



**KORDON BAZLI TRAFİK
TIKANIKLIĞININ FİYATLANDIRILMASINA
ÖRNEK BİR UYGULAMA:
ERZURUM, CUMHURİYET CADDESİ**

Harun COŞKUN

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi M. Yasin ÇODUR
2018
Her hakkı saklıdır**



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KORDON BAZLI TRAFİK TIKANIKLIK FİYATLANDIRILMASINA ÖRNEK
BİR UYGULAMA: ERZURUM, CUMHURİYET CADDESİ**

Harun COŞKUN

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi M. Yasin ÇODUR

İnşaat Mühendisliği

Erzurum

2018

Her hakkı saklıdır

T.C.
ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY FORMU

**KORDON BAZLI TRAFİK TIKANIKLIK FİYATLANDIRILMASINA ÖRNEK
BİR UYGULAMA: ERZURUM, CUMHURİYET CADDESİ**

Dr. Öğr. Üyesi M. Yasin ÇODUR danışmanlığında, Harun COŞKUN tarafından hazırlanan bu çalışma 19/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR	İmza	:
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi M. Yasin ÇODUR	İmza	:
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ATALAY	İmza	:

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Doç. Dr. Arzu GÖRMEZ
Enstitü Müdürü

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Erzurum Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki tüm bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

19/06/2018

İmzası

Harun COŞKUN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KORDON BAZLI TRAFİK TIKANIKLIĞININ FİYATLANDIRILMASINA ÖRNEK BİR UYGULAMA: ERZURUM, CUMHURİYET CADDESİ

Harun COŞKUN

Erzurum Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi M. Yasin ÇODUR

Dünya’da metropol ve gelişmekte olan kentlerde; trafik yoğunluğu hat safhaya ulaşmış, yerel yönetimler bu soruna karşı çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Londra, Stockholm ve Milano gibi yerel yönetimler tıkanıklık fiyatlandırması yöntemini başarı ile uygulamışlardır. Bu çalışma, Erzurum kent merkezinde yer alan Cumhuriyet Caddesinde yaşanan trafik tıkanıklığı problemi için daha önceden yapılmamış uygulama olan tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasını ele almıştır. Hem oluşturulan modele hem de yapılan ankete göre, Cumhuriyet Caddesi’nde belirlenen kordon güzergâhında teorik tıkanıklık fiyatlandırmasının hesabı yapılmıştır. Matlab 2015a programında oluşturulan modelde otomobil sahipliği, seyahat süresi, yakıt tüketimi ve emisyon maliyetleri kullanılmıştır. Ayrıca yapılan anket çalışması ile elde edilen veriler SPSS Statistics 17.0 paket programı ile veri analizi yapılarak toplum tarafından bu uygulamanın kabul edilebilirliği durumu ve toplumun bu konu hakkındaki düşünceleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda; kent merkezindeki trafik yoğunluğunun azalacağı ve özel otomobillerini her koşulda kullanmaya devam eden kullanıcılardan da önemli bir maddi gelir elde edileceği görülmektedir.

2018, 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: Erzurum, Cumhuriyet Caddesi, Kordon Bazlı, Tıkanıklık Fiyatlandırması

ABSTRACT

MS. Thesis

A SAMPLE SCHEME OF CORDON-BASED CONGESTION CHARGE: ERZURUM, CUMHURİYET STREET

Harun COŞKUN

Erzurum Technical University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. M. Yasin ÇODUR

The traffic congestion has been reach to a critical stage in the metropolis and developing cities, the local governments have developed various methods against the traffic jam. The governments such as London, Stockholm and Milano have applied the method of the congestion charge. This study has tackled the application of the congestion charge on which no study has been done for problem of the traffic congestion on the Cumhuriyet Street located in the city center of Erzurum. According to both the model created and the survey carried out, in the along the cordon route determined at Cumhuriyet Street, account of theoretical congestion pricing has been made. Costs of car ownership, trip time, fuel consumption and emission have been used in the model set up in the Matlab 2015a programme. Moreover, obtained with the survey carried out the data have been analyzed with the SPSS Statistics 17.0 packaged programme, as a result of it has been tried to learn what the thoughts of the public on the about this subject and acceptability situation of this application. In the result of the study, it has been observed that will be reduced the traffic congestion at the center of the city and also a significant amount of income will be made from the drivers who continue to drive their private cars in all conditions.

2018, 82 pages

Keywords: Erzurum, Cumhuriyet Street, Cordon Based, Congestion Charge

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam, Dr. Öğr. Üyesi M. Yasin Çodur'a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Anket çalışmalarının tamamlanma sürecinde özverili bir şekilde yardım eden babama ve Erzurum Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'ndeki kıymetli mesai arkadaşlarıma en içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Matlab programında, model denklemlerinin yazılıp ve çözülmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Ferit ÇAKIR'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hiçbir yardımı benden esirgemeyen tüm çalışmalarımda yanımda olan çok kıymetli eşim, annem, babam ve oğluma şükranlarımı sunarım.

Harun COŞKUN

Haziran, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Trafik Tıkanıklığı.....	2
1.2. Trafik Tıkanıklığı Fiyatlandırılması.....	3
1.2.1. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasının ortaya çıkışı	5
1.2.2. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması politikasının uygulanabilirliği	6
1.2.3. Erzurum’da trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasının kabul edilebilirliği	7
1.3. Dünya Kentlerinde Trafik Tıkanıklığı Fiyatlandırılması Uygulamaları	8
1.3.1. Milano	9
1.3.2. Stockholm	12
1.3.3. Londra	14
1.4. Trafik Tıkanıklığı Fiyatlandırması Yöntemleri.....	17
1.4.1. Tesis bazlı fiyatlandırma	18
1.4.2. Kordon bazlı fiyatlandırma	18
1.4.3. Alan bazlı fiyatlandırma.....	19
1.4.4. Mesafe bazlı fiyatlandırma.....	19
1.5. Tezin Amacı ve Kapsamı	20
2. KAYNAK ÖZETLERİ	25
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal	28
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasına yönelik anket çalışması	29
3.2.1.1. Anket çalışmasının amacı	29
3.2.1.2. Anket çalışmasının planlanma süreci.....	29
3.2.1.3. Anket sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatının bulunması	31

3.2.2. Teorik trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasına yönelik model çalışması.....	31
3.2.2.1. Teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırılması modelinin planlama süreci	32
3.2.2.2. Hız-akım bağıntısının seçimi	34
3.2.2.3. Araç sahipliği maliyeti	37
3.2.2.4. Hıza bağlı maliyetler	40
3.2.2.5. OM, OMB ve MM ile trafik tıkanıklık fiyatına ait modelin oluşturulması	46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	49
4.1. Araştırma Bulguları.....	49
4.1.1. Anket çalışması bulguları.....	49
4.1.1.1. Anket verilerinin istatistiksel analizi.....	49
4.1.1.2. Anket sonucu teorik trafik tıkanıklığı fiyatı	66
4.1.2. Model çalışması bulguları	67
4.1.2.1. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması model verileri	67
4.1.2.2. Model sonucu teorik trafik tıkanıklığı fiyatı	67
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR	75
EKLER.....	77
EK-1.	77
EK-2.	81
ÖZGEÇMİŞ	82

