bölgelere yapılan göçlerde, özellikle İstanbul'a yoğun bir ilgi gözlemlenmiştir. Artan nüfus, kent içi ulaşım talebini de aynı oranda arttırmıştır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı tarafından, her yıl Toplum Ölçekli Sera Gazı Salımları Envanteri Küresel Protokolü (GPC) 'BASIC' Standartlarına uygun olarak sera gazı salım envanteri hesabı yapılmaktadır. Son yapılan 2021 yılı hesaplarına göre, toplam salımlarda ulaşımın payı %28 olurken, bu oranın %99'u motorlu kara taşıtları sebebiyle oluşmaktadır (Url-1). Bu sonuç, trafik tıkanıklıklarının olumsuz çevresel etkilerini açık olarak ortaya koymaktadır.

Trafik tıkanıklığının ana nedenlerden biri de özel otomobil sahipliğinin hızlı bir şekilde artışıdır. Özel otomobil, bireylere sunduğu hareket etme özgürlüğü, konfor ve hız üstünlüğünden kaynaklı olarak, yıllar içerisinde daha fazla talep görmüştür. Tüm dünyada otomobil sahipliği yıllar içerisinde çok fazla oranda artış gösterirken, mevcut altyapı hizmetleri, taşıtlarla yolculuk yapma talebine karşı yetersiz kalmaya başlamıştır. Özel otomobil sahipliğindeki hızlı artışlara örnek olarak, Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan bir araştırmada, 1990 ile 2004 yılları arasında otomobil sahipliğinin Portekiz’de %205, Yunanistan’da ise %103 artış gösterdiği ortaya konulmuştur (Çevik, 2018). Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye’de de son yıllarda taşıt sahipliği hızlı oranda artış göstermiştir. Ülkemizde 2002 yılında toplam taşıt sayısı 8.655.170 iken, 2023 Ocak ayı sonundaki toplam sayı 26.640.971’e yükselerek, yaklaşık 20 yılda neredeyse 4 kat artmıştır (Url-2). Benzer şekilde, İstanbul’da 2020 yılında trafiğe kayıtlı motorlu taşıt sayısı 4,3 milyon iken, 2023 Aralık ayı itibariyle ise bu sayı 5,4 milyon olmuştur (Url-3; Url-4).

Her yıl İstanbul’da trafiğe katılan taşıt sayısı hızla artış gösterirken, İstanbul’da toplu taşıma seçenekleri de aynı hızla artmaktadır. Yapılan yatırımlar yardımıyla, insanların kent içinde bir noktadan diğerine yolculuk yapmak için kullanabilecekleri toplu taşıma seçenekleri son 20 yılda büyük artış göstermiştir. Toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, raylı sistem ağlarının genişletilmesi, Marmaray’ın yapımı ve geliştirilmesi, akıllı ulaşım sistemlerinin kullanılması gibi birçok yeni projeye, kentlilerin yalnızca kent merkezi içindeki ulaşımı değil, çeperin de merkeze ulaşımı kolaylaştırılmış, kapsayıcılık arttırılmış ve erişilebilirlik geliştirilmiştir (İBB, 2022).

İstanbul’da artık yürüme, bisiklet ve elektrikli skuter gibi seçenekleri toplu taşıma sistemi ile bütünleştirme konusunda önemli adımlar atılmaktadır. Kentin sahip olduğu 500 km’den uzun kıyı, deniz ulaşımı için önemli fırsatlar yaratmaktadır. Son zamanlarda açılan yeni deniz hatları ile de deniz ulaşımı desteklenmektedir (İBB, 2022). Ancak, kentin trafik yoğunluğundaki artış da sürmektedir. Dünyadaki 50 ülke ve 1000’den fazla kentin trafik verilerine dayalı olarak oluşturulan INRIX tıkanıklık göstergesine göre, 2022 yılında en yoğun trafik tıkanıklığı yaşanan kentler listesinde İstanbul, dünyada 16. sıradadır. Türkiye’nin en yoğun trafik tıkanıklığı yaşayan kentidir ve trafikte kaybedilen süre yıllık yaklaşık 89 saattir (Url-5).

3. TALEP YÖNETİMİ VE TALEP YÖNETİM STRATEJİLERİ

Dünyanın farklı kentlerinde trafik tıkanıklığına yönelik çözüm önerileri aranırken, artan talebe karşılık ilk olarak, arz artışı fikri benimsenmiş ve yeni yollar, yeni köprüler, yeni ulaşım ağları oluşturulmuştur (Hatipoğlu ve Öztürk, 2012). Yapılan noktasal ve koridor çözümlerinin sonucunda, arzı arttırmanın, talebi de sürekli arttırması nedeniyle, bir çözüm olamayacağı; üstelik arzın, yeni talep yaratma potansiyeli olması nedeniyle, arz tabanlı çözümlerin sürdürülebilir olmadığı anlaşılmıştır. Yıllar boyunca yapılan çalışmalar, kentlerdeki ulaşım sorunlarının yalnızca noktasal veya koridor çözümleriyle ortadan kaldırılamadığı; çözümlerin, bütüncül bir yaklaşımla geliştirilmesi gerektiği sonucunu göstermiştir. Ulaşım talebini yönetimi kavramı da bu çerçevede üretilen bir yaklaşımdır (Demirtaş, 2009; Hatipoğlu ve Öztürk, 2012).

Talep yönetim stratejilerinin temel amaçları, mevcut yol altyapısını verimli bir şekilde kullanarak trafik tıkanıklığını hafifletmek, kent içi bölgelerin ekonomik çekiciliğini koruyup artırmak, trafiğin gürültü, hava ve ses kirliliği gibi çevresel etkilerini en aza indirmek, trafik kazalarını azaltmak ve dünya genelinde özel taşıt kullanımını düşürüp bireyleri toplu taşıma seçeneklerine yönlendirmektir (Tezcan, 2009). Bu stratejilerin bazıları yolculuk gereksinimini ortadan kaldırarak, trafik tıkanıklığını azaltmak hedefiyle oluşturulurken; bazı stratejiler ise ulaşım talebini zamansal ve mekânsal olarak dağıtıp, tıkanıklığın gün içine yayılmasını amaçlamaktadır (Çelik, 1999).

3.1 Yolculuk Gereksinimlerinin Azaltılması Stratejileri

3.1.1 Teknolojinin kullanımı

Son zamanlarda, dünyada olduğu gibi ülkemizde de yüksek teknolojiye dayalı, internet tabanlı vb. hizmetlerin kullanımı yaygınlaşmış, gereksinim duyulan birçok şey bu yolla elde edilmeye başlanmıştır. Bankacılık işlemleri, devlet kurumlarında yapılan işlemler, alışverişler hatta market gereksinimleri bile teknolojik çözümler yardımıyla evden yapılabilir olmuş ve bireylerin yolculuk gereksiniminin azalmıştır (Yaygel, 2015). Bu hizmetlerin kullanımıyla, yolculuk gereksinimleri azaltılması bir talep yönetim stratejisidir.

3.1.2 Evden çalışma

Evden çalışma, zirve saatlerde oluşan trafik tıkanıklığı azaltılabilecek önemli işletme önlemlerindendir. Özellikle 2020 yılında dünyada yaşanan salgın döneminde, evden çalışma hayatımızda büyük rol oynamış ve birçok işin evden çalışma yoluyla yapılabileceği anlaşılmıştır. Bu sayede, yolculuk taleplerinin de azaltılabileceği açığa çıkmıştır. Bu uygulama, trafik tıkanıklığını azaltmasına ek olarak ulaşım maliyetlerinde de bireylere tasarruf sağlamaktadır (Yiğit, 2021). Bunlara bağlı olarak, evden çalışma sistemi trafiğin rahatlatılması için daha yaygın hale getirilebilir ve evden çalışma özel sektör ve kamu tarafından desteklenip yaygınlaştırılabilir.

3.2 Ulaşım Talebinin Zamansal ve Mekânsal Dağılımı Stratejileri

3.2.1 Kent planlaması ve merkezi alanların planlanması

Konutlar ve işyerleri yolculuk üreten ve çeken en büyük alanlardandır. Bu alanlara yönelik ulaşım talepleri ve bu bölgelere gelen ulaşım ağlarının planlanması aşamasında maliyet, çevresel etkiler, yolculuk süresi vb. gibi etmenler açısından daha verimli ulaşım sistemleri oluşturulmalıdır (Çelik, 1999).

Kentlerde tek bir merkezi bölgenin olması, bu bölgeye yapılan yolculukların sayısının fazla olmasına neden olur. Bu durumda da o bölgeye giden yollarda trafik tıkanıklıkları daha yoğun olarak yaşanır (Kozalı, 2015). Bu nedenle, kentlerin çok merkezli olarak planlanması bir talep stratejisi olarak değerlendirilebilir. Özellikle, çalışan ve zirve saatlerde yolculuk yapan bireylerin farklı bölgelere dağılması, trafiğin de belirli bölgelerde birikmemesini sağlar (Yaygel, 2015).

3.2.2 Esnek çalışma saatleri

Esnek çalışma saatleri, eski yıllardan beri yapılan bir uygulama olsa da, özellikle salgın ile hayatımızda bilinirliği artan bir çalışma biçimi olmuştur (Yiğit, 2021). Esnek çalışma saatleri, zirve saatlerdeki trafiğin azaltılması amacıyla, işe gidiş geliş saat dilimlerini değiştirerek, yoğun trafiğin günün diğer saat dilimlerine yayılmasını sağlar. Böylelikle iş amaçlı yolculuklar yalnızca zirve saatler yerine, günün farklı saatlerine dağılım gösterir (Kozalı, 2014).

3.2.3 Zirve saat fiyatlandırılması

Bir diğerk zamansal strateji de zirve saatlerdeki trafiğinin yönetilmesi için fazla kullanılan ve trafiğinin yoğun olduğu bölgelere taşıt girişlerinin kısıtlandırılması ve bu bölgeleri kullanımı karşılığında fiyatlandırmaların uygulanmasıdır. Böylelikle, yoğunluğun fazla olduğu yolları ve bölgeleri, zirve saatlerde yalnızca bu fiyatları ödemeye razı olan taşıt sürücöleri kullanacaktır (Çevik, 2018). Bu konu, ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak sunulacaktır.

3.3 Taşıt Kullanımında Değişim Yaratmaya Yönelik Stratejiler

3.3.1 Toplu taşımanın geliştirilmesi ve toplu taşıma kullanımının özendirilmesi

Kentlileri özel taşıtlar yerine başka seçeneklere yönlendirmek, trafik yoğunluğunu azaltmaya yönelik uygulamalardandır. Özellikle İstanbul gibi büyük ve yoğun nüfusa sahip kentlerde, toplu taşımanın etkili kullanımı, trafik tıkanıklığının azaltılmasında önemli bir etkidir. Kullanıcıların tür seçimlerinde en önem verdikleri konulardan birisinin zaman olduğu düşünöldüğünde, arttırılacak raylı sistem hatları ile sağlanacak kesintisiz ve hızlı ulaşım, bireyleri toplu taşıma kullanımına yönlendirme potansiyeli içermektedir. Örneğinin; İstanbul’da Marmaray ile kolaylıkla iki yaka geçişi yapılırken, metrobüs ile de lastik tekerlekli taşıtlar kullanılarak kesintisiz yolculuk olanağı sunulmaktadır. Altyapı yatırımlarının arttırılmasının yanı sıra, taşıtların yenilenmesi, taşıt içi konforun ve güvenliğinin sağlanması, sunulan hizmetin iyileştirilmesi gibi düzenlemeler ile bireylerin kent içi yolculuklarda toplu taşımayı kullanma oranları arttırılabilir.

Kentlileri toplu taşımaya yönlendirmek için ise kentlilere toplu taşıma kullanmaları karşılığında sunulan üstönlükler ve indirimler yardımıyla, bireyleri özel taşıtlarından uzaklaştırıp, toplu taşımaya yönlendirmek mümkündür. Örneğinin; İstanbul’da bazı park et devam et otoparklarını kullanan bireylere, İstanbulkart ile toplu taşıma ile yolculuk yapmaları karşılığında otopark ücretlerinde indirim uygulanmaktadır (Url-6).

3.3.2 Otoparkların Yönetimi

Talep yönetim stratejilerinden birisi de kent içi alanlardaki otopark alanlarının yönetimidir. Otopark yönetim stratejisi oluşturulurken, otopark altyapısının arttırılması ve iyileştirilmesi, fiyatlandırma politikalarının uygulanması ve

otoparklarda teknolojik hizmetlerin kullanılması gerekir. Yeni otopark alanları oluşturulurken, katlı ve yer altı otoparkların tercih edilmesi, alan yönetimi için önemlidir. Bunun yanı sıra, mevcut park yerlerinin etkili şekilde kullanımını sağlamak otopark yönetiminin temel hedefidir (Litman, 2013). Bu kapsamda, otopark kullanımlarındaki çeşitli fiyatlandırma çalışmaları da önemli bir yönetim stratejisidir. Günün farklı saatlerine göre değişiklik gösteren fiyat tarifeleri ya da farklı bölgelerdeki otopark fiyatlarındaki değişiklikler, bireylerin otopark seçimlerini etkilemektedir. Merkezi bölgelerdeki otopark fiyatlarının yüksek belirlenmesi, bireyleri bu bölgelere gelirken toplu taşıma kullanımına özendirme potansiyeli içermektedir (Kozalı, 2014). Bütün bunlara ek olarak, özellikle taşıt ve nüfus yoğunluğun fazla olduğu kentlerde, varılacak noktada bulunan otopark yerinin konumları, fiyatları, kapasiteleri vb. bilgilere ulaşılabilmesi gibi birçok konu, sürücülerin tür seçimlerinde etkili olabilmektedir. Mobil uygulamalar ve bilgilendirme ekranları yardımıyla da taşıt kullanıcıları otopark alanlarına yönlendirilmektedir (İBB, 2016).

3.3.3 Bisiklet kullanımının özendirilmesi

Kentsel ulaşımında çevreci, sağlıklı, düşük maliyetli ve sürdürülebilir bir ulaşım türü olan bisiklet, genellikle ulaşım için kullanılmaktan çok spor ve etkinlik amaçlı kullanılan bir türdür. Buna karşılık, dünya kentlerinde ve ülkemizde, yeni bisiklet yolları, akıllı bisiklet kiralama sistemlerinin oluşturulması ve geliştirilmesi, eğitim çalışmaları, farkındalık kampanyaları ve benzeri uygulamalar yoluyla, bisikletin türel dağılımdaki payının arttırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bisiklet kullanımının özendirilmesi, bireyleri özel taşıtlarından uzaklaştırmaya ve ulaşım talebinin daha sürdürülebilir ve çevre dostu şekilde yönetilmesine katkı niteliğindedir (SKHP, 2022).

3.3.4 Paylaşımlı taşıt kullanımı (Carpooling)

Taşıt paylaşımı, sürücülerin tek başlarına özel taşıt kullanması yerine, aynı bölgede oturan bireylerin taşıtı ortak olarak kullanması yoluyla daha az taşıtın trafiğe katılmasını amaçlayan bir uygulamadır. Buna bağlı olarak, yakıt maliyetleri ve park yeri fiyat ödemelerinde tasarruf sağlayıp, zararlı gaz salımını da azaltarak çevre dostu ve sürdürülebilir bir ulaşım seçeneği sunmaktadır. Günümüzde çeşitli teknolojik uygulamalarla, paylaşımlı taşıt kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Kozalı, 2014).

4. TIKANIKLIK FİYATLANDIRMASI

Tıkanıklık fiyatlandırması, günümüzde birçok kentte hayata geçen ulaşım talep yönetim stratejilerinden biridir. Tıkanıklık fiyatlandırması, özel taşıt sürücülerinin, bir bölgeye ya da alana taşıtları ile girmeleri ve bölgeyi kullanmaları karşılığında belli bir fiyat ödemeleridir (Yüksel ve Gürsoy, 2010). Tıkanıklık fiyatlandırması ile, bireylerin özel taşıtları ile yolculuklarını engelleyip, onların toplu taşıma kullanımına yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Uygulama, özel taşıtların çevreye zararlı etkilerini azaltmasının yanı sıra ulaşım altyapısını geliştirmek için gereksinim duyulan maddi desteği sağlayabilecek bir karayolu finansman yöntemidir (Çodur ve Coşkun, 2020).

4.1 Tıkanıklık Fiyatlandırmasının Tarihçesi

Ulaştırma tıkanıklık fiyatlandırmasına dair ilk teorik çalışmalar 1920 yılında Arthur Pigou'nun "The Economics of Welfare" kitabı ile ortaya çıkmıştır (Tezcan, 2009). Pigou, yollarda oluşan tıkanıklığı önleyebilmek için fiyatlandırma uygulanabileceğini ve tıkanıklık gibi sosyal maliyetlerin, fiyatlandırma yöntemiyle karşılanması gerektiğini savunmuştur. Pigou, dışsallık kavramını tanımlayarak, kullanıcıların, diğer kullanıcılar üzerinde yarattığı dışsal maliyetin, bireysel ödeme yöntemiyle dengelenebileceğini ve bu yolla ekonomik dışsallıkların içselleştirilebileceğini belirtmiştir (Koru ve Korkmaz, 2017). Pigou'nun çalışmaları, tıkanıklık fiyatlandırması için bir teorik temel oluştururken, aynı zamanda marjinal maliyet kavramının da oluşmasını sağlamıştır. 1952 yılında yaptığı yayında William Vickrey, sınırlı yol kapasitesinin aşırı talep görmesi sonucu oluşan trafik tıkanıklığı için, trafiğin yoğun saatlerinde yol kullanıcılarına fiyatlandırma uygulanmasının, talebi ve tıkanıklığı azaltacak etkili yöntemlerden biri olduğunu savunarak, Pigou'nun teorik çalışmalarını genişletmiştir (Vickrey, 1952). Bu çalışmalarla birlikte, tıkanıklık fiyatlandırmasının sosyal ve ekonomik temelleri güçlenmeye başlamıştır. 1961 yılında Alan Walters, trafik tıkanıklığı maliyetleri üzerine yayınladığı çalışmayla tıkanıklık fiyatının hesaplanması ve bu fiyatın yol kullanıcılarına nasıl dağıtılacağı dair ortaya koyduğu teori ile tıkanıklık fiyatlandırması konusundaki teorik çerçeveyi genişletmiştir. Bu çalışma, tıkanıklık fiyatlandırmasının ekonomik ve sosyal maliyetlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve bu politikanın uygulanabilirliğini tartışmaya açmıştır (Walters, 1961). 1960'lı yıllarda Londra'da büyük problem haline

gelmeye başlayan trafik tıkanıklıklardan sonra, 1964 yılında, İngiltere Ulaştırma Bakanlığı'nın desteğiyle hazırlanan Smeed Raporu'nda, kent içi yollarda tıkanıklık fiyatlandırması konusu ele alınmıştır. Raporda, mevcut otomobil vergilerinin trafikte meydana gelen tıkanıklık üzerinde fazla etkiye sahip olmadığı sonucu yayınlamış olup, yolculuklarda trafik tıkanıklığı maliyetini hesaba katarak bir fiyatlandırma uygulanmasının gerekliliğine değinilmiştir (Leape, 2006). Aynı raporda, fiyatlandırmanın uygulanması için teknolojik eksikliklerin olması nedeniyle kent içindeki yolların fiyatlandırılması durumunda, taşıt kullanımının, toplumun gelir durumu yüksek sınıfına ait bir ayrıcalıklı uygulamaya dönüşebileceğinden de bahsedilmektedir (Demirtaş, 2009). 1970'li yıllar, tıkanıklık fiyatlandırması üzerine teorik çalışmaların, uygulama çalışmalarına dönüştüğü dönemler olmuştur. 1975 yılında Singapur'da hayata geçen tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması, teorilerin pratiğe dönüştüğü öncü adımlardan birisi olmuştur.

4.2 Tıkanıklık Fiyatlandırması Uygulamasının Dünya Örnekleri

4.2.1 Singapur

Tıkanıklık fiyatlandırmasının öncüsü olan Singapur'da 1960 ve 1970'li yıllarda ülkedeki ekonomik durum iyileştikçe özel taşıt sayısı ve nüfus yaklaşık iki katına çıkarken, ülkedeki toplam yol uzunluğu yaklaşık %35 oranında artmıştır. Bu durumun gün geçtikçe daha yoğun trafiğe neden olmasının ardından, 1970 yılında Singapur Hükümeti tarafından tıkanıklık fiyatlandırması çalışmalarına başlanmıştır. Hala dünyada en kapsamlı uygulamaya sahip olan Singapur, tıkanıklık fiyatlandırmasını iki aşamalı olarak hayata geçirmiştir. Alan Lisans Programı (ALP) adıyla 1975 ile 1998 yılları arasında yürürlükte olan uygulama, 1998 yılından sonra Elektronik Yol Fiyatlandırması (ERP) şeklinde günümüzde hala sürmektedir (Chin, 2005).

ALP, 1975 yılında Singapur'un merkezinde 5 km²'lik bir alanda sabah 7:30 ile 9:30 saatleri arası uygulanmaya başlanmıştır. İlk fiyatı, taşıt başına 3 Singapur Doları olarak belirlenmiştir. 22 taşıt giriş noktası bulunmakta olup acil durum ve toplu ulaşım taşıtları ile motosikletler fiyatlandırma uygulamasından muaf tutulmuştur. Yıllar içerisinde birçok değişiklik gösteren uygulama, 1994 yılından sonra, tüm yılı kapsayacak şekilde 07:30-19:30 saatleri arasında uygulanmaya başlamıştır. Ayrıca, tıkanıklık fiyatlandırmasının uygulandığı bölgeye üç otoyol daha eklenmiştir (Tezcan, 2009; Çevik, 2018; Şentürk, 2012). Zirve saatlerde bile trafikteki önemli rahatlamalar,

uygulamanın geliştirilmesi adına yapılan çalışmalara öncü olmuştur. Sürücülere lisans çıkarmalarını zorunlu tutulan uygulamada, birçok farklı türde lisansların olmasından kaynaklanan güçlükler nedeniyle, 1998 yılında ERP sistemine geçilmiştir. ERP sistemi 66 elektronik kapı kurulması ile oluşturulmuş ve saat 07:00-19:00 saatleri arası uygulanmıştır (İBB, 2017). ERP'nin ALP'den farkı, günün saati, farklı taşıt türleri ve farklı geçişler için farklı fiyatlar olmasıdır. Bu uygulamada, acil durum taşıtları ve tarifeli otobüsler haricinde muafiyet uygulanmamıştır.

Günümüzde ERP'nin fiyatı, yolculuk başına 0,50 Singapur Doları ile 6 Singapur Doları arasında değişiklik göstermektedir. Fiyatlar her üç ayda bir gözden geçirilmekte ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak, Haziran ve Aralık okul tatillerinde değiştirilmektedir (21.09.2024 tarihi itibarıyla 1 Singapur Doları 26,42 TL'dir.) (Tezcan, 2009; Çevik, 2018).

4.2.2 Londra

Tıkanıklık fiyatlandırmasının en başarılı örneklerinden biri İngiltere'nin başkenti Londra'dadır. Londra'daki ilk tıkanıklık fiyatlandırması, 2003 yılında Londra'nın merkezinde 22 km²'lik bir alanı kapsayan, 200 giriş noktasında, hafta içi 07:00-18:30 saatleri arasında uygulanmaya başlanmıştır (Tang, 2021). Bu uygulama kentteki trafiği azaltmak, toplu taşıma hizmetini geliştirebilmek ve yolculuk sürelerini kısaltmak amaçlarıyla hayata geçirilmiştir (Chronopoulos, 2012).

Uygulama, ilk hayata geçtiğinde, fiyatı 5 pound olarak belirlenmiş olup, 2005'te fiyat 8 pounda çıkarılmıştır. 2007 yılından sonra, saatler 07:00 ile 18:00 şeklinde düzenlenerek, fiyatlandırma alanı 38 km²'ye genişletilmiştir (Tang, 2021; Green, Heywood ve Paniagua, 2020). Güncel durumda uygulama, Pazartesi- Cuma günleri saat 07:00-18:00 saatleri arası, Cumartesi-Pazar günleri ise 12:00-18:00 saatleri arasındadır ve günlük fiyatı 15 pounddur (21.09.2024 tarihi itibarıyla 1 GBP 45,43 TL'dir.). Noel günü ve yılbaşı resmî tatili günlerinde fiyatlandırma uygulanmamaktadır (Url-7).

Londra'daki tıkanıklık fiyatlandırmasında çeşitli gruplara indirimler (9 ve üzeri koltuklu taşıtlar vb.) ve muafiyetler (engelli bireylere ait taşıtlar, acil servis taşıtları vb.) uygulanmaktadır. Ödemeler yapılmadığında ya da geç ödemelerde ise belirli bir ceza bedeli ödenmektedir (Url-7).

Tıkanıklık fiyatlandırılması, Londra'da gelişimi çok hızlı bir şekilde süren bir uygulamadır. Bu uygulama genişleterek, düşük salım bölgesi (LEZ) ve ultra düşük salım bölgesi (ULEZ) olarak isimlendirilen alanlar oluşturulmuştur. LEZ ve ULEZ olarak sınırlandırılmış alanlarda, belirli bir salım standardını karşılayamayan ağır ticari taşıtlar, yolculuk karşılığında yüksek fiyat ödemek zorunluğundadır. Salım bölgelerinin amacı, motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmektir. Salım bölgeleri, resmi günler harici yılın her günü 24 saat sürekli olarak uygulanmaktadır. LEZ ve ULEZ arasındaki temel fark, farklı taşıt tiplerine göre uygulanmalarıdır. LEZ genellikle kamyon, minibüs, otobüs gibi ağır dizel ticari taşıtlara yönelikken, ULEZ, Euro 4 ve Euro 6 taşıt standartlarını karşılamayan benzinli ve dizel taşıtlara uygulanmaktadır. ULEZ uygulaması, Londra'daki hava kirliliği seviyelerinin Londra'nın merkezinde %44, diğer bölgelerinde ise %20 oranında azaltılmasına yardımcı olmuştur (Url-8; Url-9).

Tıkanıklık fiyatlandırmasının hedeflerine, uygulama hayata geçtikten kısa bir süre sonra neredeyse anında ulaşılmıştır. Uygulamanın hayata geçtiği yıl, bölgede yaşanan trafikte yaklaşık %30 oranında azalma sağlanmış, fiyatlandırma bölgesindeki akım hızı %37 oranında artmıştır (Litman, 2011). 2005-2006 yıllarında uygulamadan yaklaşık 122 milyon pound net gelir elde edilmiş olup, bu kazancın 100 milyon poundu otobüs hizmetlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesine harcanarak daha iyi bir ulaşım hizmeti de sağlanmıştır (Demirtaş, 2009; Tezcan, 2009; Chronopoulos, 2012).

Uygulamanın 20. yılında Londra Belediyesi tarafından yapılan araştırmalar, yıllar boyunca elde edilen kazanımları ortaya koymuştur. Uygulama hayata geçtiğinden beri, hafta içi zirve saatlerde kent merkezine giriş yapan özel taşıt sayısı %18 oranında azalırken, otobüs yolculuk sayısı %33 oranında artmıştır. Yolcu davranışlarında da 20 yıl içerisinde değişiklikler olduğu görülmüştür. Yolculukların %10'u yürüme, bisiklet ve toplu taşıma türleri ile yapılmaya başlanmıştır (Url-10).

4.2.3 Stockholm

Stockholm'de tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması, bir deneme çalışması olarak başlatılıp, sonrasında kalıcı olarak hayata geçirilen bir uygulamadır. 2002 yılında ülke gündemine ve siyasetine giren konu, çeşitli karmaşık siyasi ve yasal süreçlerin sonrasında, Stockholm'deki trafiği azaltmak, erişebilirliği arttırmak ve hava kalitesini yükseltmek amaçları ile 3 Ocak-31 Temmuz 2006 tarihleri arasında deneme amaçlı

olarak uygulama başlatılmıştır. 2006 yılının Eylül ayında yapılan referandum sonucunda, uygulamaya %51 oranında destek gelmesi sonucunda Stockholm’de tıkanıklık fiyatlandırması, 2007 yılında sürekli hale dönüştürülmüştür. Tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması, kent merkezinde bulunan yaklaşık 35 km²’lik alanı kapsamaktadır (Şentürk, 2012).

Fiyatlandırma sınırlarındaki alan, Södermalm, Norrmalm, Östermalm, Vasastaden, Kungsholmen, Stora Essingen, Lilla Essingen ve Djurgården gibi Stockholm kentinin merkezi bölgelerinin tamamını kapsamaktadır. Tıkanıklık fiyatlandırması alanı içinde kalan ve kent merkezinden geçen Essingeleden otoyolu (E4) fiyatlandırmadan muaf tutulmaktadır. Tıkanıklık fiyatlandırması alanlarının tüm girişlerinde toplam 18 insansız elektronik ödeme istasyonu bulunmaktadır. Fiyat ödemesi, uygulama alanına girişte ve uygulama alanından çıkışta uygulanmaktadır.

1 Ocak 2020 tarihinden bu yana sabah 06:00 ile akşam 18:30 arasında süren uygulamada, farklı zaman dilimlerinde farklı fiyat tarifeleri uygulamaktadır. 1 Mart-23 Haziran arası ve 15 Ağustos-30 Kasım arası, kentin yoğun dönemleri olarak belirlenmiştir. Yoğun ve yoğun olmayan dönemlerde farklı fiyatlar uygulanmaktadır. En yüksek fiyatlar 07:00-8:29 ve 16:00-17:29 saat dilimleri arasında alınmaktadır. Günlük ve taşıt başına en yüksek fiyat 135 SEK iken; yoğun olmayan dönem olarak belirlenen tarihlerde uygulanan en yüksek fiyat 105 SEK olarak belirlenmiştir. (21.09.2024 tarihi itibarıyla 1 SEK 3,35 TL’dir.) (Url-11).

Tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasının etkilerini görmek amacıyla uygulamanın kalıcı hale getirilmesinden altı ay sonra yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, trafiğin azaldığı, erişilebilirliğin arttığı, yolculuk sürelerinin ciddi oranlarda düştüğü ve salım değerlerinde azalmaların olduğu görülmüştür (Lehe, 2019).

4.2.4 Milano

Avrupa’nın ve İtalya’nın en büyük ana kentlerinden biri olan Milano da tıkanıklık fiyatlandırmasını uygulayan kentlerden birisidir. 2007 yılında Milano’da özel otomobil ve motosiklet sahibi bireylerin sayısının, kent nüfusunun yarısından fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Avrupa kentleri arasında özel otomobil sahipliği yüksek kentlerden biri olan Milano’da hava kirliliğinin de çok yüksek olduğunu görülmüştür (Rotaris, Danielis, Marcucci, Massiani, 2010).

Milano'nun tıkanıklık fiyatlandırmasını hayata geçirmesindeki temel ilke yaşanılabilir bir çevre elde etmek olmuştur. Taşıtların çevreyi kirletmesinin bedeli olarak bir fiyat ödemeleri gerektiği düşüncesi ile fiyat 5 euro olarak belirlenmiş ve 2008 yılının Ocak ayından sonra tıkanıklık fiyatlandırması başlamıştır (Rotaris, Danielis, Marcucci, Massiani, 2010). Uygulama hayata geçirilirken, kirlilik seviyesinde yaklaşık %30 oranında azalma ve kentin trafiğinde %10 oranında bir düşüş öngörülmüştür. Ecopass adı verilen bu uygulama, kent merkezini kapsayan 8,2 km²'lik bir alanda 07:30 ile 19:30 saatleri aralığında uygulanmıştır. Seçilen bu alan, Milano'nun %4,5'luk kısmını kapsamaktadır. Milano'daki uygulama alanı, diğer kentlerdeki gibi teorik sebeplerden değil, tarihi alan sınırları dikkate alınarak seçilmiştir (Rotaris, Danielis, Marcucci, Massian, 2010). Uygulamada fiyatlar da geçiş sayısına göre değil, taşıtların çevreye verdiği zararları dikkate alacak şekilde belirlenmiştir (Lehe, 2019), (Şentürk, 2012). Ocak 2023 itibariyle mevcut uygulama fiyatı 7,5 Eurodur. (21.09.2024 tarihi itibariyle 1 Euro 38,11 TL'dir.)

2011 yılında düzenlenen referandum sonucunda, katılımcıların %79'u uygulamanın sürmesi yönünde oy vermiştir. 2012 yılında Area C bölgesi olarak adlandırılan alanda, tıkanıklık fiyatlandırması uygulanması sürmüştür. Uygulama, 43 kamera sistemi ile izlenmektedir. Günümüzde fiyatlandırma, Pazartesi, Salı, Çarşamba ve Cuma günleri 7.30-19.30 saatleri arasında, Perşembe günü ise 7:30-18:00 saatleri arasında uygulanmaktadır (Chronopoulos, 2012; Lehe, 2019).

Uygulamanın hayata geçmesinden 9 ay sonra, yapılan incelemeler sonucunda, Milano'da fiyatlandırma bölgesine giren özel taşıt sayısında %14,2 oranında azalma belirlenmiştir. Uygulamanın birinci yılında yapılan araştırmalar sonucunda ise bu oran %14,4'e çıktığı görülmüştür (İBB, 2017).

4.3 Türkiye'de Tıkanıklık Fiyatlandırması Çalışmaları

Tıkanıklık fiyatlandırması konusundaki ulusal literatüre bakıldığında; bu konudaki eserlerin 2000'li yılların başından sonra yayınlanmaya başladığı görülmektedir. Tezcan (2009), tarafından hazırlanan doktora tezinde, Eminönü bölgesinde yapılacak bir tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması ile özel otomobil kullanıcılarının azalabileceği, özel otomobil kullanmayı sürdürecekt bireylerin ise fiyatlandırma yardımıyla önemli bir maddi kaynak yaratabileceği sonucu koyulmuştur. Yüksel vd. (2010) makalesinde ise, uygulamanın Eminönü bölgesindeki trafiği azaltacak bir etki

yaratacağı; bunun da taşıt girişlerinde yaklaşık %15 ile %40 oranında bir azalma sağlayabileceği, ortalama taşıt hızlarının ise 15-25 km/sa artabileceği sonucu belirtilmiştir. Çodur ve Coşkun (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışma, tıkanıklık fiyatlandırmasının tıkanıklık fiyatlandırmasının Erzurum, Cumhuriyet Caddesi için uygulanabilirliği üzerine çalışmış olup, caddedeki trafik tıkanıklığının azalacağı ve fiyatlandırma uygulaması ile de önemli bir maddi gelir elde edileceği vurgulanmıştır.