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$f_1(V)$	Yakıt Tüketimi
$f_2(V)$	Hidrokarbon Emisyon Miktarı
$f_3(V)$	Karbon monoksit Emisyon Miktarı
$f_4(V)$	Azot oksit Emisyon Miktarı
l	Yol uzunluğu
J	Gecikme katsayısı
k_1	Araç sahipliği maliyeti (\$/km)
k_2	Zaman maliyeti (\$/saat)
k_3	Yakıt maliyeti (\$/gr)
k_4	HC maliyeti (\$/gr)
k_5	CO maliyeti (\$/gr)
k_6	NO _x maliyeti (\$/gr)
q	Trafik akım değeri (bo/saat×şerit)
Q_1	Serbest akım hızında geçebilecek maksimum taşıt sayısı
Q_2	Pratik kapasite (bo/saat×şerit)
Q_s	Yolun durgun akım kapasitesi
s	Doygun akım
t	1 km başına düşen yolculuk süresi
t_0	Serbest akım hızında 1 km yolculuğun süresi
V	Trafik akım hızı (km/saat)
V_k	Kapasite hızı (km/saat)
V_s	Serbest akım hızı (km/saat)
α	Kalibrasyon parametresi
β	Kalibrasyon parametresi

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AS	Anket Sayısı
CO	Karbon monoksit
CO ₂	Karbondioksit
DAS	Düzeltilmiş Anket Sayısı
DTUK	Birleşik Krallık Ulaşım Departmanı
EU-15	Avrupa Birliğine Üye 15 Ülke
HC	Hidro Karbonlar
HOT	Yüksek Doluluk Şeritleri
IMF	Uluslararası Para Fonu
lpg	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MM	Marjinal Maliyet
MTV	Motorlu Taşıtlar Vergisi
NO _x	Azot Oksitler
OM	Ortalama Maliyet
TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TM	Toplam Maliyet
TTF _{Anket}	Anket Sonucu Teorik Trafik Tıkanıklık Fiyatı
TTF _{Model}	Model Sonucu Teorik Trafik Tıkanıklık Fiyatı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USD	Amerikan Doları
vb.	ve benzeri
vd	ve diğerleri
VOC	Uçucu Organik Bileşikler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Londra’da trafik tıkanıklığının anlatımı için bilgilendirme çalışmaları..	5
Şekil 1.2. Milano’da fiyatlandırma bölgesine ait bilgilendirme tabelası..	9
Şekil 1.3. Milano’da tıkanıklık fiyatlandırma uygulaması yapılan bölge.....	10
Şekil 1.4. Stockholm’de tıkanıklık fiyatlandırılması yapılan bölge..	12
Şekil 1.5. Stockholm tıkanıklık fiyatlandırılması ücret tabelası.....	13
Şekil 1.6. 2000-2013 yılları arası kordon hattı ortalama trafik hacim tablosu.	14
Şekil 1.7. Londra’da tıkanıklık fiyatlandırılması yapılan bölge.	15
Şekil 1.8. Londra’da fiyatlandırılmış bölgeye giriş ve çıkış tabelaları	16
Şekil 1.9. Erzurum kenti ulaşım haritası.....	20
Şekil 1.10. Erzurum kentinin 2000-2017 yılları arası toplam nüfus tablosu.	21
Şekil 1.11. Erzurum kentine ait yıllık otomobil sahipliği (2000-2017).....	22
Şekil 1.12. Erzurum Cumhuriyet Caddesi kordon güzergahı.	23
Şekil 1.13. Erzurum Cumhuriyet Caddesi trafik tıkanıklığı görüntüsü.	23
Şekil 3.1. Teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırmasının hesap adımları.	32
Şekil 3.2. Ortalama ve Marjinal Maliyet Eğrileri ile Ters Talep Eğrisi ilişkisi.....	33
Şekil 3.3. Cumhuriyet Caddesinde ölçülen hız- akım değerlerinin dağılımı.	37
Şekil 3.4. Cumhuriyet Caddesi kordon güzergahı kesiti.	37
Şekil 3.5. Yakıt tüketiminin araç hızı ile değişim grafiği.	42
Şekil 3.6. Hidrokarbon emisyon miktarının araç hızı ile değişim grafiği.....	43
Şekil 3.7. Karbon monoksit emisyon miktarının araç hızı ile değişim grafiği.	43
Şekil 3.8. Azot oksit emisyon miktarının araç hızı ile değişim grafiği.....	44
Şekil 4.1. Konum çubuk grafiği.....	51
Şekil 4.2. Yaş grubu çubuk grafiği.	51
Şekil 4.3. Cinsiyet çubuk grafiği.	52
Şekil 4.4. Eğitim durumu çubuk grafiği.	52
Şekil 4.5. Aylık hane geliri çubuk grafiği.....	53
Şekil 4.6. Anketin 5. sorusuna verilen cevaplara ilişkin çubuk grafiği.	54
Şekil 4.7. Anketin 7. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	56
Şekil 4.8. Anketin 8. sorusuna verilen cevaplara ilişkin çubuk grafiği.	57
Şekil 4.9. Anketin 9. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	58
Şekil 4.10. Anketin 10. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	59

Şekil 4.11. Anketin 11. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	60
Şekil 4.12. Anketin 12. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	61
Şekil 4.13. Anketin 13. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	62
Şekil 4.14. Anketin 14. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.	63
Şekil 4.15. Anketin 9. sorusu ile cinsiyetin ilişkilendirilmesine ait sütun grafiği.	64
Şekil 4.16. Anketin 9. sorusu ile konumun ilişkilendirilmesine ait sütun grafiği.....	66



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. En fazla trafik tıkanıklığı problemi yaşayan kentler.....	3
Çizelge 1.2. Halkın fikirlerinde fiyatlandırma öncesi ve sonrası değişim.....	6
Çizelge 1.3. Milano Ecopass uygulaması araç ücret tarife tablosu.....	11
Çizelge 1.4. Milano fiyatlandırma öncesi ve sonrası trafik durumu.....	11
Çizelge 1.5. Londra’da günün zirve saatlerinde ortalama hız değerleri.	17
Çizelge 1.6. Fiyatlandırma yapılan yerler ve fiyatlandırma türleri.....	17
Çizelge 1.7. Erzurum Merkez Nüfusunun Cinsiyete Göre Dağılımı.	21
Çizelge 3.1. Araç sahipliği maliyeti.....	39
Çizelge 3.2. Otomobil sahiplerinin ağırlıklı ortalama saatlik gelir tablosu.	40
Çizelge 3.3. Yakıt tüketimi ve gaz emisyonlarının araç hızıyla değişim tablosu.	41
Çizelge 3.4. EU-15 emisyon maliyetlerinin 2018 yılına dönüştürülmüş birim maliyet tablosu.	45
Çizelge 3.5. Emisyon maliyetlerinin Türkiye’ye güncellenmiş birim maliyet tablosu .	46
Çizelge 4.1. Anket uygulanan bölgeler ve katılımcılara ait demografik veriler.	50
Çizelge 4.2. Anketin 5. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	53
Çizelge 4.3. Anketin 6. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	55
Çizelge 4.4. Anketin 7. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	55
Çizelge 4.5. Anketin 8. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	56
Çizelge 4.6. Anketin 9.sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	57
Çizelge 4.7. Anketin 10. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	58
Çizelge 4.8. Anketin 11. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	59
Çizelge 4.9. Anketin 12. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	60
Çizelge 4.10. Anketin 13. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	61
Çizelge 4.11. Anketin 14. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.	63
Çizelge 4.12. Anketin 9. sorusu ile konumun ilişkilendirilmesine ait çizelge.....	65

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ve metropol kentler, toplumun temel ihtiyaçlarını (eğitim, sağlık, ticaret, vb.) karşılama noktasında dünden bugüne büyük gelişmeler göstermiştir. İnsanlar özellikle temel ihtiyaçlarını bu kentlerden karşılamak istemiş bundan dolayı da taşıt trafiği baş edilemez bir hale gelmiştir. Araç sahipliği ve yapılan seyahat uzunluğu yıllar geçtikçe önemli ölçüde artmıştır.