Ayrıca, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Başkanlığı tarafından hazırlanan Trafik Talep Yönetimi Düşük Salım Bölgesi ve Trafiğe Sınırlı Alan Uygulama Planları kapsamında, Tarihi Yarımada, Bakırköy, Kadıköy, Beyoğlu ve Üsküdar'da uygulanacak tıkanıklık fiyatlandırmasının uygulanabilirliğine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan incelemelere göre, bölgeye gelen taşıt sayısında, Tarihi Yarımada için %26, Bakırköy için %22, Kadıköy için %21 ve Beyoğlu için %25 oranında düşüş sağlanması beklenmektedir. Ortalama hız değerlerinde ise, Tarihi Yarımada için %33, Bakırköy için %50, Kadıköy için %21 ve Beyoğlu için %40 oranında artış öngörülmektedir (İBB, 2017).

4.4 Tıkanıklık Fiyatlandırması Türleri

Tıkanıklık fiyatlandırması, tesis fiyatlandırması, kordon fiyatlandırması, bölge fiyatlandırması ve uzaklık fiyatlandırması olarak, çeşitli yöntemlerde uygulanabilmektedir.

Önceden belirlenmiş bir yol alanının kullanılması durumunda fiyatlandırma yapılması işlemi, tesis fiyatlandırmasıdır. Bu fiyatlandırma türü, karayolu, köprü ve tünellerde uzun yıllardır uygulanan bir fiyatlandırma türüdür. Tesis fiyatlandırmasının en yaygın tercih edildiği ülke Amerika'dır. Dünyada birçok örneğinin olduğu fiyatlandırma yöntemi; Türkiye'de de 15 Temmuz Şehitler Köprüsü, Fatih Sultan Mehmet Köprüsü, Osmangazi Köprüsü, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve otoyollarda uygulanmaktadır (Şentürk, 2012).

Kordon fiyatlandırması, taşıt sürücülerinin belirlenmiş sınırlı bölgenin içine girebilmek için fiyat ödemek zorunda oldukları yöntemdir. Bu sınırlı bölgenin belirlenmesinde, bölgenin yoğun talep çeken merkezi bölge olmasına ve önemli iş merkezlerini kapsamasına dikkat edilmektedir (Şentürk, 2012). Bu uygulamada sürücüler, kordon hattından her geçişte fiyat ödemektedir.

Bölge fiyatlandırması, belirlenen bir bölge içerisinde giriş ya da çıkış yaparken ya da bölgenin içerisinde hareket ederken bu yolculuk karşılığında fiyat ödeme yöntemidir. Bu bölge ya da alan, kentteki göller, nehirler, denizler, dağlar gibi doğal sınırlara ya da yollar, köprüler, tüneller, mahalle ya da ilçe sınırları gibi alanlara bağlı olarak belirlenir. Bölge fiyatlandırması sisteminde temel amaç kentin merkezine yönelik yolcu talebini azaltmaktır. Bu uygulamanın, dünyada en bilinen örneği, 2003 yılında Londra'daki tıkanıklık fiyatlandırmasıdır (Çevik, 2018).

Uzaklık fiyatlandırması, sürücülerin yolculuk uzaklığına bağlı olarak değişim gösteren bir uygulama yöntemidir. Uzaklık fiyatlandırması, dünyada Amerika başta olmak üzere, İsviçre, Almanya Çek Cumhuriyeti, Avusturya ve diğer Avrupa ülkelerinin bazılarında uygulanmaktadır (Coşkun, 2018).



5. ÇALIŞMA ALANI VE VERİNİN TANITILMASI

Tez çalışmasının bu bölümünde, yapılmış olan çevrim içi anket çalışmasının alanı, kapsamı ve elde edilen veri kümesinin tanıtımı yer almaktadır.

5.1 Çalışma Alanı ve Kapsamı

Bu tez çalışması, İstanbul'un merkezi bölgelerinde tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasının, bireylerin ulaşım seçimlerine olan etkisini incelemektedir. Çalışma verisi, 219 bireyin katıldığı, Mayıs 2022 ile Nisan 2023 tarihleri arasında yürütülen çevrim içi anket yoluyla elde edilmiştir. Bu anket kapsamında bireylere, yaş, cinsiyet, aylık hane halkı toplam geliri, eğitim düzeyi, hanede bulunan özel otomobil sayısı, kullanılan özel otomobilin türü, ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanım sıklığı, yolculuklarda trafik tıkanıklığının ne düzeyde algılandığı ile İstanbul'un merkezi bölgelerinde tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasının yapılması durumunda ödemeye razı olunan fiyat ve razı olunan fiyatın üzerinde bir fiyatlandırma yapılması durumunda, ulaşım türü değişikliği yapılıp yapılmayacağına yönelik sorular sorulmuştur.

Anket katılımcılarının çeşitli sosyo-demografik özelliklerine göre dağılımı Çizelge 5.1'de verilmiştir. Buna göre, ankete katılanların %45,66'sı kadın ve %43,38'i 26-35 yaş aralığındadır. Öte yandan, 2021 ve 2022 yıllarındaki asgari ücret dikkate alınarak belirlenen ve aralık olarak sorulan hane halkı gelirleri değerlendirildiğinde; gelir düzeyinin görece yüksek olduğu ve katılımcıların %49,77'sinin hane halkı gelirinin 20.000 TL ve üzerinde olduğu görülmektedir. 2021 yılı asgari ücreti 2.825 TL olup, yaklaşık 330 Dolara denk gelmektedir. Mayıs 2022 yılında asgari ücret 4.253,40 TL olup yaklaşık 265 dolara denk gelmektedir. (Url-12). Anketin hazırlandığı ve uygulandığı dönemde 1 Dolar 14,70 TL değerinde olduğu düşünüldüğünde, 20.000 TL hane halkı gelirine sahip bireylerin aylık kazançları yaklaşık 1.360 Dolara denk gelmektedir (Url-13). Buna göre, 20.000 TL ve üzeri kazanan bireylerin geliri, asgari ücretin yaklaşık 4,7 katı kadardır.

Aylık gelire benzer olarak, otomobil sayısı da hane halkı temelinde sorulmuştur. Katılımcıların hanelerinde bulunan özel otomobil sayısına göre dağılımı incelendiğinde; hanelerin %65,30'unda yalnızca bir otomobil olduğu görülmektedir.

Katılımcıların %80,82'si kişisel taşıt kullanırken, %5,94'ü özel taşıt kullanmadığını belirtmiştir.

Çizelge 5.1 : Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerinin dağılımları.

Sosyo-demografik Özellikler	Katılımcı Sayısı	%
Cinsiyet		
Kadın	100	45,66
Erkek	119	54,34
Yaş Aralığı		
18-25	43	19,63
26-35	95	43,38
36-45	45	20,55
46-55	23	10,50
56 ve üzeri	13	5,94
Eğitim Düzeyi		
Üniversite	184	84,02
Yüksek Lisans ve sonrası	35	15,98
Aylık Hane Halkı Geliri (TL)		
0-8.000	13	5,94
8.000-12.000	27	12,33
12.000-16.000	30	13,70
16.000-20.000	40	18,26
20.000 ve üzeri	109	49,77
Hanede Bulunan Özel Otomobil Sayısı		
1	143	65,30
2	56	25,57
3 ve üzeri	20	9,13
Kullanılan Özel Otomobil Türü		
Şirket taşıtı	29	13,24
Kişisel taşıt	177	80,82
Özel taşıt kullanmayan	13	5,94

Çizelge 5.2'de, katılımcıların ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanım sıklığının dağılımı gösterilmektedir.

Çizelge 5.2 : Katılımcıların ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanım sıklığının dağılımı.

Ev-iş Yolculuklarında Özel Otomobil Kullanım Sıklığı	Katılımcı Sayısı	%
Hiç kullanmayan	56	25,57
Haftada 1-3 gün özel otomobil kullanan	63	28,77
Haftanın 4-5 günü özel otomobil kullanan	33	15,07
Haftanın her günü özel otomobil kullanan	67	30,59

Çizelge 5.2'ye göre, katılımcıların %28,77'si haftanın 1-3 günü iş yolculuklarında özel otomobil kullanmaktadır. Anket katılımcılarının her birinin hanesinde en az 1 özel otomobil bulunmasına karşın, 56 katılımcı, ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanmadığını belirtmiştir. Buna göre, katılımcıların bazılarının hanesinde özel otomobil olmasına karşın, ev-iş yolculuklarında özel otomobil yerine, diğer ulaşım türleri ile yolculuk yapmaktadır.

Sorular kapsamında, katılımcılarından ev-iş yolculukları sırasında algıladıkları trafik tıkanıklığı düzeyini 1 ile 5 puan aralığında değerlendirmeleri istenmiştir. Çizelge 5.3'te, verilen puanların dağılımı sunulmaktadır. Bu puan sisteminde, 1 trafik tıkanıklığının çok az olduğunu, 5 ise çok yüksek olduğunu göstermektedir. 4 puan ve üzerinin payının %57,08 olduğu dikkate alındığında, trafik tıkanıklığının genel olarak olumsuz düzeyde algılandığı görülmektedir.

Çizelge 5.3 : Katılımcıların yolculuk güzergahlarında yaşadıkları trafik tıkanıklığının değerlendirmesinin dağılımı.

Trafik Tıkanıklığı Puan Değerleri	Katılımcı Sayısı	%
1	13	5,94
2	13	5,94
3	68	31,05
4	68	31,05
5	57	26,03

Anketin bir başka sorusunda, katılımcılara, ev-iş yolculuklarında genellikle hangi ulaşım türünü seçtikleri sorulmuştur. Bu soruda ayrıca, toplu taşımada aktarma yapılması durumunda, birden fazla ulaşım türünün işaretlenmesi de istenmiştir. Buna

göre, en fazla seçilen ulaşım türü metro olmuştur. En az seçilen türler ise dolmuş ve vapur olarak belirlenmiştir. 60 katılımcı, birden fazla ulaşım türünü tercih etmişlerdir.

Ankete katılan bireylerin özel otomobil kullanım sıklığı yanıtlarına göre, ankette yöneltilen sorular değişkenlik göstermektedir. Ev-iş yolculuklarında çeşitli sıklıklarda özel otomobil kullanan ve Çizelge 5.2’de “hiç kullanmıyorum” dışında kalan seçeneklerden birini işaretleyen 163 bireye, tek yön ortalama yolculuk süresi ve yolculuklarının ortalama maliyetinin ne kadar olduğu sorulurken; geri kalan 56 bireye bu sorular yöneltilmemiştir. Alınan ortalama yolculuk süreleri 15 dakikalık aralıklar ile sınıflandırılmış olup, 1 saat ve üzerindeki süreler 30 dakikalık aralıklar ile sınıflandırılarak Çizelge 5.4’te gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde; katılımcıların %26,99’unun 31-45 dakika arası yolculuk yaptığı görülmektedir. Çizelgede ayrıca, her bir yolculuk süresi sınıfının ortalama yolculuk maliyeti de yer almaktadır.

Çizelge 5.4 : Özel otomobil ile yapılan ev-iş yolculuklarının tek yön için süreye göre dağılımı ve süre sınıflarının ortalama maliyetleri.

Tek Yön Yolculuk Süresi (Dakika)	Katılımcı Sayısı	%	Ortalama Yolculuk Maliyeti (TL)
0-15	16	9,82	24,37
16-30	42	25,77	53,45
31-45	44	26,99	81,93
46-60	35	21,47	94,86
61-90	17	10,43	136,76
91 ve üzeri	9	5,52	162,22
Toplam	163	100,00	86,15

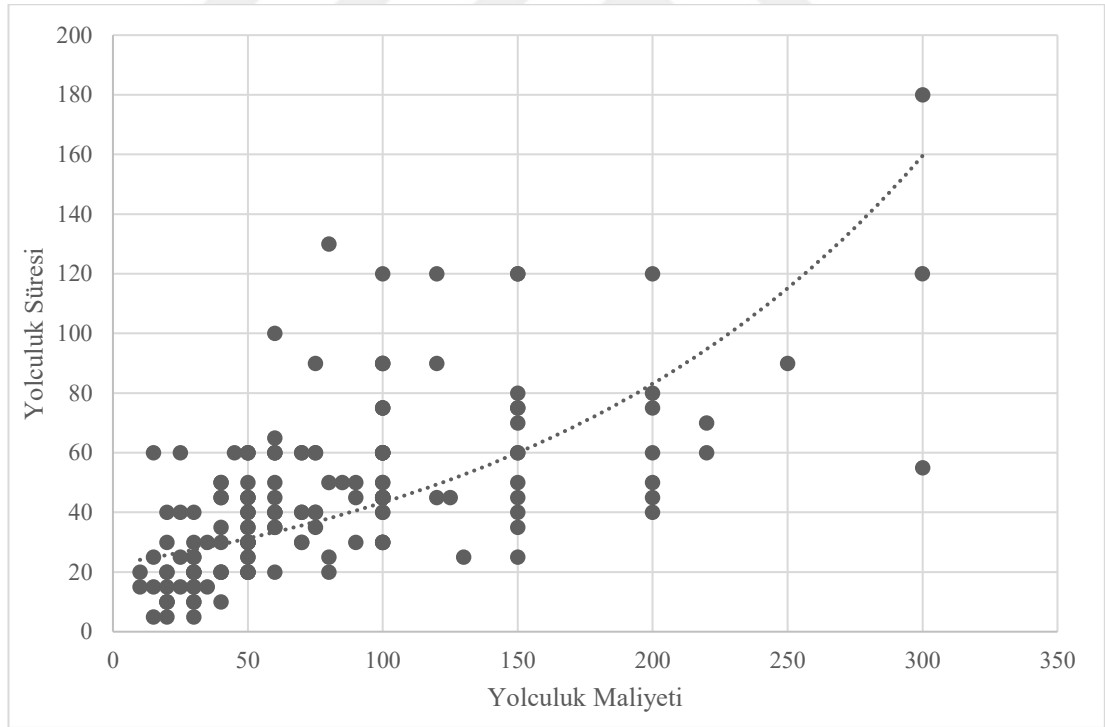
Bireylerin ev-iş yolculuklarındaki tek yön yolculuk maliyetinin dağılımı Çizelge 5.5’te gösterilmektedir. Maliyetler de 50 TL aralıklarla sınıflandırılmıştır. Buna göre, katılımcıların %42,33’ünün ev-iş yolculuklarındaki tek yön yolculuk maliyeti 0-50 TL arasındadır. Ayrıca çizelgede, her bir yolculuk maliyeti sınıfının ortalama yolculuk süresi de verilmiştir.

Çizelge 5.5 : Özel otomobil ile yapılan ev-iş yolculuklarının tek yön için maliyete göre dağılımı ve maliyet sınıflarının ortalama süreleri.

Tek Yön Yolculuk Maliyeti (TL)	Katılımcı Sayısı	%	Ortalama Yolculuk Süresi (Dakika)
0-50	69	42,33	28,84
51-100	63	38,65	52,62
101-150	18	11,04	65,56
151-200	7	4,29	67,14
200 üzeri	6	3,68	95,83
Toplam	163	100,00	46,20

Çizelge 5.4 ve 5.5 beraber değerlendirildiğinde, beklendiği gibi, yolculuk süresi ile maliyetinin birlikte değiştiği görülmektedir.

Şekil 5.1’de katılımcıların yolculuk maliyeti ve yolculuk süresi arasındaki ilişki gösterilmektedir. Şekil 5.1’e göre, yolculuk süresi ile maliyet arasında eğrisel formu izleyen bir artış ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre, yolculuk süresi arttıkça yolculuk maliyetinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 5.1 : Katılımcıların yolculuk sürelerinin, yolculuk maliyetlerine göre dağılımı.

Anketin son bölümünde, katılımcılara tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması hakkında sorular sorulmuştur. İstanbul'un merkezi bölgelerinde (Maslak, Beşiktaş, Eminönü, Kadıköy, Üsküdar gibi) hafta içi ve trafiğin en yoğun olduğu saatlerde, uygulama için

belirlenen bölgeleri kullanan otomobil sürücülerinden, o bölgeleri kullanmaları karşılığında belirli bir fiyat alınması durumunda; ev-iş yolculuklarında en fazla kaç liraya kadar fiyat ödemeye razı olacakları sorulmuştur. Aylık hane halkı gelir aralıklarının belirlenmesine benzer şekilde, anket için belirlenen fiyatlar, 2021 ve 2022 yıllarındaki İSPARK ücretleri ile orantılı olarak seçilmiştir. 2022 yılının başında İSPARK fiyatı 6 TL iken, en yüksek İSPARK otopark fiyatı 70 TL'dir. 2022 sonunda ise en düşük İSPARK fiyatı 20 TL, en yüksek fiyat ise 110 TL olmuştur (İSPARK, 2023).

Çizelge 5.6'da katılımcıların ödemeye razı oldukları fiyata göre dağılımı gösterilmiştir. Fiyat seçimleri 10 TL'den başlatılmıştır. 20 TL'den fazla fiyat ödemek isteyenler, 20 TL ve üzeri ödemeye razı olurum ya da her koşulda özel otomobil kullanırım seçeneklerinden birini seçmiştir. Fiyat aralıklarındaki dağılımlar ise, 10-15 TL ve 16-20 TL olarak sınıflandırılmıştır. Çizelge 5.7'de ise, razı olunan fiyat tutarı, gelir gruplarına göre sınıflandırılarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.6'ya göre, 64 birey, hiçbir fiyat ödemeye razı olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların %70,78'i uygulamaya bir fiyat ödemeye razı olurken, en çok seçilen fiyat, %24,20 oranı 10-15 TL aralığı içindir.

Çizelge 5.6 : Katılımcıların tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasına razı oldukları fiyatlara göre dağılım.

Tıkanıklık Fiyatlandırması Fiyat Aralıkları*	Katılımcı Sayısı	%	Ödemeye Razı Olanların Dağılımı(%)
Hiçbir koşulda ödemeye razı olmayan	64	29,22	-
10-15 TL ödemeye razı olan	53	24,20	34,19
16-20 TL ödemeye razı olan	25	11,42	16,13
20 TL üzeri ödemeye razı olan	37	16,89	23,87
Her koşulda özel otomobil kullanan	40	18,26	25,81

*Anketin hazırlandığı dönem için 1 dolar ortalama 14,70 TL'dir.

Çizelge 5.7 : Fiyat aralıklarının gelir sınıflarına göre dağılımı(%).

Tıkanıklık Fiyatlandırması Fiyat Aralıkları	0-8.000 TL	8.000- 12.000 TL	12.000- 16.000 TL	16.000- 20.000 TL	20.000 TL ve üzeri
Hiçbir koşulda ödemeye razı olmayan	9,38	10,94	14,06	20,31	45,31
10-15 TL ödemeye razı olan	7,55	11,32	15,09	16,98	49,06
16-20 TL ödemeye razı olan	4	20	16	20	40
20 TL üzeri ödemeye razı olan	2,7	10,81	16,22	10,81	59,46
Her koşulda özel otomobil kullanan	2,5	12,5	7,5	22,5	55

Yüzdelere satıra göredir.

Çizelge 5.7’de verilen fiyat aralıklarının gelir sınıflarına göre yüzdelik dağılımına bakıldığında, ödemeye razı olunan her aralık için en yüksek oran, 20.000 TL ve üzerinde bir gelire sahip olan katılımcılarına aittir. Buradan hareketle, bireylerin gelir seviyeleri arttıkça, ödemeye razı olma eğilimlerinin de arttığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, fiyat ödemeyi kabul etmeyen katılımcıların %45,31’i 20.000 TL ve üzeri aylık geliri olan bireylerdir. Birbiriyle çelişen bu iki sonuç, ödemeye razı olunan tutar açısından tek etkinin gelir olmadığının bir göstergesidir.

Çizelge 5.6’dan görülebildiği üzere, tıkanıklık fiyatlandırmasında razı olunan fiyat sorusunda, 40 katılımcı fiyat ne olursa olsun her koşulda özel otomobil kullanmaya razı oldukları tutardan sürdüreceklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle, 40 katılımcıya, fiyatın fazla olması durumunda, seçecekleri ulaşım türü sorusu sorulmamıştır. Geri kalan 179 katılımcının, eşik fiyatın aşılması durumunda seçecekleri ulaşım türlerine ait dağılım Çizelge 5.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.8 : Katılımcıların razı oldukları fiyatın fazla olması durumunda tercih edecekleri ulaşımaya göre dağılım.

Ulaşım Seçenekleri	Katılımcı Sayısı	%
Toplu taşıma kullanan	92	51,40
Bir bölgeye kadar araç ile gidip, sonrasında toplu taşımayı tercih eden	61	34,08
Bisiklet, elektrikli skuter gibi ulaşım seçeneklerini tercih eden	9	5,03
Özel otomobil kullanan*	2	1,12
Yaya giden	4	2,23
Bu uygulamanın olması durumunda kesinlikle özel otomobil tercih etmeyen**	11	6,15

*Çizelgedeki bireyler, tıkanıklık fiyatlandırması sorusuna her koşulda özel otomobil kullanım seçeneğini seçen bireyler değildir.

**Tür belirtmeyip yalnızca özel taşıt kullanmayacaklarını belirtmişlerdir.

Bireylerin eşik fiyat değerlerinin aşıldığı durumda seçecekleri ulaşım türleri incelendiğinde, bisiklet veya elektrikli skuter, özel otomobil, park et devam et, toplu taşıma, yaya vb. tür seçimlerinin belirtilmesinin yanı sıra, bazı bireylerin yalnızca özel otomobil seçmeyeceklerini belirttiği görülmektedir. Çizelge 5.8'e göre, katılımcıların yarısından fazlası (%51,40) toplu taşıma olmak üzere, farklı ulaşım türlerine yönelecekleri görülmektedir.

Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10'da katılımcıların ev ve iş konumlarının en yoğun olduğu beş ilçe sunulmaktadır.

Çizelge 5.9 : Katılımcıların ev-iş yolculuklarındaki başlangıç konumlarına göre ilk 5 ilçe.

İlçe	Katılımcı Sayısı	%
Küçükçekmece	50	22,83
Başakşehir	16	7,31
Maltepe	14	6,39
Beşiktaş	12	5,48
Üsküdar	12	5,48

Yüzdeleer tüm katılımcılara göredir

Çizelge 5.10 : Katılımcıların ev-iş yolculuklarındaki bitiş konumlarına göre ilk 5 ilçe.

İlçe	Katılımcı Sayısı	%
Bakırköy	56	25,57
Arnavutköy	15	6,85
Bahçelievler	14	6,39
Beşiktaş	12	5,48
Üsküdar	11	5,02

Yüzdelere tüm katılımcılara göre

Katılımcıların başlangıç konumlarına bakıldığında, en yoğun olan ilçe Küçükçekmece olurken, iş yerleri konumlarına bakıldığında, en yoğun ilçe Bakırköy olmuştur.

5.2 Anket Verilerinin Değerlendirilmesi

Anket kapsamında, tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasına “her koşulda özel otomobil kullanırım” seçeneğini seçmeyen 179 bireye, ev-iş yolculuklarında tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasında, ödemeye razı oldukları fiyatın aşılması durumunda tür seçimlerinin ne olacağının sorulduğu daha önce belirtilmiştir.

İstanbul’da yaşayan, ev-iş yolculuğu yapan, en az üniversite mezunu ve hanesinde en az bir özel otomobil bulunan bireylerin fiyatlandırma konusundaki eğilimlerini ayrıntılı olarak değerlendirmek amacıyla, mevcut kullandıkları ulaşım türleri, razı oldukları fiyat ve ödemeye razı oldukları fiyatın aşılması durumundaki seçimleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Burada, bireylerin kullandıkları ulaşım türleri, bisiklet veya elektrikli skuter, toplu taşıma, özel otomobil, özel otomobil ve toplu taşıma ile yaya olarak 5 grupta sınıflandırılmıştır. Her koşulda özel otomobil kullanmayı seçen 40 birey bu çalışmaya eklenmemiştir. Bu değerlendirme, özellikle ve temel olarak, yolculuklarının bir kısmında veya tamamında özel otomobil kullanan bireyler açısından önemlidir. Buradan hareketle, yolculuklarını yalnızca özel otomobil ile özel otomobil ve toplu taşıma kullanan 88 bireye yönelik ayrıntılı incelemeler yapılması uygun görülmüştür. Söz konusu 88 bireyin, tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasında kendileri için sınır olarak belirledikleri fiyatın aşılması durumunda seçecekleri ulaşım türleri dağılımı Çizelge 5.11’de sunulmaktadır.

Mevcut durumda ev-iş yolculuklarında yalnızca özel otomobil kullanan bireylerin %66,10’u uygulamanın hayata geçmesi karşılığında fiyat ödemeye razıdır. Yalnızca özel otomobil kullanan bireylerin, tıkanıklık fiyatlandırılmasının uygulanması

durumunda tür değişimi yapma seçimlerine bakıldığında, %44,07'sinin bir bölgeye kadar özel otomobil kullandıktan sonra toplu taşımaya aktarma yapacağını, yakın bir oranla %42,37'sinin ise toplu taşımayı kullanacağını belirttiği görölmektedir. Özel otomobil yerine kullanacaklarını söyledikleri türlerin başında %50,00 ile toplu taşıma yer almaktadır. Özellikle özel otomobil kullanıp, fiyat ödemeye razı olmayan bireylerin, uygulamanın hayata geçmesi durumunda en yüksek oranla toplu taşıma türlerine yönelmelerinin önemli olduğu düşünölmektedir. Bu sonuç, tıkanıklık fiyatlandırması ile bireyleri özel otomobilden uzaklaştırıp, toplu taşımaya yönlendirmenin olası olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 5.11'de, ev-iş yolculuklarında hem özel otomobil hem toplu taşımayı kullanan bireylerin, tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasında kendileri için sınır olarak belirledikleri fiyatın aşılması durumunda tercih edilecek ulaşım türleri de gösterilmektedir. Bu bireylerin %68,97'si uygulamanın hayata geçmesi karşılığında fiyat ödemeye razıdır. Mevcutta özel otomobil ve toplu taşıma kullanan bireylerin %51,72'i bir bölgeye kadar özel otomobil kullandıktan sonra toplu taşımaya aktarma yapmayı, %41,38'i ise birey toplu taşımayı tercih etmiştir. 29 birey arasında yalnızca 1 birey özel otomobil kullanımına devam edeceğini belirtmiştir. Fiyat ödemeye razı olmayan 9 bireyin %66,67'si ise ulaşımalarında bir noktaya vardıldıktan sonra özel otomobilden vazgeçip, toplu taşıma türleri ile yolculuğu sürdürmeyi tercih edeceklerini belirtmiştir. Bunlara göre, mevcutta özel taşıtlarıyla yolculuk yapan bireylerin çok büyük bir kısmının, diğer ulaşım türlerine yöneleceği ve trafiğe çıkacak özel otomobil sayısının azalmasının olası olduğu görölmektedir. Ev-iş yolculuklarının bir kısmında veya tamamında özel otomobil kullanan bireyler arasında fiyat ödemeye razı olanların sayısının fazla olması, hayata geçirilmesi durumunda, fiyatlandırmanın destek görebileceğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

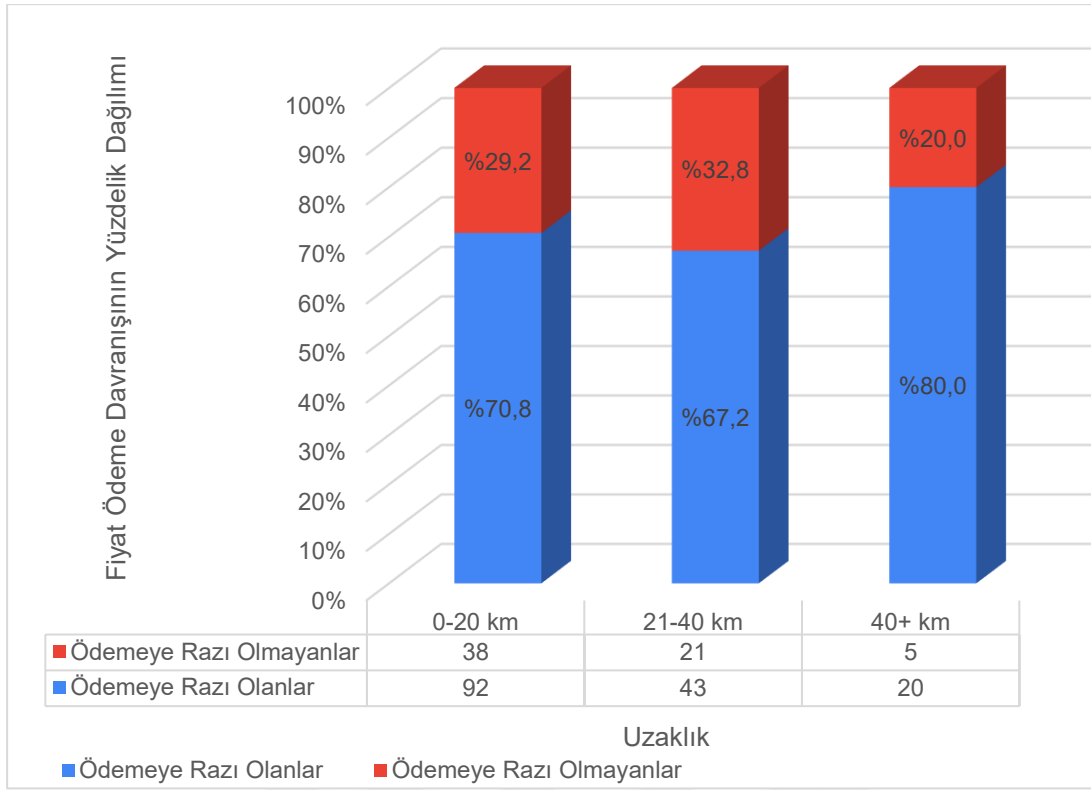
Çizelge 5.11 : Mevcut ulaşım türü, ödemeye razı olunan fiyat ve seçilen ulaşım türleri. (yüzdeler parantez içinde verilmiştir.)

Mevcut Ulaşım Türleri	Seçilen Ulaşım Türü						Toplam**
	Bisiklet, Elektrikli Skuter	Özel Otomobil	Özel Otomobil Tercih Etmem	Bir Bölgeye Kadar Özel Otomobil ile Gidip Toplu Taşımaya Aktarma	Toplu Taşıma	Yaya	
Fiyat Ödemeye Razı Olanlar	1 (%2,56)	1 (%2,56)	1 (%2,56)	19 (%48,72)	15 (%38,46)	2 (%5,13)	39 (%66,10)
Özel Otomobil* Fiyat Ödemeye Razı Olmayanlar	1 (%5,00)	0 (%0,00)	2 (%10,00)	7 (%35,00)	10 (%50,00)	0 (%0,00)	20 (%33,90)
Toplam	2 (%3,39)	1 (%1,69)	3 (%5,08)	26 (%44,07)	25 (%42,37)	2 (%3,39)	59 (%100,00)
Özel Otomobil* Fiyat Ödemeye Razı Olanlar	-	0 (%0,00)	0 (%0,00)	9 (%45,00)	11 (%55,00)	-	20 (%68,97)
Özel Otomobil* ve Toplu Taşıma Fiyat Ödemeye Razı Olmayanlar	-	1 (%11,11)	1 (%11,11)	6 (%66,67)	1 (%11,11)	-	9 (%31,03)
Toplam	-	1 (%3,45)	1 (%3,45)	15 (%51,72)	12 (%41,38)	-	29 (%100,00)

*Yüzdeler satıra göre dir.

**Yüzdeler her bir mevcut ulaşım türünün toplamına göre olup, her mevcut ulaşım türü için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Anket katılımcıların ev ve iş yerlerinin bulunduğu ilçeler değerlendirilerek, bireylerin yolculuklarında kat ettikleri uzaklık ve ödeme davranışları arasındaki ilişki incelenmiştir. Veri kapsamında yalnızca ilçe adlarının yer alması ve açık adres bilgilerinin bulunmaması nedeniyle yolculuk uzaklıklarını belirlemek için Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından çevrim içi olarak sunulan ilçeler arası uzaklık veri tabanından yararlanılmıştır (Url-14). Yolculuk uzaklığı ile ödemeye razı olma arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla elde edilen uzaklık bilgileri 0-20 km, 21-40 km ve 40 km'den fazla olmak üzere üç sınıfta değerlendirilmiştir. Şekil 5.2'de tıkanıklık fiyatını ödemeye razı olan ve olmayan bireylerin, belirtilen sınıflara düşen sayı ve yüzdeleri gösterilmektedir.



Şekil 5.2 : Razı olunan fiyattaki katılımcı sayısının ev-iş yolculukları uzaklığına göre dağılımı.

Şekilde verilen tüm uzaklık sınıflarında, ödemeye razı olma sayıları, olmayanların sayılarından daha fazladır. Bu durum, bireylerin tıkanıklık fiyatlandırmasına sıcak baktıklarını ve uygulamanın hayata geçmesi durumunda belirli bir fiyat ödemeye razı olduklarını göstermektedir.