Kişi başına düşen gelirin yükselmesi, üretim yöntemlerindeki teknolojik gelişmeler sayesinde araç maliyetlerinin düşmesi, daha tasarruflu taşıt motorlarının üretilmesi, şehir nüfusunun artması ile şehirlerin yayılarak daha da genişlemesi sonucu trafik sıkışıklığının büyümesine yardımcı olmuştur (Saruç 2008).

Trafikte yaşanan ciddi artışlar yerel yönetimleri çözüm yolları bulmaya sevk etmiştir. Kentlerdeki yerel yönetimler artan trafik tıkanıklığına karşı çeşitli yöntemler geliştirmeye çalışmış olsalar bile bunlardan çok azı başarılı olmuştur. Yerel yönetimler;

- trafik yoğunluğuna yakın alanlarda otoparklar inşa edilmesi ve ücretlendirilmesi,
- araç ve araca ait ürün fiyatlarında artışlar yapılması,
- araçların plakalarının tek-çift olmasına göre tek yönlü trafiğin tesis edilmesi,
- ortak araç kullanımının arttırılması,
- toplu taşıma türlerinin çeşitlendirilmesi ve sayılarının arttırılması gibi trafik tıkanıklığına karşı bazı yöntemler denemişlerdir. Bu yöntemlerin tek başına trafik tıkanıklığına çare olamayacağı görülmüştür.

Kent içi trafik yoğunluğu konusunda çözümler üretirken; çevreye zarar vermeyen ve yapılan yolculukların toplumun yararına olması için ekonomi, konfor gibi parametreleri göz önünde bulundurmak gerekir. Yerel yönetimler trafik yoğunluğuna karşı toplu taşıma hizmetlerini cazip hale getirerek özel araç kullanımını azaltabilirler. Bununla birlikte belirlenen çözümlerin toplum tarafından benimsenmesi son derece önemli olmaktadır (Yüksel 2004).

Trafik yoğunluğu yaşayan ülkelerde birçok çözüm yolu denenmesine rağmen olumlu sonuçlar alınamamasından dolayı trafik tıkanıklığının fiyatlandırılması konusu sıkça gündeme gelmiştir. Ücretlendirmeye dayalı politikaların insanlar üzerinde olumsuz etkiler oluşturması nedeniyle yerel yönetimlerin oy kaybetme endişeleri yüzünden pek uygulanamamıştır.

Kent trafik tıkanıklığı ve hava kalitesindeki artan problemlere rağmen yerel yönetimler fiyatlandırma konusunda isteksiz davranmışlardır. Tıkanıklığı fiyatlandırma; karayollarındaki tıkanıklığı azaltmanın etkin bir yolu olarak ulaşım ekonomistleri ve trafik planlamacıları tarafından yıllardır desteklenmektedir (Börjesson et al. 2012).

Tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması; insanların özel araçları ile yapacağı seyahat davranışlarının bir nebze de olsa değiştirebileceği toplu taşıma araçlarının kullanımı gibi alternatif seyahat yöntemlerini de teşvik etmektedir. Yani trafiğin en yoğun olduğu saat ve karayollarında seyahat değişimine neden olarak trafik sıkışıklığını azaltabilecek önemli bir strateji olarak görülmektedir (Şentürk 2012).

Trafik tıkanıklık fiyatlandırması; sadece kentlerdeki trafiğin tıkanıklığını azaltmaya yönelik bir politika olarak planlanmamıştır. Örneğin; Londra, Stockholm gibi kentlerde bu fiyatlandırma uygulaması ile trafik tıkanıklığına çözüm aranmıştır. Bazen de trafik tıkanıklığı çözümü dışında başka nedenlerden dolayı bu uygulama yürürlüğe girmiştir. Oslo’da ana hedef devlet bütçesine katkı sağlanması ve Milano’da ise ana hedef hava kirliliğin önlenmesi olmuştur.

1.1. Trafik Tıkanıklığı

Trafik tıkanıklığı; şehrin belirli kesimlerinde, belirli saatlerde trafiğin işleyemez hale gelmesi durumu olarak adlandırılmaktadır. New York, Los Angeles, Londra, Milano, Paris, Roma, Bangkok, Yeni Delhi gibi dünyanın dört bir yanındaki metropollerde, özellikle günün zirve saatlerinde (günün en yoğun saatleri) çok ciddi trafik tıkanıklıkları yaşanmaktadır. Yapılan birçok anket çalışması insanların trafik sıkışıklığı ve yol güvenliği gibi konuları büyük şehirlerin birinci derecede önemli problemleri arasında gördüğünü ortaya koymaktadır.

Çizelge 1.1. En fazla trafik tıkanıklığı problemi yaşayan kentler.

Sıra	Kent	Ülke	Trafik Tıkanıklığı % si
1	Mexico City	Meksika	59
2	Bangkok	Tayland	57
3	İstanbul	Türkiye	50
4	Rio De Janerio	Brezilya	47
5	Moskova	Rusya	44
6	Bükreş	Romanya	43
7	Salvador	Brezilya	43
8	Recive	Brezilya	43
9	Chengdu	Çin	41
10	Los Angeles	ABD	41

Trafik tıkanıklığının genel manada; tekrarlanan ve arızı olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Tekrarlanan trafik tıkanıklığı; insanların iş, okul, vb. amaçlar için gerçekleştirdiği ulaşım aktivitelerinin günün belirli saatlerinde yapmaları veya yol güzergâhındaki belli sıkışıklık noktalarının (köprü, kavşak, vb.) bulunması sonucunda trafikte yoğunluğun tekrarlanma durumudur. Arızı trafik tıkanıklığı ise; hava şartları, trafik kazaları ve yol yapım-onarım çalışmaları gibi nedenlerden dolayı gelip geçici trafik tıkanıklığı olarak tanımlanabilir (Saruç 2008).

Trafik tıkanıklığına; yol standartlarına uygun olmayan karayolları, büyük yol eğimleri, bozuk asfalt kaplamaları, kalıcı olmayan yol çizgileri, yağmurlu havalarda yetersiz kalan drenaj gibi fiziksel aksaklıklar, hatalı kavşak ile trafik işaret uygulamaları, yol güzergâhında yapılan gelişi güzel araç parkları, karayollarında yapılan plansız bakım çalışmaları ve hatalı araç kullanılması gibi durumlar neden olmaktadır.

1.2. Trafik Tıkanıklığı Fiyatlandırılması

Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması kavramını tanımlamak; çeşitli amaçlar doğrultusunda uygulanmasından dolayı genel olarak zor görünmektedir. Bu kavram; trafik yoğunluğu yaşayan kentlerdeki sürücülerin belirlenen saatlere ve trafiğin

yoğunluğuna göre değişen ücret ödemesi ile tarif edilmektedir. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması kavramı; ekonomistlerin çok sevdiği ve toplumun ilk duyduğunda kaçındığı bir kavram olarak isimlendirilmiştir (Komanoff 1997).