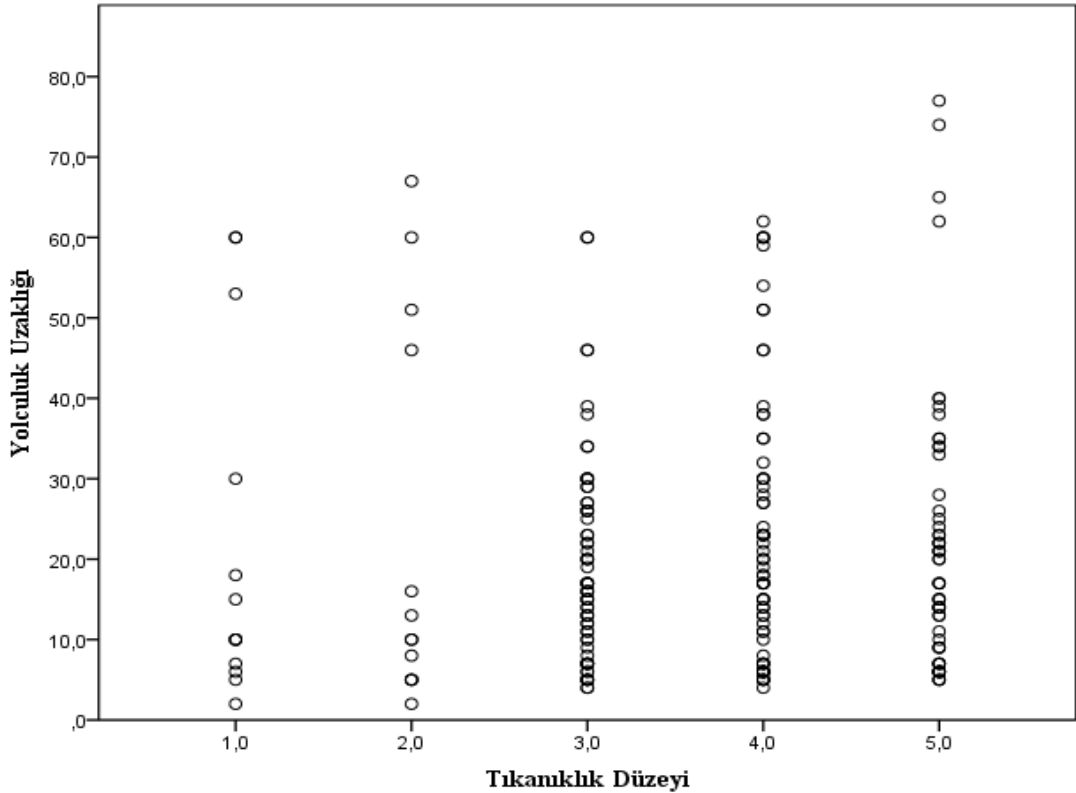
Uzaklık sınıfları incelendiğinde, ödemeye razı olan bireylerin en yüksek oranla 40 km ve üzeri uzaklıklarda yolculuk yaptığı gözlenmiştir. Buna karşılık, ödemeye razı olmayan bireylerin sayıları, 0-20 km ve 21-40 km sınıflarında benzer yüzdelerde seyretmiştir. Her ne kadar 0-20 km ve 21-40 km sınıflarında kullanıcı davranışlarının yüzdeler dağılımları birbirine yakın olsa da, 40 km ve üzeri uzaklıklarda yolculuk yapan bireylerin çoğunluğunun tıkanıklık fiyatlandırmasına ödeme yapmaya razı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yolculuk uzaklığı arttıkça, bireylerin trafikte geçirdiği sürenin de artacağı göz önüne alındığında, bu bireylerin trafikte geçirdikleri süreyi ve yaşadıkları tıkanıklığı azaltmak amacıyla fiyat ödemeye razı olma olasılıklarının artacağı öngörülebilir. Sonuç olarak, yolculuk uzaklığı ile ödemeye razı olma olasılığı arasında doğru orantılı

bir ilişki olduğu, bireylerin yolculuk uzaklığı arttıkça, ödemeye razı olma eğilimleri de arttığı görülmektedir.

Şekil 5.3'teki tıkanıklık düzeyleri ve yolculuk uzaklığı arasındaki ilişki incelendiğinde, yolculuk uzaklığı arttıkça trafik tıkanıklığı düzeyi algısının da daha olumsuz yöne gittiği görülmektedir. Her bir tıkanıklık düzeyinin dağılım grafiği incelendiğinde, katılımcıların çoğunluğu 3, 4 ve 5 düzeylerini seçtikleri görülmektedir. Bunun yanı sıra, 1. ve 2. düzeyi seçen katılımcıların dağılımı gözlemlendiğinde, yolculuk uzaklığı fazla olan katılımcıların tıkanıklık düzeyi dağılımları da diğer düzeylerin dağılımlarına benzerdir.

Her bir tıkanıklık düzeyi için ortalama yolculuk uzaklığı incelendiğinde, 1 puan veren katılımcıların ortalama yolculuk uzaklığı 22 km, 2 puan veren katılımcıların ortalama yolculuk uzaklığı 22,9 km, 3 puan veren katılımcıların ortalama yolculuk uzaklığı 19,1 km, 4 puan veren katılımcıların ortalama yolculuk uzaklığı 22,9 km ve 5 puan veren katılımcıların ortalama yolculuk uzaklığı 21,6 km olduğu görülmüştür. Bütün bu nedenlerle, ev-iş yolculukları sırasında algılanan trafik tıkanıklığı düzeyi ile ev-iş yolculuk uzakları arasında kayda değer bir ilişki olmadığı görülmektedir.



Şekil 5.3 : Ev-iş yolculuk uzaklarının ev-iş yolculukları sırasında algıladıkları trafik tıkanıklığı düzeyine göre dağılımı.

Anket katılımcılarının ev-iş yolculukları sırasında algıladıkları trafik tıkanıklığı düzeyi ile ev-iş yolculuk uzakları arasındaki ilişki Spearman korelasyonu ile de incelenmiştir. Korelasyon yöntemleri arasında en yaygını Pearson korelasyonudur. Pearson korelasyonu değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmek için sürekli ve normal dağılımı kullanmaktadır. Bunun yanı sıra, Spearman korelasyonu, sıralı veriler arasındaki monoton ilişkiyi ölçen bir istatistiksel yöntemidir. Pearson korelasyonu, verilerin doğrusal ilişkilerini incelerken, Spearman korelasyonu verilerin sıralı olduğu veya doğrusal bir ilişkiye sahip olmadığı durumlarda seçilmektedir (Ali Abd Al-Hameed, 2022). Değişkenlerin sıralı olduğu, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı, ancak bir monoton ilişki olduğu durumlarda veya ölçümlerin ardışık olamayabileceği, ancak sıralı olduğu durumlarda Spearman korelasyonu kullanılmaktadır. Çözümleme sonucunda elde edilen R^2 değeri 0,0052 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, iki değişken arasındaki sıralama ilişkisini anlamada oldukça düşük bir açıklayıcılık olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, katılımcıların tıkanıklık düzeyleri algıları ile yolculuk uzaklıkları arasında çok düşük bir ilişki olduğu elde edilmiştir.

İstanbul'da yaka geçişinin trafik tıkanıklığı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kentin iki yakası arasında seyahat eden kişi sayısının fazla olması, yaka geçişlerinde kullanılan yolların ve köprülerin yoğun saatlerde aşırı trafik yüküne maruz kalmasına yol açmaktadır. Bu durum yalnızca köprülerde değil, her iki yakanın giriş ve çıkış yollarında da trafik tıkanıklığına neden olmaktadır. Bu nedenle, bireylerin ev ve iş yerleri arasındaki uzaklıklar hesaplanırken yaka geçişi yapma durumu da dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, oluşturulan modelde yaka geçişinin bireylerin fiyat ödeme tercihleri üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

6. MODELLEME YÖNTEMİ VE MODEL ÇIKTILARI

Bu çalışmada, İstanbul’da yaşayan ve zirve saatlerde ev-iş yolculuğu yapan, üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip ve hanesinde en az 1 özel otomobili bulunan bireylerin, zirve saatlerde tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması durumunda eğimleri, lojistik regresyon kullanılarak modellenmiş ve incelenmiştir. Oluşturulan modelde, 219 bireyin katıldığı bir çevrim içi anketin verilerinden yararlanılmıştır. Anket yanıtlarından elde edilen verilerin daha kapsamlı incelenmesi için değişkenler farklı kısımlar altında ele alınmıştır. Elde edilen modeller ile bireylerin seçimleri üzerinde etkili olan ögeler incelenerek sonuçlar yorumlanmıştır.

6.1 Model Yöntemi

Regresyon, bir veya birden fazla değişkene bağlı bir değişkenin değerini öngörmek için kullanılan istatistiksel bir süreçtir. Regresyon çözümlemesi, bağımlı ve bağımsız değişken ya da değişkenler arasındaki temel ilişkiyi açıklayan bir yöntemdir. Bu çözümleme, doğrusal ve doğrusal olmayan (lojistik) regresyon çözümleme modellerinden oluşmaktadır (Guido, Winters, 2014).

Lojistik regresyon çözümlemesi, bağımlı değişkenlerin yalnızca iki sonucunun (evet/hayır, etkili/etkisiz, başarılı/başarısız vb.) olduğu durumlarda, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin açıklanması için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. İkili bağımlı değişkenin küçük değeri 0, büyük değeri ise 1’dir. Bağımsız değişkenlerin değeri doğrusal regresyon çözümlemesinde sonsuz iken, lojistik regresyon çözümlemesinde 0 ve 1 aralığında öngörülmektedir. Bu çözümleme yönteminde, bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenin gerçekleşme olasılığı üzerindeki etkileri tespit edilir (Walker, 1996). Lojistik regresyon çözümlemesi, değişkenlerin sahip olduğu özelliklere göre, lojistik regresyon, sıralı lojistik regresyon ve çok terimli lojistik regresyon çözümlemesi olmak üzere genel olarak üç farklı çözümleme yönteminden uygun olanı ile yapılmaktadır (Pampl, 2020).

Lojistik regresyonun dayandığı temel kavramlardan birisi olan odds, bir olayın gerçekleşme ve gerçekleşmeme olasılıklarının oranını veren bir büyüklüktür (6.1). Odds Oranı ya da olasılık oranı ise olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranını göstermektedir. Odds oranı bağımsız değişkenlerin bağımlı

değişken üzerindeki etkisini belirlemede kullanılan önemli bir ölçüttür (6.2) (Hosmer, Lemeshow ve Sturdivant, 2013).

$$Odss(olayın gerçekleşme olasılığı) = \frac{p(olayın gerçekleşme olasılığı)}{1-p(olayın gerçekleşme olasılığı)} \quad (6.1)$$

$$Odss Oranı = \frac{p(olayın gerçekleşme olasılığı)}{p(olayın gerçekleşmeme olasılığı)} \quad (6.2)$$

6.2 İkili (Binary) Lojistik Regresyon Çözümlemesi

İkili lojistik regresyon çözümlemesi, bağımlı değişkenin iki seçeneği olduğu (evet/hayır, olumlu/olumsuz vb.) ve bağımsız değişkenin bir veya birden fazla olduğu durumlarda kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, bağımsız değişken/değişkenler ile bağımlı değişkenin sınıfları arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Bağımlı değişken 0 ve 1 değerlerini almaktadır. Genellikle gerçekleşme durumuna 1, gerçekleşmeme durumuna 0 etiketi verilmektedir. İkili lojistik regresyon çözümlemesinde bağımlı değişken kategorilerinin olasılıklarının kestirilmesi amaçlanmaktadır (6.3).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + \epsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6.3)$$

Y : Bağımlı değişken

X : Bağımsız değişken

β_0 : Sabit terim

$\beta_{i, \dots, n}$: Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayıları

ϵ_i : Hata terimi

Doğrusal regresyon varsayımlarından türetilcek rastgele hata teriminin öngörülen değerinin 0 olduğu durum, Denklem 6.4'te gösterilmektedir.

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (6.4)$$

Lojistik regresyon çözümlemesinde, olayın gerçekleşme olasılığı $P(Y_i=1)$, gerçekleşmeme olasılığı ise $P(Y_i=0) = 1 - P(Y_i)$ olarak tanımlanan Denklem 6.5'te sunulmaktadır.

$$E(Y_i) = 1 \cdot P(Y_i) + 0 \cdot (1 - P(Y_i)) = P(Y_i) \quad (6.5)$$

Ancak bu doğrusal model, olasılıkların öngörülebilmesi için uygun bir model değildir. Olasılıkların 0 ile 1 arasında kalması için doğrusal regresyonda lojit dönüşüm

yapılarak, Denklem 6.6'da sunulduğu şekilde doğrusallaştırılır ve lojistik regresyon modeli elde edilir. Olasılıkları logaritmik bir şekilde dönüştürerek, bağımsız değişkenlerle ilişkili bir doğrusal model oluşturmak amaçlanır (Freund, Wilson, 1998).

$$g(x) = \ln \left(\frac{P(Y)}{1-P(Y)} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (6.6)$$

Lojit fonksiyonu, bir olasılığı, bağımsız değişkenlerin doğrusal birleşimi olarak ifade eder. Olayın gerçekleşme olasılığı Denklem 6.7'de gösterilmektedir (Dielman, 2001).

$$P(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2}} \quad (6.7)$$

6.3 Katsayıların Kestirimi

İkili lojistik regresyon modelinde, katsayıların kestirimi için en büyük olabilirlik yöntemi (maximum likelihood) kullanılmaktadır. Bu yöntem, modelin gözlemlenen verileri en iyi şekilde açıklamasını sağlar. (Denklem 6.8)

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^N P_n(i)^{Y_{ni}} P_n(j)^{Y_{nj}} \quad (6.8)$$

$P_n(i)$ = n bireyinin i'yi tercih etme olasılığı

$P_n(j)$ = n bireyinin j'yi tercih etme olasılığı

Y_{ni} = n bireyi i'yi tercih ederse = 1; n bireyi j'yi tercih ederse = 0

Y_{nj} = n bireyi j'yi tercih ederse = 1; n bireyi i'yi tercih ederse = 0

Çoğu zaman Denklem 6.8 yerine, bu denklemin logaritması alınmış Denklem 6.9 kullanılarak, log-olabilirlik fonksiyonu elde edilmiş olur (Ben-Akiva & Lerman, 1985). Katsayı kestirimi yapıldıktan sonra modeldeki değişkenlerin başarımı sınanır.

$$LL(\beta) = \sum_{n=1}^N [y_{ni} \cdot \ln P_n(i) + y_{nj} \cdot \ln P_n(j)] \quad (6.9)$$

6.4 Model Başarımının Sınanması

Lojistik regresyon modelinin başarımının sınanması için çeşitli testler uygulanmaktadır:

- Katsayıların işaretlerinin incelenmesi yönteminde, katsayıların işaretlerinin seçilme olasılığına artı ya da eksi etkileri incelenmektedir. Değişkenin katsayısının işaretinin artı olması durumunda değişken, faydaya olumlu bir

katkı sağlar. Dolayısıyla, seçeneğin seçilme olasılığını da artırır. Bunun yanı sıra, değişkenin katsayısının işaretinin eksi olması durumunda değişken, faydaya olumsuz bir katkı sağlar ve seçeneğin seçilme olasılığını azaltır. Model başarımının sınanmasında, kestirimi yapılan katsayı işaretlerinin beklendiği gibi olup olmaması, dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır. Elde edilen katsayı değerleri, öngörülen durumla çelişiyorsa, söz konusu değişkenin fayda fonksiyonundaki diğer değişkenlerle olan ilişkisinin yeniden incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisi incelenerek, fayda fonksiyonunda, aralarındaki ilişkinin düşük olduğu değişkenler seçilmelidir. Böylelikle, daha doğru bir model öngörüsü sağlanır.

- Wald testi, her bir bağımsız değişkenin katsayısının model için istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirmektedir. Modele katılan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek açısından önemli bir değerlendirme aracıdır. Wald istatistiği, bağımsız değişkenlerin katsayılarının geçerliliğinin değerlendiren bir ölçüttür. Bu istatistik genellikle standart normal dağılıma (Z Dağılımı) göre incelenmektedir. Wald değeri, %95 anlamlılık düzeyinde -1,960 ile +1,960 aralığı dışında, % 90 anlamlılık düzeyinde -1,645 ile +1,645 aralığının dışında ise, yapılan öngörü istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmektedir (Hoswer vd., 2013). Bağımsız değişkenin katsayısının, bu katsayının standart hatasına oranı Wald istatistiğinin elde edilmesini sağlar (6.10).

$$W = \frac{\beta}{SE(\beta)} \quad (6.10)$$

$SE(\beta)$: Standart hata

β = Kestirimi yapılan katsayı

W = Wald istatistiği

- Hosmer-Lemeshow testi, modelin gözlemlenen verilerle uyumunu değerlendirerek, iyi bir model olup olmaması hakkında bilgi vermektedir. Hosmer-Lemeshow testinden elde edilen “sig.” değerinin 0,05 ten büyük olması, modelin gözlemlenen verilerle uyumlu olduğunu ve geçerli bir model olduğunu temsil eder. (6.11)

$$\chi^2 = \sum_{g=1}^G \frac{(O_g - E_g)^2}{E_g(1 - E_g)} \quad (6.11)$$

G : grupların sayısı

O_g : her bir grup için gözlemlenen artı olayların sayısı

E_g : her bir grup için model tarafından kestirilen artı olayların sayısı

χ^2 : ki-kare test istatistiği

- Cox-Snell R^2 ile Nagelkerke R^2 değerleri ise modelin açıklama gücünü ölçmek için kullanılmaktadır. Cox-Snell R^2 değeri modelin veriyi ne kadar iyi açıkladığını ölçer. Cox-Snell R^2 değeri sıfıra yaklaştıkça bağımlı değişkenin varyansını iyi açıklamadığını temsil ederken 1'e yaklaştıkça, iyi açıkladığını gösterir. Ancak elde edilen değer hiçbir zaman 1 olamaz.
- Nagelkerke R^2 değeri ise Cox-Snell R^2 değerine benzer şekilde, modelin açıklama gücünü ölçme konusunda yardımcı olur. Bu değer, Cox ve Snell R^2 'nin 1'e ulaşmaması nedeniyle, düzeltilmiş bir değer olup, 0 ile 1 arasında bir değere sahiptir. Nagelkerke R^2 değeri, 1'e yaklaştıkça, modelin bağımlı değişken üzerindeki değişkenliğinin açıklayıcılığı artmaktadır. 0'a yakın olması ise modelin açıklayıcılığının düşük olduğu anlamına gelir. (6.12) (Hosmer, Lemeshow, 2000)

$$R_{Cox-Snell}^2 = 1 - \left(\frac{L_0}{L_m} \right)^{\frac{2}{n}} \quad (6.12)$$

L_0 : yalnızca sabit terim içeren modelin en yüksek olasılık değeri

L_m : tüm bağımsız değişkenleri içeren modelin en yüksek olasılık değeri

n : gözlem sayısı

- Modelin geçerliliğinin test edilmesi için ise -2LL testi kullanılmaktadır. Bir başka deyişle, oluşturulan modelin, seçilen bir referans modele göre üstünlüğü bu test ile değerlendirilir. Bu yöntemde, öngörülen modelin log-olabilirlik değeri, referans alınan modelin değeri ile karşılaştırılmaktadır. Bu referans model, yalnızca sabit terimleri bulunan veya hiçbir terimin yer almadığı bir model olabilir. Öngörülen ve referans modelin log-olabilirlik değerleri kullanılarak, -2LL değeri Denklem 6.13'te sunulduğu şekilde hesaplanmaktadır.

$$-2LL = -2[LL_{referans} - LL_{model}] \quad (6.13)$$

$LL_{referans}$ = Referans modele ait log-olabilirlik değeri

LL_{model} = Öngörülen modele ait log-olabilirlik değeri

- Öngörülen model ile referans modelin değişken sayıları arasındaki fark hesaplanarak, elde edilen n serbestlik derecesinde, -2LL değeri ile kritik ki-kare (χ^2) değeri ile karşılaştırılır. -2LL değerinin, kritik ki-kare değerinden büyük olması durumunda, öngören modelin referans modelden üstün olduğu ve geçerli bir model olduğu belirlenir (Hensher, & Greene, 2005).
- Bir başka ölçüt olan Sanal R^2 (ρ^2) değeri, lojistik regresyon modelinin uyum iyiliğinin değerlendirilmesi için hesaplanır. ρ^2 değeri Denklem 6.14'te gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Domencich ve McFadden, 1975).