Dünya üzerinde bulunan ülkeler ve şehirler trafikte giderek artan yoğunluk ile mücadele etmektedir. Londra'nın merkezi ve bazı başka kentlerde, trafik tıkanıklık fiyatlandırmasının başarılı uygulamaları; politik ve sosyo-ekonomik sorunlarının üstesinden gelirken, şeffaf kullanıcı fiyatlandırmalarının trafik yoğunluğunun azalmasına fayda sağladığı görülmüştür. Dünya üzerindeki birçok kent, trafik tıkanıklığının negatif etkilerini azaltmak ve aşırı araç kullanımını kontrol etmek için bir çözüm olarak trafik tıkanıklık fiyatlandırmasını gündemini almıştır. Karayolu ve trafik tıkanıklığı fiyatlandırması aşırı araç kullanımını kontrol altına almak için tasarlanan ulaşım planlamasının bir alanını oluşturmaktadır. Yol fiyatlandırmasının arz-talep yönetimi için fiyatlandırma ve yol altyapısının finansmanı için devlet geliri elde etme gibi iki belirgin amacı olduğu görülmektedir. Bir kentin sınırlandırılmış bir bölgesine girebilmek için; kent yol fiyatlandırması ya da yüksek doluluk fiyatlandırma şeritleri gibi fiyatlandırmalar trafik tıkanıklık fiyatlandırmasının tipik örnekleridir (Veckermann and Venter 2008).

Tıkanıklık fiyatlandırması trafiğin kontrol altına alınmasında, basit bir vergi sisteminden öte faydalı bir çözüm yolu olarak görülmektedir. Tıkanıklık fiyatlandırması; trafikteki tıkanıklığı kayda değer oranda azaltmakta, toplu taşıma kullanımının özendirilmesine ve önemli devlet geliri elde edilmesine fayda sağlamaktadır. Tıkanıklık fiyatlandırması; ulaşım altyapı inşası için gerekli maddi kaynağı sağlayan alternatif bir karayolu finansman yöntemidir (Şentürk 2012).

Tıkanıklık fiyatlandırılması kavramı; Londra, Stockholm gibi kentlerde halka dağıtılan el broşürleri ile yol üzerinde bulunan bilgilendirme afişlerinde “congestion charge” olarak adlandırılmıştır (Koru 2017).



Şekil 1.1. Londra’da trafik tıkanıklığının anlatımı için bilgilendirme çalışmaları.

1.2.1. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasının ortaya çıkışı

Karayollarında yaşanan trafik tıkanıklığının fiyatlandırılmasına ait ilk bilgiye 1920 yılında Pigou tarafından yazılan “The Economics of Welfare” kitabında rastlanılmaktadır. Pigou bir yoldan diğer bir yola az miktardaki aracın geçişinin seyahat süresinin azaltacağını ve farklılık gösteren vergilendirmenin doğru seçilmiş bir metotla yürürlüğe konulabileceğini iddia etmiştir. Wardrop, Walters ve Vickrey; bugün trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasının temelini oluşturan modelleme ve ekonomik analiz çalışmalarını başlatmışlardır. Wardrop 1952 yılında Pigou tarafından oluşturulan optimum yol ve optimum kullanıcı diye adlandırılan yol seçiminin iki temel prensibine ilaveten, iki alternatif seyahat senaryosu geliştirmiştir. Walters 1961 yılında seyahat süresi ve ortalama fiyatın tek bir fonksiyonla ilişkili olabileceğini ispat etmiştir. Genelleşmiş fiyat fonksiyonu diye bilinen bu fonksiyon; zaman ve süre arasındaki kesin dönüşüme imkân veren ekonomik analizlerin ortaya çıkarılmasını hazırlamıştır. Vickrey 1969 yılında kent içi ulaşım çalışması için yapılan marjinal maliyet teorisinin birtakım uygulamalarının geliştirilmesinden sonra, 1950’lerde dinamik bir model olan “darboğaz modeli” ile trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması çalışmasına ikinci bir yaklaşım getirmiştir. Vickrey bu yaklaşımında; bütün seyahat eden kişilerin aynı anda işe gitmek istemeleri kabulünü yapmış ve her yolculuk için seyahat süresi ile ekstra gecikme maliyeti gibi iki fiyat belirlemiştir. Wardrop ve Vickrey tarafından geliştirilen dinamik

1. GİRİŞ

ve statik modelleme teknikleri, trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasının planlama uygulamalarında halen kullanılmaktadır (Waliszewski 2005).

1.2.2. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması politikasının uygulanabilirliği

Fiyatlandırma politikasının uygulanabilirliğinin en önemli sorunu, elde edilen gelirin etkili kullanımı olmuştur. Politikacılar yol fiyatlandırılması ile ulaşım altyapısının kalitesinin azalmasını ve artmasını dengeleyebilirler. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasının çevresel faydalarına bakıldığında, fiyatlandırma kısmi veya bölgesel hava kirliliği probleminin çözülmesi içinde yeterli sebebi bulundurmaktadır. Hava kirliliği cezaları; politik tedbirleri oluşturan sebeplere karşı tek başına yeterli olmamaktadır, fakat fiyatlandırma sonucunda iyileştirilmiş trafik ve minimum hale getirilmiş emisyon gibi elde edilen faydaların miktarları arttırılabilmektedir (Waliszewski 2005).

Trafik tıkanıklığının fiyatlandırılması konusunun kamuoyuna tanıtımını yaparken, halkın desteğini almak pek mümkün görünmemektedir. Birçok tıkanıklık fiyatlandırma tanıtım kampanyasının iyi bir şekilde yürütülebilmesi için amaç ve teşvik gerekmektedir. Bununla birlikte trafik tıkanıklığının artması karşısında bazı fiyatlandırma çözüm yollarının niçin yapıldığının anlatılması ve halkın eğitim durumu fiyatlandırma konusunda oldukça önemli olmaktadır. Halkın düşüncesinin zamanla değişeceği birçok kez görülmüştür (Ahmed 2011).

Çizelge 1.2. Halkın fikirlerinde fiyatlandırma öncesi ve sonrası değişim (Ahmed 2011).

Yüzde	LONDRA		STOCKHOLM		TRONDHEIM	
	Uygulamadan Önce	Uygulamadan 1 yıl Sonra	Uygulamadan Önce	Uygulamadan 1 yıl Sonra	Uygulamadan Önce	Uygulamadan 5 Yıl Sonra
Trafik Tıkanıklığına Karşı Olanlar	50	34	55	46	72	36
Trafik Tıkanıklığını İsteyenler/ Fikri Olmayanlar	50	66	45	54	28	64

Trafik tıkanıklık fiyatlandırılması; motorlu araçların dışsal maliyeti ile bağdaşmaktadır. Fiyatlandırma etkin olarak kent ziyaret davranışını değiştirmektedir ve trafiğin yoğun olarak yaşandığı zirve saatlerde trafik tıkanıklığını azaltmaktadır. Bununla birlikte trafik tıkanıklık fiyatlandırılması fikrini birdenbire yürürlüğe koymak yanlış bir politika olabilir. Tıkanıklık fiyatlandırılmasında başarılı olmak; kenti ziyaret edenlerin fiyatlandırılmayı belirgin bir şekilde anlamasından geçmektedir (Chiou and Fu 2016).

1.2.3. Erzurum’da trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasının kabul edilebilirliği

Trafik tıkanıklığının çözümü için gündeme gelen ulaşım politikalarının halk nezdinde kabul edilebilirliği, ülkemizde düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi; trafik tıkanıklık problemine karşı üretilen çözüm yollarının kısıtlayıcı olması, elde edilen gelirlerin kullanımı ile kaygılar ve ulaştırma projelerinin iyice topluma anlatılmadan yürürlüğe konulması gibi unsurlardır (Tezcan 2009).