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL_m}{LL_r} \quad (6.14)$$

- ρ^2 değeri, modelin başarımını değerlendirmek amacıyla öngörülen modelin başka bir modelle karşılaştırılması için de kullanılabilir. ρ^2 değeri 1'e yaklaştıkça, modelin veriyi iyi öngörmesi artmaktadır (Koppelman & Bhat, 2006).

6.5 Model Sonuçları

Anket verilerinden yararlanılarak, İstanbul'da yaşayan ve zirve saatlerde ev-iş yolculuğu yapan, üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip ve hanesinde en az bir özel aracı bulunan bireylerin, ödemeye razı oldukları fiyata etki eden ögelerin belirlenmesi amacıyla, lojistik regresyon yaklaşımı kullanılarak, bir kestirim modeli oluşturulmuştur. Modelde, bağımlı değişken, fiyat ödemeye razı olmak ve fiyat ödemeye razı olmamak seçeneklerinden oluşmaktadır. Fiyat ödemeye razı olmama seçeneği modelde referans seçenek olarak alınmıştır.

Modelde kullanılan bağımsız değişkenler Çizelge 6.1'de gösterilmektedir. Modelde, kadın olma, 35 yaş altı olma, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması, hanede birden fazla özel otomobil olması, yaka geçişi yapma, ev-iş yolculuk uzaklığının 0-20 km ve 21-40 km arasında olma, özel otomobili seyrek olarak kullanma ve özel otomobil kullanmama değişkenleri yer almaktadır. Kukla olarak düzenlenen değişkenler

yardımıyla, modeldeki katsayıların işaretleri değerlendirilerek yorumlamalar yapılmıştır.

Çizelge 6.1 : Bağımsız değişkenler.

Değişken Adı	Açıklama
Kadın Olma	1: Kadın olma 0: Erkek olma
35 Yaş Altı Olma	1: 35 yaş altı olma 0: 35 yaş üstü olma
Aylık Hane Halkı Gelirinin Yüksek Olması	1: Aylık hane halkı geliri 20.000 TL ve üzeri olması 0: Aylık hane halkı geliri 20.000 TL altı olması
Hanede Birden Fazla Özel Otomobil Olması	1: Hanede birden fazla özel otomobil olması 0: Hanede 1 özel otomobili olması
Yaka Geçişi Yapma	1: Ev ve iş yerleri farklı yakada olma 0: Ev ve iş yerleri aynı yakada olma
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı 0-20 Km Arası Olması	1: Ev-iş yolculuk uzaklığı 0-20 km arası olması 0: Ev-iş yolculuk uzaklığı 20 km'den fazla olması
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı 21-40 Km Arası Olması	1: Ev-iş yolculuk uzaklığı 21-40 km arası olması 0: Ev-iş yolculuk uzaklığı 0-20 km arası ya da 40 km'den fazla olması
Özel Otomobili Seyrek Olarak Kullanma	1: Ev-iş yolculuklarında özel otomobili 1-3 gün aralıklarında kullanma 0: Ev-iş yolculuklarında özel otomobili 4-5 gün arası kullanması ve hiç kullanmama
Özel Otomobili Kullanmama	1: Ev-iş yolculuklarında hiç özel otomobil kullanmama 0: Ev-iş yolculuklarında özel otomobili kullanma

Kukla değişkenlerin belirlenmesi aşamasında bazı kabullerden yararlanılarak verilerin gruplandırması yapılmıştır:

- Çevrim içi ankette katılımcıların yaş aralıkları onarlı gruplar halinde sorulmuş iken, modelde yaş ölçütü 35 yaş kırılımında değerlendirilmiştir. Literatür incelendiğinde, çeşitli kaynaklarda, yaş grupları ile ilgili farklı değerlendirmeler olduğu görülmektedir. Örneğin, Birleşmiş Milletler Habitat (Youth Fund) genç yaş grubunu 15 ile 32 yaş aralığı olarak belirlemiştir. Bir diğer sınıflandırma ise, Afrika Gençlik Şartı (The African Youth Charter) tarafından yapılmış ve genç yaş grubu 15 ile 35 yaş arası olarak oraya konulmuştur. Bunlara ek olarak, Dünya Sağlık Örgütü 15-24 yaş arasını gençlik, 25-44 yaş arasını yetişkinlik, 45-64 yaş arasını dönemi orta yaş, 65-74

yaş arasını yaşlılık, 75-89 yaş arasını ihtiyarlık ve 90 yaş ve üstünü ise ileri yaşlılık olarak sınıflandırılmıştır (Url-15). Bütün bu çalışmalar ışığında, modeldeki verilerin gruplandırılması yapılırken ortalama değer olarak 35 yaş kırılımı tercih edilmiştir.

- Bölüm 5.1’de de açıklandığı gibi, hane halkı aylık gelir sorusu, 2021 ve 2022 yıllarındaki asgari ücretlerin ortalamaları dikkate alınarak belirlenmiştir. Sorular; veri aralıkları 4.000 TL artışlarla, en yüksek aralık 20.000 TL olacak şekilde düzenlenmiştir. Fakat anketin yapıldığı dönemde günümüze kadar yaşanan ekonomik değişimler ile asgari ücret düzeyinde de büyük değişimler yaşanmıştır. Buna karşın, anketin sürdürüldüğü süre boyunca önceden belirlenen aralıklar değiştirilmemiştir. Asgari ücretin kısa bir zamanda hızlı artışı, bireylerin gelirini arttırmış olsa da bireylerin ödeme davranışlarında büyük değişimler de yapmıştır. Bütün bu nedenlerden dolayı, aylık hane halkı gelir modelde 20.000 TL kırılımında değerlendirilerek, 20.000 TL ve üzeri kazancı olanlar, yüksek gelir grubu olarak seçilmiştir.
- Anket katılımcılarına ev ve iş yerlerinin bulunduğu ilçeler yardımıyla, yaka geçişi yapan ve yapmayan bireylerin ödeme konusundaki yaklaşımları incelenmek istenmiştir.
- Bireylerin veri kapsamında yalnızca ilçe adlarının yer alması ve açık adres bilgilerinin bulunmaması nedeniyle yolculuk uzaklıklarını belirlemek için Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından çevrim içi olarak sunulan ilçeler arası uzaklık veri tabanından yararlanılmıştır. Ev ve iş yerleri arasındaki uzaklıklar değerlendirme çalışmalarında sınıflandırıldığı gibi, ev-iş yolculuk uzaklığı 0-20 km arasında olması, ev-iş yolculuk uzaklığı 21-40 km arasında olması ve ev-iş yolculuk uzaklığı 40 km’nin üzerinde olması olarak üç kırılıma ayrılmıştır.
- Özel otomobil kullanım sıklığı sorusuna verilen yanıtlar ise üç kırılıma ayrılmıştır. Ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanmayanların yanı sıra, haftada 1-2 gün ya da 2-3 gün özel otomobil kullanan katılımcılar sıklık olarak seyrek kullanıma katılırken, haftada 4-5 gün ve haftanın her günü özel otomobil kullanan bireyler ise kullanım sıklığı yüksek olarak gruplandırılmıştır.

Değişkenlerin modellere dahil edilmesinde korelasyon matrislerinden yararlanılmıştır. Değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi birçok farklı şekilde hesaplanmaktadır. Spearman korelasyonu, sıralı veriler arasındaki monoton ilişkiyi ölçen bir istatistiksel yöntemdir. Spearman korelasyonu verilerin sıralı olduğu veya doğrusal bir ilişkiye sahip olmadığı durumlarda seçilmektedir (Ali Abd Al-Hameed, 2022). Ev-iş arası yolculuk uzaklığı ve özel otomobil kullanım sıklığı değişkenlerinin, ikiden fazla düzeyi bulunmaktadır. Bu değişkenler, sıralı değişkenler olmasına bağlı olarak, değişkenler arasındaki ilişki Spearman korelasyonu ile incelenmiştir.

Değişkenler arasındaki güçlü ilişkinin sınır değeri olarak, mutlak değerde 0,50 seçilmiştir. Modelde kullanılacak değişkenler belirlenirken, iki değişken arasındaki ilişki dikkate alınmış olup, mutlak değeri 0,50'den büyük çıkan değişkenler, aynı model içerisinde yer almamıştır.

Çizelge 6.2 : Korelasyon matrisi.

	Kadın Olma	35 Yaş Altı Olma	Aylık Hane Halkı Gelirinin Yüksek Olması	Hanede Birden Fazla Özel Otomobil Olma	Yaka Geçişi Yapma	Ev-İş Yolculuk Uzaklığı	Özel Otomobil Kullanım Sıklığı
Kadın Olma	1,0000						
35 Yaş Altı Olma	0,0567	1,0000					
Aylık Hane Halkı Gelirinin Yüksek Olması	-0,0508	-0,1640	1,0000				
Hanede Birden Fazla Özel Otomobil Olma	0,0827	0,0220	0,1950	1,0000			
Yaka Geçişi Yapma	-0,0146	-0,0261	0,0367	-0,1670	1,0000		
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı	-0,1700	-0,0071	0,1236	-0,0356	0,3010	1,0000	
Özel Otomobil Kullanım Sıklığı	-0,0622	-0,1370	0,1249	0,2590	-0,2080	-0,1052	1,0000

Çizelge 6.2'den görüldüğü üzere, mutlak değerce 0,5 düzeyinden yüksek korelasyon bulunmamaktadır. Ankette katılımcılarından, ev-iş yolculukları sırasında algıladıkları trafik tıkanıklığı düzeyini 1 ile 5 puan aralığında değerlendirmeleri istenmiştir. Daha

önce değinildiği üzere, bu puan sisteminde, 1 trafik tıkanıklığının çok az olduğunu, 5 ise çok yüksek olduğunu göstermektedir. Katılımcıların yaptıkları puanlamalara göre, trafik tıkanıklığı düzeylerinin farklı olduğu 2 model oluşturulmuştur. İlk model, trafik tıkanıklığına 1, 2 ve 3 puan veren ve trafik tıkanıklığını çok az veya orta düzeyde yaşayan katılımcılardan oluşmaktadır. Her bir puan farklı bir seviyeyi temsil etmesine karşın, kentin trafiği düşünüldüğünde, bu katılımcılar, trafik tıkanıklığını az yaşayanlar olarak gruplandırılmıştır. İkinci model ise trafik tıkanıklığına 4 ve 5 puan veren ve trafik tıkanıklığını yüksek düzeyde yaşayan katılımcılardan oluşmaktadır. Bu katılımcılar ise, trafik tıkanıklığını fazla yaşayanlar olarak gruplandırılmıştır. Çizelge 6.3'te model çıktıları verilmiştir.

Çizelge 6.3 : Model çıktıları.

Değişken	Model 1: Tıkanıklığı Az Yaşayanlar		Model 2: Tıkanıklığı Fazla Yaşayanlar	
	Katsayısı	Wald-istatistiği	Katsayısı	Wald-istatistiği
Sabit	4,122	2,695	0,038	0,044
Kadın Olma	0,841	1,373	-0,582	-1,265
35 Yaş Altı Olma	2,469	3,549	1,241	2,585
Aylık Hane Halkı Gelirinin Yüksek Olması	-1,153	-1,926	0,804	1,7
Hanede Birden Fazla Özel Otomobili Olma	-0,568	-0,894	1,573	2,837
Yaka Geçişi Yapma	-0,35	-0,427	0,466	0,802
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı 0-20 Km Arası Olması	-2,778	-2,138	-0,28	-0,355
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı 21-40 Km Arası Olması	-2,511	-1,89	-0,385	-0,486
Özel Otomobili Seyrek Kullanma	-1,725	-2,146	-0,62	-1,202
Özel Otomobil Kullanmama	-2,563	-2,734	-0,713	-1,285
Gözlem Sayısı	94		125	
LL(m) MODEL	-40,479		-66,499	
LL(r) REFERANS	-53,402		-79,094	
-2LL	25,846		25,191	
ρ^2	0,242		0,159	

Not: Wald istatistiğine göre %90 anlamlılık düzeyinde -1,645 ile +1,645 aralığının dışında olan değişkenler koyu olarak gösterilmiştir.

Modelde yer alan kukla değişkenlerin tamamının sıfıra eşit olduğu durumda, bireyler açısından temel grup ortaya çıkar. Bu çalışma tahmin edilen model için bu grup, 35 yaş üstü, aylık hane halkı geliri düşük olan, hanesinde bir özel otomobili olan, yaka geçişi yapmayan, ev-iş yolculuk uzaklığı 40 km'nin üzeri olan ve özel otomobil kullanımını sık olan erkeklerden oluşmaktadır.

Trafik tıkanıklığını yaşamayan 94 bireyden oluşan modelin katsayılarının anlamlılığını test etmek için Wald istatistikleri incelenmiştir. Çizelge 6.3'te bulunan değişkenlerin katsayıları arasında, modelde Wald istatistiğine göre %90 güven aralığında anlamlı olan değerler, 35 yaş altında olması, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması, ev-iş yolculukları uzaklığı 0-20 km arası olması, ev-iş yolculukları uzaklığı 21-40 km arası olması, özel otomobili seyrek kullanma ve özel otomobil kullanmama olmuştur. Aynı çizelgede bulunan değişkenlerin katsayıları arasında Wald istatistiğine göre %90 güven aralığında anlamsız olanlar değişkenler ise kadınlar, hanede birden fazla özel otomobili olanlar ve yaka geçişi yapan bireylerdir.

Model çıktılarına göre, serbestlik derecesi 8 olan modelin, ki-kare tablosunda 0,10 anlamlılık düzeyine karşılık gelen değeri 13,362 olmuştur. Kestirimi yapılan model ve referans modelin log-olabilirlik değerleri yardımıyla belirlenen -2LL değerinin, ki-kare değerinden büyük olması sonucunda, kestirimi yapılan modelin geçerli olduğunu göstermektedir. Bir diğer model çıktısı olan ρ^2 değerinin ise 0,242 olduğu görülmektedir.

Birinci modelin katsayı işaretleri ile ilgili değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

- 35 yaş altı olma değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı artı çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısı incelendiğinde, 35 yaş altında olan ve tıkanıklık yaşamayan katılımcıların, fiyat ödemeye razı olma olasılığı, olmama olasılığına göre daha yüksektir.
- Aylık hane halkı geliri yüksek olma değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı eksi çıkmıştır. Bu değişkenin anlamlı katsayısına bakıldığında, yüksek hane geliri olan bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılıkları, olmama olasılığına göre azalmaktadır. Genellikle, bireylerin gelirleri arttıkça fiyat ödemeye daha eğilimli olacakları düşünüldüğünde, bu modelde elde edilen sonuç beklenmeyen bir durumdur. Öte yandan, bu grubun

trafik tıkanıklığını az veya orta düzeyde algılayan bireylerden oluştuğu düşünüldüğünde, tıkanıklık yaşamamaları nedeniyle, gelir durumları yüksek olsa bile fiyat ödemeye razı olmamaları anlaşılabilir bir durumdur.