Bu tez kapsamında; Erzurum’da yapılan anket çalışmalarından önce katılımcılara verilen kısa bilgilendirmelerin bile ne kadar önemli olduğu görülmüştür. Katılımcılar elde ettikleri bilgilerle tıkanıklık fiyatlandırılması konusuna daha ılımlı yaklaşmışlardır. Bu sebeple; bu politikanın uygulanmasına karar verildiyse, topluma uygulamanın tüm yönleri açık ve şeffaf bir şekilde anlatılmalıdır. Hatta deneme uygulamaları ve referandum çalışmaları yapılarak toplumun bu uygulamayı kabul edip etmeyeceği araştırılmalıdır. Anket çalışmasında, “Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusu ile de mini bir referandum çalışması yapılması hedeflenmiş, halkın bu uygulama hakkındaki düşünceleri öğrenilmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak; bu uygulama topluma iyi bir şekilde anlatılmalı ve elde edilecek gelir, ulaşım alt yapısında kullanılmalıdır. Erzurum kentinde denenmiş ulaşım politikalarında başarı sağlanamaması bu uygulamanın kabul edilebilirliğini olumlu yönde etkileyecektir.

1.3. Dünya Kentlerinde Trafik Tıkanıklığı Fiyatlandırılması Uygulamaları

Dünya üzerinde birçok kent fiyatlandırma uygulaması için çalışmalar yapmış bunlardan çok azı uygulamayı hayata geçirmiştir. Bu uygulamanın hayata geçirilememesinin en büyük nedenleri; sosyal ve politik sebepler olmuştur.

Kent yol ücreti kavramı 1964 yılında İngiltere Ulaştırma Bakanlığı'nın desteğiyle Smeed Raporu'nda yer almıştır. 1974 yılında Londra yerel yönetimi Londra merkezinde yol ücreti almak için günlük bilet uygulanmasını teklif etmiş olup politikaya karşı çıkılması sonucunda bu uygulama teklifinden vazgeçilmiştir. 1975 yılında Singapur kenti, fiyatlandırma uygulamasını yürürlüğe koyarak bu fikri uygulamayı düşünen kentlere örnek olmuştur. 1980'li yıllarda Hong Kong kenti, fiyatlandırma uygulamasını deneme yoluyla 2 yıl başarılı bir şekilde uygulamış olmasına rağmen sosyal ve politik baskılar sonucunda bu uygulamaya son verilmiştir (Demirtaş 2009).

Roma (2001), Durham (2002), Londra (2003), Stockholm (2006), Valletta (2007) ve Milano (2008) gibi kentler, trafik tıkanıklığı ve çevresel problemlerle mücadelede kabul edilebilir usuller belirleyerek fiyatlandırmaların farklı biçimlerini uygulamışlardır. Hollanda, Kopenhag, Budapeşte, Göteborg, Cakarta ve San Francisco gibi kentler politikalarında; kent halkına bu uygulamayı sunarak trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması uygulaması yer almaktadır (Börjesson et al. 2012).

Singapur (1975), Londra (2003), Stockholm (2006) ve Milano (2008) kentleri, trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması konusunda başarılı olan kentler arasında yer almıştır. Hong Kong (1988), Edinburg (2005), New York (2007) ve Manchester (2008) kentler, tıkanıklık uygulaması konusunda başarı sağlayamamıştır (Zheng et al. 2014).

Türkiye'de ise tıkanıklık fiyatlandırılması konusunda yürürlükte herhangi bir uygulama bulunmamaktadır.

1.3.1. Milano

İtalya'nın metropol şehirlerinin en büyüklerinden biri olan Milano'da 1.900.000'u kent merkezinde olmak üzere 3.700.000 insan yaşamaktadır. Milano'da, aşırı hava kirliliği probleminin yanı sıra trafik tıkanıklığı sorunu da yaşanmaktadır. Kent çevresinin kalitesini arttırmak ve kirliliği kontrol altına almak için belediye başkanları ulusal yasalara ihtiyaç duymuştur. Bundan dolayı, Milano şehir yönetimi ve belediye başkanı Letizia Moratti "Ecopass" uygulamasını kapsayan ulaşım politikaları paketini 2008 yılı Ocak ayında uygulamaya karar vermiştir (Rotaris et al. 2010).



Şekil 1.2. Milano'da fiyatlandırma bölgesine ait bilgilendirme tabelası.

Fiyatlandırma uygulaması; fiyatlandırma saatleri içerisinde (07.30-19.30) fiyatlandırılmış bölgeye giriş anına göre yapılmaktadır. Milano Ecopass uygulaması, bir tıkanıklık fiyatlandırması uygulaması değildir ve aslında kirlilik fiyatlandırması olarak planlanmıştır. Milano Ecopass uygulaması, emisyon standartlarına dayanan nispeten yüksek seviyeli fiyatlandırma olarak tanımlanmıştır. Milano'da fiyatlandırma değişim aralığı 8 Euro iken, Stockholm'de yaklaşık 1 Euro gibi sınırlı bir değişim aralığı görülmektedir. Milano'da belirlenen en büyük ödenecek fiyat; 10 Euro iken Londra'da kullanılan fiyat 8 Euro'ya yakındır (Rotaris et al. 2010).



Şekil 1.3. Milano’da tıkanıklık fiyatlandırma uygulaması yapılan bölge.

Milano Ecopass uygulamasının temelini; diğer kentlerde uygulanmış trafik tıkanıklık fiyatlandırması politikalarından faydalanılarak ortak bazı esaslar oluşturmaktadır. Milano Ecopass uygulamasında ücret ödeyecek araçlar, araçların emisyon standartlarına göre 5 grupta sınıflandırılmıştır (Rotaris et al. 2010).

1. GİRİŞ

Çizelge 1.3. Milano Ecopass uygulaması araç ücret tarife tablosu (Rotaris vd 2010).

Araçlar için Ecopass Tarifeleri			İndirimli Çoklu Girişler (Maksimum her yıl 100 giriş)		Bölgede Yaşayanlar için Yıllık Geçiş
Fiyat Sınıfları	Tanımı	Günlük Ödeme	%50 indirim (İlk 50 giriş)	%40 indirim (Peş peşe yapılan 50 giriş)	
Sınıf I	Sıvı propan gaz- metan- elektrik-hibrit			Ücretsiz	
Sınıf II	-Benzin Euro III, IV ve daha yeni -Partikül karşıtı filtre dıştan filtreli Diesel Euro IV (30.06.2008 ' e kadar) -Partikül karşıtı filtreli daha yeni ve Diesel Euro IV Otomobiller ile nakliye araçları			Ücretsiz	
Sınıf III	Euro I ve II Benzin	2 €	50 €	60 €	50 €
Sınıf IV	Euro 0 Benzin Euro I-III Diesel Arabalar Euro III Diesel Yük Araçları Euro IV ve V Diesel Otobüsler	5 €	125 €	150 €	125 €
Sınıf V	Euro 0 Dizel Arabalar Euro 0- II Yük Taşıtları Euro 0-III Diesel Otobüsler	10 €	250 €	300 €	250 €

2008 yılı Mart ayı verileri incelendiğinde; fiyatlandırmadan önce fiyatlandırılan bölgede 1 gün içerisinde 84.988 otomobil ve 13.174 nakliye aracı seyahat ederken, fiyatlandırmadan sonra 68.500 otomobil ve 10.502 nakliye aracı seyahat etmiştir. Çizelge 1.4'de görüldüğü üzere, toplamda 1 gün içerisinde 16.488 otomobil ve 2672 nakliye aracı fiyatlandırılan bölgede seyahat etmemesi sonucunda; fiyatlandırılan bölgeyi kullanan taşıtların sayısında %20 oranında azalma meydana gelmiştir. Ayrıca %12,3 oranında trafik yoğunluğunda ve yaklaşık %15 oranında hava kirliliği seviyesinde azalma görülmüştür (Rotaris et al. 2010).