- Ev ve iş yerleri arasındaki uzaklıklara göre sınıflandırılan bireyler arasında, 0-20 km uzaklığında yolculuk yapması değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı eksi çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısına bakıldığında, bu uzaklıkta yolculuk yapan bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılıkları, olmama olasılığına göre azalmaktadır. Bu sonuç, ev ve iş yerleri arası uzaklığı kısa olan ve trafik tıkanıklığını az yaşayan bireylerin, fiyat ödemeye razı olmama eğiliminde olduklarını göstermektedir.
- Ev ve iş yerleri arasındaki uzaklıklarına göre sınıflandırılan bireyler arasında, 21-40 km uzaklığında yolculuk yapması değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı eksi çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısına bakıldığında, bu uzaklıkta yolculuk yapan bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılıkları, olmama olasılığına göre azalmaktadır. Bu sonuç, ev ve iş yerleri arasındaki uzaklığı 21-40 km olan ancak trafik tıkanıklığını az yaşayan bireylerin, fiyat ödemeye eğilimli olmadıklarını göstermektedir.

Bu iki bağımsız değişken, aynı kukla değişkenin farklı düzeylerini temsil etmektedir. Referans olarak alınan kukla düzeyi ise ev ve iş yerleri arasındaki uzaklığın 40 km üzerinde yolculuk yapan kullanıcıları kapsamaktadır. Uzaklığa dayalı olarak oluşturulan değişkenler arasındaki katsayılar değerlendirildiğinde, 0-20 km uzaklığında yolculuk yapan bireylerin fayda fonksiyonundaki katsayı değeri daha küçüktür. Bu durum, ev-iş yolculuk uzaklığı daha az olan bireylerin, fiyat ödememeye olan eğilimlerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, modele göre, her iki kukla düzeyinin de katsayılarının eksi çıkması, referans alınan 40 km üzerindeki ev-iş yolculuk uzaklığına sahip bireylerin katsayısının artı olacağını göstermektedir. Bu da, yolculuk uzaklığı fazla olan bireylerin, fiyat ödemeye daha sıcak baktıkları sonucunu ortaya koymaktadır.

- Son değerlendirilen bağımsız değişkenler, kullanım sıklıklarına göre belirlenen değişkenlerdir. İş günlerinde ev-iş yolculuklarında özel otomobili seyrek kullanma değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki

katsayısı eksi çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısı incelendiğinde, ev-iş yolculuklarında özel otomobili seyrek kullanan bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılıkları, olmama olasılığına göre azalmaktadır. Bu sonuç, trafik tıkanıklığı az yaşayanlar ve özel otomobili seyrek kullanan bireylerin, fiyat ödemeye sıcak bakmadıklarını göstermektedir.

- Özel otomobil kullanmama değişken incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı eksi çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısına bakıldığında, ev-iş yolculuklarında özel otomobil kullanmayan bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılıkları, olmama olasılığına göre azalmaktadır. Bu da, bu bireylerin fiyat ödememe eğiliminde olduklarını göstermektedir.

Özel otomobili olan ancak bunu kullanmayan bireylerin, fiyatlandırmaya sıcak bakmaları beklenebilir, çünkü bu uygulama kapsamında yalnızca özel otomobil kullanıcıları bir fiyat ödeyecek, toplu taşıma kullanıcıları ise fiyat ödemeyecektir. Bu durumda, özel otomobil kullanıcılarının fiyatlandırılan yerlere girişlerinin azalmasıyla, özel otomobil kullanmayan bireyler için trafik tıkanıklığı sorununun azalması öngörülmektedir. Ancak model sonuçlarına göre, özel otomobil kullanmayan ve trafik tıkanıklığını az yaşayan bireyler de fiyat ödemeyi tercih etmemektedir.

Aynı durum, özel otomobili seyrek kullananlar için de geçerlidir. Bu bireylerin özel otomobil kullandıkları günlerin sayısının az olması nedeniyle, aylık olarak ödeyecekleri toplam fiyat da yüksek olmayacaktır. Özel otomobil kullandıkları günlerde daha az tıkanık koşullarda yolculuk yapmaları, ödenen toplam fiyatın kabul edilebilir bir düzeyde olduğunu düşündürebilir. Ancak kestirimi yapılan modele göre çıkan sonuçlar, bu bireylerin de ödeme yapmaya çok sıcak bakmadığını göstermektedir.

Özel otomobili seyrek kullananlar ve özel otomobil kullanmayan bireylerin oluşturduğu değişkenler, aynı kukla değişkeninin farklı düzeylerini temsil etmektedir. Referans olarak alınan kukla düzeyi ise özel otomobili sık kullanan bireylerdir. Modele göre, her iki kukla düzeyinin katsayılarının eksi çıkması, referans alınan özel otomobil kullanım sıklığı yüksek bireylerin katsayısının artı olacağını göstermektedir. Bu durum, özel otomobili sık kullanan ve trafik

tıkanıklığını az yaşayan bireylerin, fiyat ödemeye daha sıcak baktığını ortaya koymaktadır.

Bu bölümde değerlendirilen ikinci model, trafik tıkanıklığını fazla yaşayan 125 birey için geliştirilen modeldir. Çizelge 6.3'te verilen değişkenlerin katsayıları arasında, modelde Wald istatistiğine göre %90 güven aralığında anlamlı olan değerler, 35 yaş altında olma, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması ve hanede birden fazla özel otomobil olması olmuştur. Aynı çizelgede bulunan değişkenlerin katsayıları arasında Wald istatistiğine göre %90 güven aralığında anlamsız olanlar değişkenler ise kadın olma, yaka geçişi yapma, ev-iş yolculukları uzaklığı 0-20 km arası olması, ev-iş yolculukları uzaklığı 21-40 km arası olması, özel otomobili seyrek olarak kullanma ve özel otomobil kullanmamadır.

Model çıktılarına göre, serbestlik derecesi 8 olan modelin, ki-kare tablosunda 0,10 anlamlılık düzeyine karşılık gelen değeri 13,362 olmuştur. Bu değer, kestirimi yapılan modelin geçerli olduğunu göstermektedir. ρ^2 değerinin ise 0,159 olduğu görülmektedir.

İkinci modelin katsayı işaretleri ile ilgili değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

- 35 yaş altı olma değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı artı çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısı incelendiğinde, 35 yaş altındaki trafiği çok yaşayan bireylerin fiyat ödemeye razı olma olasılığı, razı olmama olasılığından daha yüksektir. Bu durum, 35 yaş altındaki bireylerin tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasına daha olumlu yaklaştığını göstermektedir.
- Aylık hane halkı geliri yüksek olma değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı artı çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısı incelendiğinde, yüksek hane halkı gelirine sahip bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılığı, razı olmama olasılığından daha yüksektir. Genellikle, bireylerin gelirleri arttıkça fiyat ödemeye yönelik eğilimlerinin de artması beklenir; bu nedenle, modelden elde edilen sonuçlar beklenen bir durumdur. İstanbul'da ev-iş yolculuğu sırasında trafik tıkanıklığını fazla yaşayan ve aylık geliri yüksek olan bireylerin, ev-iş yolculuklarında trafik tıkanıklığı yaşamamak için uygulamaya olumlu baktıklarını ve ödemeye razı oldukları belirlenmiştir.

- Hanede birden fazla özel otomobili olma değişkeni incelendiğinde, bu değişkenin fayda fonksiyonundaki katsayısı artı çıkmıştır. Kestirimi yapılan modele göre, bu değişkenin anlamlı katsayısı incelendiğinde, hanesinde birden fazla özel otomobili bulunan bireylerin, fiyat ödemeye razı olma olasılığı, olmama olasılığından daha yüksektir. Bu durum, hanesinde iki veya daha fazla özel otomobili bulunan bireylerin, fiyat ödemeye daha sıcak baktığını göstermektedir. Hanedeki özel otomobil sayısı arttıkça, bu taşıtların trafiğe katkısı da artar. Dolayısıyla, aynı hanede olumsuz trafik koşulları yaşayan birey sayısı da artar. Bu nedenle, bireylerin trafiği azaltacak uygulamalar için fiyat ödemeye razı olma olasılıklarının artması öngörülebilir.

Model kestirim ve gözlem paylarını karşılaştırmak amacıyla, her bir model verisi için P_i değeri bulunmuştur. Denklem 6.15 kullanılarak ise olasılıksal modelin toplu payları hesaplanmıştır.

$$P_{topl u} = \frac{\sum_{i=1}^n P_n}{n} \quad (6.15)$$

Seçeneklerin toplu paylarının gerçek değerleri ile modelde kestirimi yapılan değerleri Çizelge 6.4’te paylaşılmıştır.

Çizelge 6.4 : Seçeneklerin toplu paylarının gerçek değerleri ile modelde kestirimi yapılan değerleri.

		Gerçek	Model	Fark
Model 1: Tıkanıklığı Az Yaşayanlar	1.Seçenek Fiyat Ödemeye Razı Olmama	25,53%	30,45%	-4,92%
	2.Seçenek Fiyat Ödemeye Razı Olma	74,47%	69,55%	4,92%
Model 2: Tıkanıklığı Fazla Yaşayanlar	1.Seçenek Fiyat Ödemeye Razı Olmama	32,80%	15,00%	17,80%
	1.Seçenek Fiyat Ödemeye Razı Olmama	67,20%	85,00%	-17,80%

Tıkanıklığı az yaşayan 94 katılımcının oluşturduğu Model 1’de, fiyat ödemeye razı olmama olasılığı gerçekte %25,53 iken, tahmin edilen modelde toplu pay açısından %30,45 olasılığındadır. Tıkanıklığı fazla yaşayan 125 katılımcının oluşturduğu Model

2’de ise fiyat ödemeye razı olmama olasılığı gerçekte %32,80 iken, tahmin edilen modelde toplu pay açısından %15,00 olasılığındadır. Çizelge 6.4’e bakıldığında, toplu pay açısından tıkanıklığı az yaşayanların oluşturduğu Model 1’in gerçeğe daha yakın bir model olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.5, modellerdeki değişkenlerin katsayı kestirimlerinin birlikte değerlendirilmesi ve bu değişkenlerin modeldeki etkilerini sunulmak amacıyla hazırlanmıştır.

Çizelge 6.5 : Değişkenlerin modeldeki etkileri.

Değişken Adı	Model 1: Trafik Tıkanıklığını Az Yaşayanlar	Model 2: Trafik Tıkanıklığını Fazla Yaşayanlar
Kadın Olma	-	-
35 Yaş Altı Olma	↑	↑
Aylık Hane Halkı Geliri Yüksek Olması	↓	↑
Hanesinde Birden Fazla Özel Otomobili Olması	-	↑
Yaka Geçışı Yapması	-	-
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı 0-20 Km Arası Olması	↓	-
Ev-İş Yolculuk Uzaklığı 21-40 Km Arası Olması	↓	-
Özel Otomobili Seyrek Kullanması	↓	-
Özel Otomobil Kullanmaması	↓	-

↑ : Bağımsız değişken, ödemeye razı olma olasılığını arttırmaktadır.

↓ : Bağımsız değişken, ödemeye razı olma olasılığını azaltmaktadır.

- : Bağımsız değişken, %90 güven aralığını sağlamaması nedeniyle, modele katkısı değerlendirilmemektedir.

Çizelge 6.5’e göre 35 yaş altındaki bireyler her durumda da fiyat ödeme eğilimindedir. Bunun dışında, trafik tıkanıklığını fazla yaşayan bireylerin, dikkate alınan özellikler fark etmeksizin ödeme eğiliminin yüksek olduğu görülmektedir. Trafik tıkanıklığı yaşamayanlar için ise durum tam tersidir ve yaş dışındaki tüm özellikler ödeme eğilimini azaltmaktadır. Ayrıca, her iki model için de yolculuk özellikleri arasında bireylerin kadın olmasının ve yaka geçişi yapmasının her için model için de fiyat ödemeye razı olma üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin en kalabalık nüfusuna sahip kenti olan İstanbul'da, özellikle son yıllarda yapılan yatırımlarla toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, farklı toplu taşıma türleri arasındaki bütünleşmenin arttırılması, park et devam et uygulamalarının hayata geçirilmesi vb. konularında atılan adımlarla, kentlilerin bir noktadan diğerine kesintisiz erişimini kolaylaştırmak amaçlanmaktadır. Ancak, uzun yıllardır özel otomobil kullanma alışkanlığı olan bireyleri, otomobilden vazgeçirme çalışmaları hala yeterince başarılı olamamıştır. İstanbul'da zirve saatlerde yaşanan trafik tıkanıklıklarının bir nedeni de, çalışan insanların aynı saatlerde işe gidiş-dönüş yapmasıdır. Bu nedenle, trafiğe katılan özel otomobil sayısı da zirve saatlerde büyük artış göstermektedir. Ulaşım sorunlarına yönelik yeterli çözümlerin bulunamaması, ulaşım talebi yönetim stratejilerinden biri olan tıkanıklık fiyatlandırmasını İstanbul için daha da önemli hale getirmektedir. Bu uygulamanın İstanbul'un merkezi bölgelerinde uygulanması durumunda, buralardaki tıkanıklık ve otopark problemlerinin azaltılması sağlanabilecektir. Ayrıca, elde edilen gelirlerin toplu taşıma sistemi için kullanılması durumunda, bu açıdan da iyileştirmeler sağlanması söz konusu olabilecektir.

Bu tez çalışması kapsamında, İstanbul'un en büyük sorunlarından biri olan trafik problemine çözüm üretmek amacıyla İstanbul'un merkezi bölgelerine tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasının, İstanbul'da yaşayan ve zirve saatlerde ev-iş yolculuğu yapan, üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip ve hanesinde en az bir özel taşıtı bulunan bireylerin ulaşım seçimleri üzerinde yaratacağı değişimler incelenmiş ve değerlendirilmiştir. 219 bireyin katıldığı çevrim içi anket verisi ile, bu bireylerin sosyo-demografik özellikleri, kullanılan özel otomobil türü ve sıklığı, uygulamanın hayat geçmesi ile ödemeye razı olacakları fiyat ve eşik fiyatın aşılması sonucu ulaşım türü değişimleri hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Katılımcıların sosyo-demografik yapısı incelendiğinde; %45,66'sının kadın, %43,38'inin 26-35 yaş olduğu görülmektedir. Katılımcıların %49,77'sinin hane halkı gelirinin 20.000 TL ve üzerindedir. %65,30'unun hanesinde 1 özel otomobil bulunurken, %25,57'sinde 2 özel otomobil ve %9,13'ünde 3 ve üzeri otomobil olmaktadır. %80,82'si şahsi taşıt kullanırken, %30,59'u haftanın her günü özel otomobil kullanmaktadır. 219 katılımcının her birinin hanesinde en az bir özel otomobil bulunmasına karşın, 56

birey, ev-iş yolculuklarında hiç özel otomobil kullanmadıklarını belirtmiştir. Buna göre, bu bireylerin özel otomobil kullanmayıp, farklı ulaşım türlerine yöneldikleri öngörülebilir. Katılımcıların %57,08'i ev-iş yolculuklarındaki trafik tıkanıklığına 3 ve üzeri puan vermiş olup, bu bireylerin yoğun düzeyde trafik tıkanıklığı yaşadığı görülmüştür. Fiyatlandırma sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde ise, katılımcıların %70,78'i uygulamaya bir fiyat ödemeye razı olurken, ödemeye razı olan katılımcıların %34,19'u 10-15 TL aralığındaki bir fiyatı ödemeye razı olmaktadır (Anketin hazırlandığı dönem için 1 dolar ortalama 14,70 TL'dir). Katılımcıların razı oldukları fiyatın fazla olması durumunda, katılımcıların %51,40'ı toplu taşımayı seçmiştir.

Tez çalışmasında bireylerin anket sorularına verdikleri yanıtlara göre bazı değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda, mevcut kullandıkları ulaşım türleri, fiyat ödeme konusundaki yaklaşımları ve ödemeye razı oldukları fiyatın fazlasının belirlenmesi durumunda yolculuk tercihleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Mevcutta özel otomobil kullanan bireylerin, fiyat aşılması durumunda, %44,07'si, bir bölgeye kadar özel otomobil kullandıktan sonra toplu taşımaya aktarma yapmayı seçmiştir. Mevcutta özel otomobil kullanan ve uygulamanın hayata geçmesi durumunda fiyat ödemeye razı olmayan bireylerin ise, %50,00'si toplu taşımayı seçmiştir. Mevcutta ev-iş yolculuklarında özel otomobil+toplu taşıma kullanan bireylerin, fiyat aşılması durumunda, %51,72'i, bir bölgeye kadar özel otomobil kullandıktan sonra toplu taşımaya aktarma yapmayı tercih etmiştir. Bu bulgu, özellikle özel otomobil kullanan ve fiyat ödemeye razı olmayan bireylerin, tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması hayata geçtiğinde en yüksek oranda toplu taşımaya yöneleceklerini göstermektedir.

Diğer bir değerlendirme çalışması, bireylerin ev-iş yolculuklarında kat ettikleri uzaklık ve ödeme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Buna göre, her bir uzaklık sınıfında, bireylerin ödemeye razı olma yüzdeleri, razı olmama yüzdelerinden daha fazladır. Uzaklık dağılımları incelendiğinde, ödemeye razı olan bireylerin en yüksek oranla 40 km ve üzeri uzaklıklarda yolculuk yaptığı gözlenmiştir. Buna karşılık, ödemeye razı olmayan bireylerin dağılımları, 0-20 km ve 21-40 km aralıklarında benzer yüzdelerde seyretmiş, ancak 40 km ve üzeri uzaklıklarda en düşük oranlarda kalmıştır. Sonuç olarak, bireylerin yolculuk uzaklığı arttıkça, ödemeye razı olma eğilimleri de arttığı görülmektedir.

Anket ve değerlendirme çalışmalarının daha ayrıntılı incelenmesi için değişkenler, farklı kırılımlar altında incelenmiştir. Katılımcılar, ev-iş yolculuklarındaki trafik tıkanıklığını 1 ile 5 arasında puan vererek değerlendirmişlerdir. Puanlamalarına göre, lojistik regresyon modelleri oluşturulmuştur. Birinci modelde, 1,2 ve 3 puan veren ve trafik tıkanıklığını az ve orta düzeyde yaşayan katılımcılar, tıkanıklığı az yaşayan bireyler olarak adlandırılmıştır. İkinci modelde ise, 4 ve 5 puan veren ve trafik tıkanıklığını yüksek düzeyde yaşayan katılımcılar, tıkanıklığı fazla yaşayanlar şeklinde adlandırılmıştır. Bu iki sınıflandırma lojistik regresyon modeli yardımıyla değerlendirilmiş ve iki model oluşturulmuştur. Modele, kadın olma, 35 yaş altı olma, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması, hanede birden fazla özel otomobil olması, yaka geçişi yapma, ev-iş yolculuk uzaklığının 0-20 km ve 21-40 km arasında olması, özel otomobili seyrek olarak kullanma ve özel otomobil kullanmama değişkenleri dahil edilmiştir. Değişkenlerin aralarındaki benzerlik ilişkisi korelasyon matrisi ile kontrol edilmiş ve bu değişkenlerin birbirinden bağımsız oldukları saptanmıştır.

Trafik tıkanıklığını az yaşayan 94 bireyin oluşturduğu modelin sonuçlarına göre; bireylerin kadın olması, hanede birden fazla özel otomobil olması ve yaka geçişi yapması gibi yolculuk özelliklerin, bu bireylerin fiyat ödemeye razı olmaları üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. 35 yaş altındaki bireyler, belirli bir fiyat karşılığında belirlenen güzergahı ya da bölgeyi kullanmaya daha sıcak bakmaktadır. Öte yandan, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması, ev-iş yolculuk uzaklığının 0-20 km ve 21-40 arasında olması, özel otomobili seyrek kullanma ve hiç kullanmama gibi yolculuk özelliklerinin, fiyat ödemeye razı olma olasılığını azaltmaktadır.

Trafik tıkanıklığını fazla yaşayan 125 bireyin oluşturduğu modelin sonuçlarına göre; bireylerin kadın olması, yaka geçişi yapma, ev-iş yolculuk uzaklığının 0-20 km ve 21-40 arasında olması, özel otomobili seyrek kullanma ve hiç kullanmama gibi yolculuk özelliklerin, bireylerin fiyat ödemeye razı olmaları üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Öte yandan, bu grup için 35 yaş altında olması, aylık hane halkı gelirinin yüksek olması ve hanede birden fazla özel otomobil bulunması, gibi yolculuk özelliklerinin, fiyat ödemeye razı olma olasılığını arttırmaktadır. Bu yolculuk özelliklerine sahip bireyler, belirli bir fiyat karşılığında tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasını kullanmaya sıcak bakmaktadır.

İstanbul gibi kalabalık bir anakentte, ulaşım sorunları her geçen gün artmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, tıkanıklık fiyatlandırması hakkında, kentlilerin daha ayrıntılı

bilgilendirmelerin yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda, anket çalışmalarının yapılması, vatandaşları tıkanıklık fiyatlandırmasının uygulanma sürecine katarken, konu hakkında doğru halk bilgilendirmelerini de destekleyici niteliktedir. Bireylerin seçimlerine paralel çalışmalar ile, İstanbul gibi büyük bir kentte ulaşım sorunlarına daha radikal çözümlerin getirilmesi gerekmektedir. İstanbul'un gelecek kent ve ulaşım planlamalarına konu olan tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması, Türkiye'de akademik çalışmalara konu olmaya sürerken, bilinirliği de yavaş yavaş toplumda artış göstermektedir. Ancak, çevrim içi anketin yapımı sırasında, yaşanan en büyük zorluk uygulamanın tanıtımı olmuştur. Bu durum, kentlilerin konu hakkında daha ayrıntılı bilgilendirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Öte yandan, özellikle son yıllarda Türkiye'de yaşanan ekonomik değişimler nedeniyle, bireylerin ulaşım maliyetlerine karşı hassasiyetlerinin artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bütün bu nedenlere bağlı olarak, tıkanıklık fiyatlandırması gibi yeni bir uygulamanın kabul görmesi, beklenilenden zor olabilir. İstanbul, çeşitli toplu taşıma seçenekleri, bisiklet yolları, paylaşımlı yollar, elektrikli skuterler, trafik sakinleştirme ve yaya dostu sokak çalışmaları, sürdürülebilir kentsel ulaşım planları, yeni raylı sistem ve metro ağları, park et devam et sistemleri, toplu ulaşım bütünleşme çalışmaları, vb. gibi birçok ulaşım yatırımlarıyla erişilebilirliği ve ulaşım ağı her geçen gün büyüyen ve gelişen bir şehirdir. Ulaşım arzının yeterli oranda karşılanabilmesi için, talep yöntemleri stratejilerine daha büyük önem verilmelidir. Tıkanıklık fiyatlandırması, İstanbul için, kentin trafik sorununa önemli ölçüde çözüm bulabilecek bir talep yönetim stratejisidir. Bütün bu stratejiler gerçekleştirirken, toplumun farklı kesimlerindeki bireylerin davranışları, talepleri ve gereksinimlerine önem vererek, ayrıntılı şekilde incelenmelidir. Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar, kentin ulaşım planlamasında görev alan insanlar için verimli bulgular sunmakta olup, ileriki yıllarda büyük ölçekli çalışmalara katkı sunabilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları ve eksiklikleri bulunmaktadır. Çalışma, yalnızca İstanbul'da yaşayan, ev-iş yolculuğu yapan, en az üniversite mezunu ve hanesinde en az bir özel otomobil bulunan 219 birey ile sınırlıdır. Dolayısıyla, elde edilen bulgular yalnızca bu belirli grubu yansıtmaktadır ve daha geniş bir sosyo-ekonomik gruba genellenmemelidir. Çalışmanın diğer bir sınırlılığı, katılımcı grubunun eğitim seviyesi itibarıyla ülke genelinden daha eğitilmiş bir topluluğu temsil etmesidir, bu da sonuçları etkileyebilir. Katılımcıların eğitim seviyelerinin ülke geneline göre daha yüksek

olması, sonuçların genel toplumun tamamı için geçerli olmayabileceğini göstermektedir. Eğitim seviyesi daha düşük gruplarla yapılan çalışmalarda, tıkanıklık fiyatlandırmasına daha olumsuz yaklaşılması beklenebilir. Ayrıca, anket süresi boyunca ülkenin ekonomik sorunlarından kaynaklı olarak bireylerin maliyet algıları etkilenmiş olabilir. Bu nedenle, katılımcıların gelir düzeylerine göre ödemeye razı olma olasılıkları yeterince ayrıntılı çözümleme elde edilememiştir. Bir diğer sınır ise, anketin yalnızca hanesinde en az bir özel otomobil bulunan bireylere uygulanmış olması da öne çıkmaktadır. Bu yanıtlar, özel otomobilleriyle trafiğe katılan bireyleri kapsamaktadır; ancak, İstanbul'da özel otomobili bulunmayan bireyler de trafik tıkanıklığından etkilenmektedir. Bu durum, genel trafik deneyimlerini tam olarak yansıtamamış olabilir. Dolayısıyla, daha net ve genellenebilir sonuçlar elde edebilmek adına gelecekteki çalışmalarda, daha geniş ve çeşitli bir örneklem ile araştırmanın tekrarlanması faydalı olacaktır. Ek olarak, anketin yapıldığı dönemdeki sorunlar, katılımcıların maliyet algılarını ve ödeme istekliliklerini etkileyebilir. Bu nedenle, katılımcıların gelir düzeylerine göre ödemeye razı olma olasılıkları yeterince detaylandırılmamıştır. Gelecek araştırmalarda, ekonomik koşulların daha sabit olduğu dönemlerde, daha geniş ve çeşitlendirilmiş bir örneklemle bu bulguların tekrar test edilmesi yararlı olacaktır.



KAYNAKLAR

- AÇSHB (Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı).** (2007). Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2007, Türkiye’de Yaşlıların Durumu ve Yaşlanma Ulusal Eylem Planı Uygulama Programı, Ankara.
- Ali Abd Al-Hameed, K.** (2022). Spearman’s correlation coefficient in statistical analysis, *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 13 (2022) 1, 3249-3255.
- Ben-Akiva, M., ve Lerman, S. R.** (1985). *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*, MIT press, Cambridge, MA.
- Chin, K.** (2005). Road pricing- Singapore’s 30 years of experience, *ifo Institute-Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich*, 3 (3), 12-16.
- Chronopoulos, T.** (2012). Congestion pricing: the political viability of a neoliberal spatial mobility proposal in London, Stockholm, and New York City. *Urban Research & Practice*, 5 (2), 187-208.
- Çevik, E.** (2018). *Trafik tıkanıklığı ücretlendirmesinin İstanbul örneği: Tarihi yarımada ve Kadıköy.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Çelik, F.** (1999). Geçmişte ülkemizde uygulanan yolculuk talep yönetimi, yaklaşımları ve bu yaklaşımların kalıcılığına ilişkin alınması gereken önlemler, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı*, (s.34). Ankara.
- Çodur, M. Y., ve Coşkun, H.** (2020). Kordon bazlı trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasına örnek bir uygulama: Erzurum, Cumhuriyet Caddesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(3), 409-418.
- Demirtaş, R. B.** (2009). *Kadıköy merkez bölgesinde trafik tıkanıklık fiyatlandırması potansiyeli üzerine bir araştırma.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Dielman, T.E., (2001).** Applied regression analysis for business and economics, Third Edition, Duxbury, Amerika.
- Domencich, T. A., ve McFadden, D.** (1975). *Urban Travel Demand-A Behavioral Analysis*, North Holland, Amsterdam
- Freund, R.J., ve Wilson, W.J.** (1998). *Regression Analysis: Statistical Modeling Of A Response Variable*, Academic Press, Amerika.
- Green, C. P., Heywood, J. S., ve Paniagua, M. N.** (2020). Did the London congestion charge reduce pollution?. *Regional Science and Urban Economics*, 84, 103573.
- Guido, J. J., Winters, P. C., ve Rains, B. A.** (2014). *Logistic regression basics.* University of Rochester Medical Center, Rochester, NY.

- Hatipoğlu, S., ve Öztürk, E. A (2012).** Yolculuk talep yönetimi stratejilerinin kentsel trafik yüküne etkisi üzerine bir uygulama. *Sakarya University Journal of Science*, 16 (2), 62-68.
- Hensher, D. A., Rose, J. M., ve Greene, W. H. (2005).** Applied choice analysis: a primer. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Hosmer, D. W., ve Lemeshow, S., (2000).** Applied Logistic Regression, Second Edition, John Wiley and Sons, Amerika.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., ve Sturdivant, R. X. (2013).** Applied Logistic Regression (3rd ed.). Wiley.
- İSPARK. (2024).** Kişisel görüşme. 8 Mayıs, İstanbul. 2021-2023 arası İSPARK otoparklarının fiyat tarifeleri.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2016).** *İstanbul Otopark Ana Planı*. İstanbul.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2017).** *Trafik Talep Yönetimi Düşük Salım Bölgesi ve Trafiğe Sınırlı Alan Uygulama Planları*. İstanbul.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2019).** *İstanbul Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı*. İstanbul.
- Leape, J. (2006).** The London congestion charge. *Journal Of Economic Perspectives*, 20(4), 409-418.
- Lehe, L. (2019).** Downtown congestion pricing in practice, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 100 (3), 200-203.
- Litman, T. (2011).** London Congestion Pricing Implication for Other Cities, *Victoria Transport Policy Institute*.
- Litman, T. (2013).** Parking Management: Strategies, Evaluation and Planning, *Victoria Transport Policy Institute*.
- Koppelman, R. B., ve Bhat, C. R. (2006).** A self instructing course in mode choice modelling; multinomial and nested logit model. US department of transportation, Federal transit administration.
- Koru, M. T., Akgüngör, A. P., ve Korkmaz, E. (2017).** Trafik tıkanıklığının fiyatlandırılması ve uygulamalarının incelenmesi: Kızılay Ankara örneği, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (3), 497-508.
- Kozalı, B. (2014).** Ulaşım da talep odaklı yaklaşım: yolculuk talep yönetimi, *Journal of Life Economics*, 1 (1), 57-67.
- Pampl, F. C. (2020).** Logistic regression a primer. *Sage University Paperseries on Quantitative Applications in the Social Sciences*. 2000,96.
- Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., Massioni, J. (2010).** The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(5), 359-375.
- Systematics, C. (2005).** Traffic congestion and reliability: Trends and advanced strategies for congestion mitigation (Rapor No. FHWA-HOP-05-064). United States, Federal Highway Administration.

- Şentürk, S. H.** (2012). Tıkanıklık fiyatlaması, dünya uygulamaları ve Türkiye'deki durumun değerlendirilmesi, *Maliye Dergisi*, Sayı 162, 282-303.
- Tang, C. K.** (2021). The cost of traffic: evidence from the London congestion charge *Journal of Urban Economics*, 121, 103302.
- Tezcan, H. O.** (2009). *Trafik tıkanıklığı yönetimi olarak fiyatlandırma ve istanbul-eminönü için bir uygulama*. (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Vickrey, W.** (1952). *Pricing in Urban and Suburban Transport*. Columbia University.
- Walker, J.** (1996). Methodology application: logistic regression using the codes data. Developed for department of transportation. National Highway Traffic Safety Administration (NHTS).
- Walters, A. A.,** (1961). The theory and measurement of private and social cost of highway congestion, *Econometrica*, 29 (4), 676-697.
- Yüksel, H., Yardım, M. S., ve Gürsoy, M.** (2010). Eminönü için bir trafik tıkanıklık fiyatlandırması modeli, *Teknik Dergi*, 21(102), 4995-5022.
- Yaygel, 2015.** (2015). *Ulaşım talep yönetiminde tıkanıklık fiyatlandırması-İzmir örneği*. (Yüksek Lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Yiğit, B.** (2021). Pandemi döneminde uzaktan ve evden çalışma, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 8(4), 313-319.
- Url-1** <<https://cevre.ibb.istanbul/iklim-degisikligi-sube-mudurlugu/istanbul-2021-yili-sera-gazi-envanteri-onaylandi/>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-2** <<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Ocak-2023-49433>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-3** <<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Road-Motor-Vehicles-Decehhttps://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2023-49432mber-2020-37410#:~:text=T%C3%BCrkiye'de%202020%20y%C4%B1l%C4%B1%20sonu,ya%C5%9F%2014%2C2%20olarak%20hesapland%C4%B1.>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-4** <<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2023-49432>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-5** <<https://inrix.com/scorecard-city-2022/?city=Istanbul&index=16>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-6** <<https://ispark.istanbul/kampanyalar/istanbulda-park-et-devam-et-devri/#:~:text=Park%20Et%20Devam%20Et%20Otoparklar%C4%B1nda%20%C4%B0ndirimli%20Ula%C5%9F%C4%B1m%20Devri!&text=Se%C3%A7ili%20%C4%B0SPARK%20P%2BD%20otoparklar%C4%B1na,%C3%BCcretini%20%50%20indirimli%20olarak%20%C3%B6d%C3%BCyorlar>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-7** <<https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/penalties-and-enforcement?intcmp=2067#on-this-page-0>>, erişim tarihi 21.09.2024.

- Url-8** <<https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/ulez-where-and-when?intcmp=52227>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-9** <<https://tfl.gov.uk/modes/driving/low-emission-zone?intcmp=2261>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-10** <<https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2023/february/congestion-charge-marks-20-years-of-keeping-london-moving-sustainably>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-11** <<https://www.transportstyrelsen.se/en/road/road-tolls/Congestion-taxes-in-Stockholm-and-Goteborg/congestion-tax-in-stockholm/hours-and-amounts-in-stockholm/>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-12** <<https://www.csqb.gov.tr/asgari-ucret/>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-13** <<https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/202204/2204202>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-14** <<https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Uzakliklar/ilcedenIlceyeMesafe.aspx>>, erişim tarihi 21.09.2024.
- Url-15** <<https://www.un.org/esa/socdev/documents/youth/fact-sheets/youth-definition.pdf>>, erişim tarihi 21.09.2024.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : İrem Öztürk

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2019, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği (İngilizce)

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2021 - Devam Ediyor

YAYIN LİSTESİ:

- **Öztürk, İ. ve Tezcan, H.O.** 2023. İstanbul'un Merkezi Bölgelerine Tıkanıklık Fiyatlandırması Uygulamasının İncelenmesi, *International Congress – Academy of Scientific and Educational Studies*, 283-291. Balıkesir, Turkey