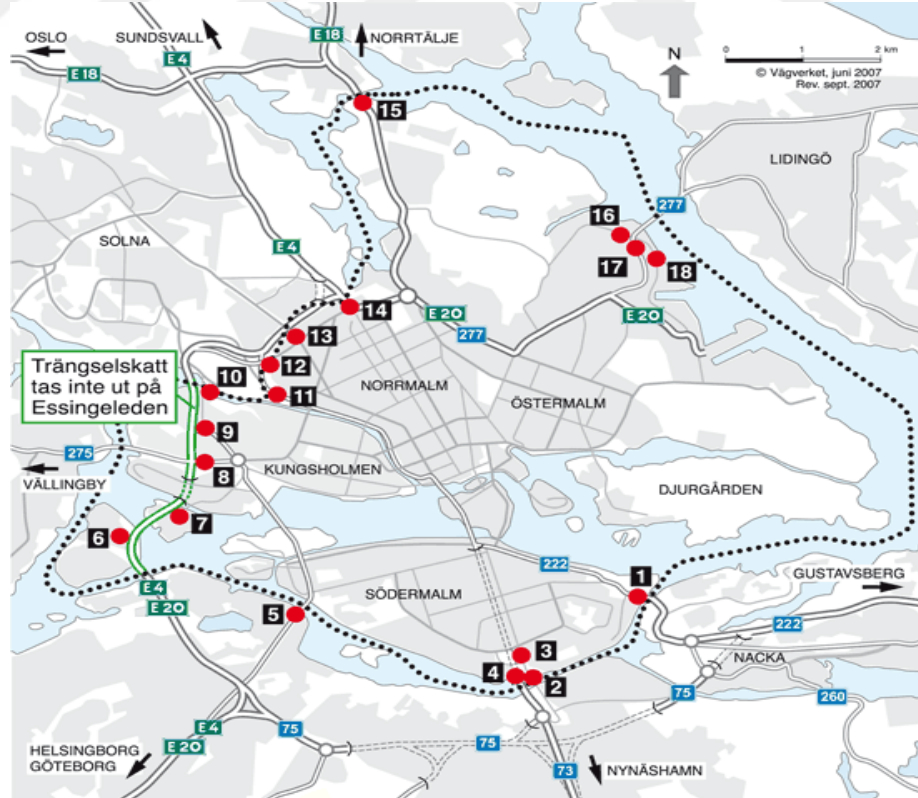
Çizelge 1.4. Milano fiyatlandırma öncesi ve sonrası trafik durumu (Rotaris et al. 2010).

Otomobiller				Nakliye Araçları		
Fiyat Sınıfları	Ecopass Öncesi	Ecopass Sonrası Mart 2008	Değişim	Ecopass Öncesi	Ecopass Sonrası Mart 2008	Değişim
Sınıf I	1.105	1.918	813	92	410	318
Sınıf II	50.993	53.088	2.095	3.399	4.043	644
Sınıf III	11.898	5.960	-5.939	356	494	138
Sınıf IV	20.992	7.535	-13.457	6.653	3.917	-2.736
Sınıf V	0	0	0	2.674	1.638	-1.036
Toplam	84.988	68.500	-16.488	13.174	10.502	-2.672

1.3.2. Stockholm

Şehir merkezindeki yaklaşık 20 mil karelik alan için fiyatlandırma yapılmış kordon tabanlı fiyatlandırmanın en güzel örneği olarak görülmektedir. Fiyatlandırılan bölgede 1.800.000 kent nüfusunun 765.000 kişilik kısmı yaşamaktadır (Şentürk 2012).

Stockholm'deki trafik tıkanıklık fiyatlandırması; dünya genelinde muazzam şekilde dikkatleri üzerine toplamıştır. Trafik, tıkanıklık seviyeleri ve seyahat tarzı üzerinde tıkanıklık fiyatlandırmasının etkilerini ölçmek; çok ilgi gören bir araştırma konusu olmuştur. Fiyatlandırma 2006 yılında 3 Ocak-31 Haziran tarihleri süresince deneme esasına göre başlatılmıştır. Deneme periyodunu, Stockholm şehri ve yakın belediyelerin katılımıyla fiyatlandırma için referandum yapılmıştır. Halkın referandum da trafik tıkanıklığı fiyatlandırması çalışmasına destek vermesi ile uygulama yürürlüğe konulmuştur. Stockholm yerel yönetimi, fiyatlandırma politikasının planlama ve uygulama aşamalarında başarı sağlayan ender yerel yönetimlerden birisi olmuştur (Börjesson et al. 2012).



Şekil 1.4. Stockholm'de tıkanıklık fiyatlandırılması yapılan bölge.

Stockholm trafik tıkanıklık fiyatlandırma sistemi; şehir içerisinde belirlenmiş bir kordon hattı güzergâhının fiyatlandırması uygulamasından oluşmaktadır. Hafta içinde kordon hattında seyahat etmenin ücreti zirve saatler boyunca (07.30-8.30 ve 16.00-17.30) 2 Euro, zirve saatlerin 30 dakika önce ve sonrası için 1,5 Euro ve 06.30-18.30 periyodunun fiyatlandırılmamış geri kalan saatleri boyunca 1 Euro olarak belirlenmiştir. Fiyatlandırmada; kordon hattının her iki yönünde ücret tahsil edilmektedir ve zirve saatleri boyunca gidiş-dönüş şeklinde yapılan seyahatler 4 Euro ödenmesi anlamına gelmektedir. Her gün için maksimum ödenecek fiyat 6 Euro'ya tekabül etmektedir (Börjesson et al. 2012).



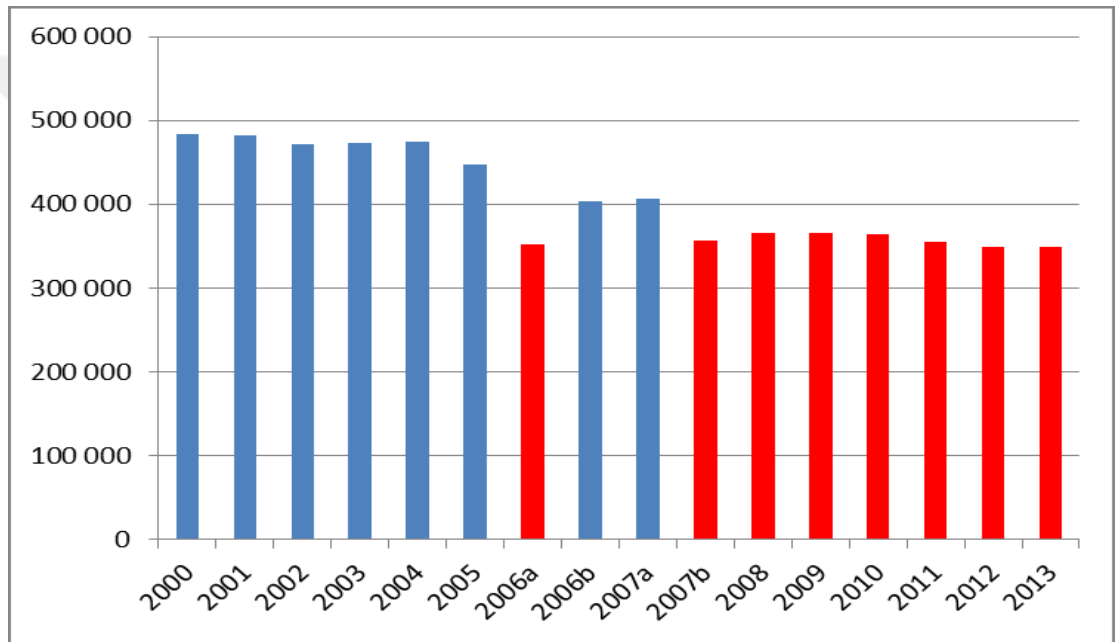
Vardagar (ej dag före söndag och helgdag)	
Kl	Kr
0630 - 0659	10:-
0700 - 0729	15:-
0730 - 0829	20:-
0830 - 0859	15:-
0900 - 1529	10:-
1530 - 1559	15:-
1600 - 1729	20:-
1730 - 1759	15:-
1800 - 1829	10:-

Şekil 1.5. Stockholm tıkanıklık fiyatlandırılması ücret tabelası.

Trafik tıkanıklığının fiyatlandırılması uygulamasından önce, kordon güzergâhını her gün yaklaşık 500.000 araç kullanmaktadır. Yalnızca Essinge Tali Yolunda (E4/E20), şehrin kuzey ve güney bölümleri arasında ücretsiz yolculuk yapılmaktadır. Kent merkezine yapılan iş amaçlı seyahatlerde otobüs, tren, tramvay ve metroyu içeren yaygın bir toplu taşıma sistemi görülmektedir. Fiyatlandırma uygulaması ile beraber toplu taşıma kullanımında ciddi bir artış gözlemlenmiştir. Kent merkezine yapılan seyahatler, zirve saatleri boyunca tüm seyahatlerin %75'ini bulmaktadır ve toplu taşıma seyahatlerinin %57'sini metro ile yapılan seyahatler oluşturmaktadır. Fiyatlandırmadan sonra elde edilen trafik sonuçları; Sampers Ulusal Ulaştırma Modelinde tahmin edilen sonuçlarla kıyaslandığında büyük oranda benzeşmektedir (Börjesson et al. 2014).

1. GİRİŞ

Fiyatlandırma yapılan dönemlerde haftanın 06.00-19.00 saatleri arası belirlenen kordon hattında ortalama trafik hacminde Şekil 2.6’da görüldüğü gibi kayda değer azalma gözlemlenmiştir. 2005 yılındaki trafik hacmine göre kıyaslama yapıldığında ortalama %20 oranında azalma gözlemlenmiştir. Şekil 2.6’da kırmızı gösterimler trafik tıkanıklık fiyatlandırılması uygulamasının yapıldığı dönemleri ve mavi gösterimler ise fiyatlandırma uygulamasının yapılmadığı dönemleri ifade etmektedir. 2006a diye belirtilen dönem; 3 Ocak-31 Haziran deneme uygulamasını, 2007b ise; fiyatlandırılma uygulamasının yapıldığı 15 Ağustos-31 Aralık dönemini kapsamaktadır (Eliasson 2014).



Şekil 1.6. 2000-2013 yılları arası kordon hattı ortalama trafik hacim tablosu.

1.3.3. Londra

Londra trafik tıkanıklığı fiyatlandırması, 17 Şubat 2003 tarihinde uygulanmaya konulmuştur ve alan bazlı fiyatlandırma uygulamasının en güzel örneklerinden biri olmuştur. Uygulama, Londra’nın merkezinde 22 kilometrekarelik bir alanda uygulanmaktadır. Uygulamanın yapıldığı alanda, hafta içi saat 07.00-18.30 saatleri arası seyahat etmek; günlük 5 £ olarak fiyatlandırılmıştır. Giriş ücreti; satış noktaları, benzin istasyonları, internet üzerinden ve telefon yoluyla ödenilmektedir. Ödeme yapmadan bölgeye giren araçlara cezalı fiyat uygulanmıştır (Yüksel 2004).

1. GİRİŞ

Fiyatlandırılma uygulaması, video kamer sistemi ile kayıt altına alınmaktadır. Fiyatlandırılan bölge içerisine ek olarak giriş ve çıkışlara 203 kamera sistemi yerleştirilmiştir. Kameralar; %90 doğruluk payı ile her araç plakasını okuyup kayıt altına alan yüksek çözünürlüklü görüntü almaktadır. Gece yarısı fiyatlandırılmış bölgeye; o gün içinde giriş yapan bütün araçların resimleri ile o gün içinde ücret ödeyen araçların plaka numaraları ile tekrardan karşılaştırılmaktadır. Her kayıt edilen resmin kontrolü yapılmaktadır ve ücret ödemesi yapmayan araçların plaka numaralarına 80 pound tutarında ceza makbuzu gönderilmektedir. Park cezalarında ise bu ücret; 14 gün içerisinde ödenirse 40 pound azalmaktadır. 28 gün içerisinde ceza ödemesi yapılmadığı takdirde, yeni ceza 120 pound tutarına yükseltilmektedir (Santos et al. 2004).

Fiyatlandırmanın fayda-maliyet analizi yapıldığında; her yıl yaklaşık olarak 50 milyon pound net kazanç elde edildiğini göstermiştir. Zamanla seyahat güvenliği olmayan ticari araçlar hariç her yıl 20 milyon pound kar elde edilmiştir. Ayrıca fayda-maliyet analizi, seyahat süresi ile seyahat güvenilirliği konusunda da net kazanımlar elde edildiğini göstermiştir (Waliszewski 2005).



Şekil 1.7. Londra’da tıkanıklık fiyatlandırılması yapılan bölge.

1. GİRİŞ

Londra trafik tıkanıklığı fiyatlandırması uygulaması; üzerinde kapsamlı çalışmaların yapıldığı fiyatlandırma uygulamalarından birisi olmuştur. Dünya'nın demokrasiye önem veren şehirlerden birisi olan Londra'da, toplumun fiyatlandırmayı kabul etmesi sonucunda tıkanıklık fiyatlandırılması politikası başarılı olmuştur (Saruç 2008).



Şekil 1.8. Londra'da fiyatlandırılmış bölgeye giriş ve çıkış tabelaları.

Motosikletler, bisikletler, lisanslı taksiler, itfaiye ve ambulans gibi acil servis taşıtları, engelli araçları, ulusal sağlık sistemi kapsamındaki taşıtlar, otobüs vb. toplu taşıma araçları, kamuya ait araçlar muafiyet kapsamında yer almaktadır. Tıkanıklık fiyatlandırmasının uygulandığı alanlarda yaşayan kişiler, fiyatlandırılmış bölgede %90 indirimli bir şekilde araçlarıyla seyahat etmektedirler. Ayrıca 100 g/km veya daha az karbondioksit yayan ve çevreye az zarar veren yeşil araçlar fiyatlandırılmış bölgede ücretsiz seyahat etmektedir. Kamera sayısı 203'ten 650'ye çıkarılmış ve tıkanıklık fiyat tarifi de 10 £'a yükseltilmiştir. Fiyatlandırma ile elde edilen gelir; kamu taşımacılığı yatırımlarında kullanılması zorunlu kılınmıştır (Şentürk 2012).

Araçlar fiyatlandırılan bölgeye seyahat ettiklerinde; Noel günü, yeni yılın ilk günü, hafta sonu veya resmî tatiller boyunca ücret ödememektedir. Uygulamadan sonra, Londra'daki trafik tıkanıklığı gözle görülür bir şekilde azalmıştır. Kent trafik tıkanıklığı %16 azalmış, trafik sıkışıklığının süresi %20-30 bandına düşmüş ve araç hızı %37 artmıştır (Ye 2012).

Çizelge 1.5. Londra’da günün zirve saatlerinde ortalama hız değerleri (Saruç 2008).

Yıllar	Sabah Zirve Saatleri Ortalama Hız (km/s)	Akşam Zirve Saatleri Ortalama Hız (km/s)
1977-1982	19,6	19,5
1983-1990	18,8	18,2
1990-1997	17,1	17,1
1997-2000	16,1	16,4
2000-2003	15,9	15,4

1.4. Trafik Tıkanıklığı Fiyatlandırması Yöntemleri

Trafik tıkanıklığı incelendiğinde; bu olayın hem karmaşık hem de dinamik bir süreç olduğu görülmektedir. Ayrıca trafik tıkanıklığı mekânsal ve zamansal olarak değişmektedir. Zamansal olarak; zirve talep ve sürekli talep olacak şekilde ele alınmalıdır. Sürekli talep, karayolu yolculuklarının zamanında değişim gözlenmeme durumudur. Zirve talep ise, belli sayıda yolcunun bir yolu aynı saate dilimlerinde kullanmasıdır. Bundan dolayı sıkça, trafik tıkanıklığı için zamana bağlı statik model ve zamandan bağımsız dinamik model şeklinde modellenmesi gündeme gelmiştir (Tezcan 2009).

Yaygın olarak görülen fiyatlandırılma yöntemleri; kordon, bölge ve mesafe bazlı fiyatlandırma yöntemleridir (Ahmed 2011).

Çizelge 1.6. Fiyatlandırma yapılan yerler ve fiyatlandırma türleri (Ahmed 2011).

Uygulamalar	Alan	Kordon	Mesafe
Yerel Uygulama			
Manchester (Tıkanıklık TİF)	√	√	√
Londra	√	√	√
Genoa		√	
Kopenhag		√	
Prag	√	√	
Helsinki			√
Stockholm		√	
Auckland	√	√	
Şanghay		√	
Hong Kong		√	
Ulusal Uygulama			
İngiltere			√
Hollanda			√

1.4.1. Tesis bazlı fiyatlandırma

Tesis bazlı fiyatlandırma; tünellerde, köprülerde ve karayollarında yol geçiş ücreti alınarak trafik tıkanıklık fiyatlandırmasının en yaygın biçimi olarak yıllardır uygulanmaktadır. Bu fiyatlandırma yöntemi, ya bir tesisin bütün şeritlerinde ya da tesisin HOT şeritlerinde uygulanmaktadır. Uzun seyahatlerde toplam ücretin ödenmesi için belirlenmiş birçok noktada veya tesis üzerindeki bir noktada ücretler tahsil edilmektedir (De Palme et al. 2009).

Bu fiyatlandırmaya ülkemizde en güzel örnekler; Fatih Sultan Mehmet Köprüsü, 15 Temmuz Şehitler Köprüsü, Osmangazi Köprüsü, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve yurt genelinde hizmet veren otoyollar gösterilebilir.

1.4.2. Kordon bazlı fiyatlandırma

Kordon bazlı fiyatlandırma uygulamasında kordon içerisinde yapılacak seyahatlerde herhangi bir ücret ödenmezken, belirli saatlerde ve belirli günlerde kordon dış hattından kordon iç hattına yapılacak seyahatler için fiyatlandırılma uygulaması yapılmaktadır. Kordon güzergâhının belirlenmesinde; kentin merkezinde bulunan iş alanlarını kapsayan bir hat olmasına dikkat edilmelidir.

Kordon bazlı fiyatlandırma uygulaması; geliş güzergâhı, gidiş güzergâhı veya her iki güzergâhta da uygulanabilen bir fiyatlandırma yöntemidir. Kordon bazlı uygulama, tek veya birden fazla kordonu kapsayabilmektedir. Norveç trafik tıkanıklık fiyatlandırması oluşturulmuş ilk kordon uygulamasıdır ve fiyatlandırmanın tek amacı, devletin gelir elde etmesi olmuştur. Stockholm tıkanıklık fiyatlandırması; tıkanıklığı düzenlemek için tasarlanmış başarılı kordon bazlı bir uygulamadır ve kent merkezini çevreleyen kordon güzergâhında 18 kontrol noktası yer almaktadır. Singapur Elektronik Yol Fiyatlandırması, 1998 yılında CBD ve Orchard kordon güzergâhlarında üç sınırlanmış bölge, bazı otoyollar ile anayollarda hayata geçirilmiştir. Bu sebeple, kordon ve tesis bazlı fiyat uygulamalarının birleşimi olarak değerlendirilmektedir (De Palme et al. 2009).

1.4.3. Alan bazlı fiyatlandırma

Bu fiyatlandırma uygulaması; belirlenen alan içerisinde seyahat edilmesi halinde uygulanmaktadır. Yani; alan sınırını geçen, sınır içinde bulunan ve hareket eden araçlardan seyahatleri karşılığında ücret ödenme uygulamasıdır. Dünya’da uygulanan ilk örneği, 1975 yılında Singapur’da yapılan tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması olmuştur. Fakat en başarılı ve ses getiren tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması; 2003 yılında Londra’da yapılan uygulama olmuştur (Saruç 2008).

1.4.4. Mesafe bazlı fiyatlandırma

Amerika Birleşik Devletleri’nde ve çeşitli Avrupa ülkelerinde, başta ağır taşıtlar olmak üzere araçların, bir yol güzergâhı veya belirlenmiş bir bölge içerisinde kat ettiği mesafeye göre ücret ödemesi yaptığı uygulamaya denilmektedir. Mesafe bazlı fiyatlandırılma uygulaması, iki şekilde uygulanmaktadır. Birincisinde sadece ağır taşıtlara, ikincisinde ise tüm taşıtlara fiyatlandırma uygulanabilir. Ağır taşıtlara uygulanmasının en önemli sebebi; yol kaplamasına ve çevreye ağır taşıtlar diğer araçlara göre daha fazla zarar vermesi olmuştur. Fiyatın belirlenmesine taşıtın yükü ve tekerlek cinsi gibi parametreler etki etmektedir. Dünyada Avusturya, İsviçre ve Almanya’da örneklerine rastlanılmaktadır (Tezcan 2009).

1. GİRİŞ

1.5. Tezin Amacı ve Kapsamı

Erzurum; Doğu Anadolu Bölgesinde yer almakta olup kış, kültür, sağlık ve yayla turizmleri açısından önemli bir kenttir. Erzurum tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır ve bu medeniyetlerin inşa ettiği önemli tarihi eserler her zaman yerli ve yabancı turistler için uğrak bir nokta olmuştur.

Erzurum, ulaşım yapılarının yeterli sayıda ve nitelikte olmasından dolayı gelişmiş bir ulaşım ağına sahiptir. Karayolları, demiryolu ve havayolu taşımacılığı yönünden gelişmiş bir kenttir.



Şekil 1.9. Erzurum kenti ulaşım haritası.

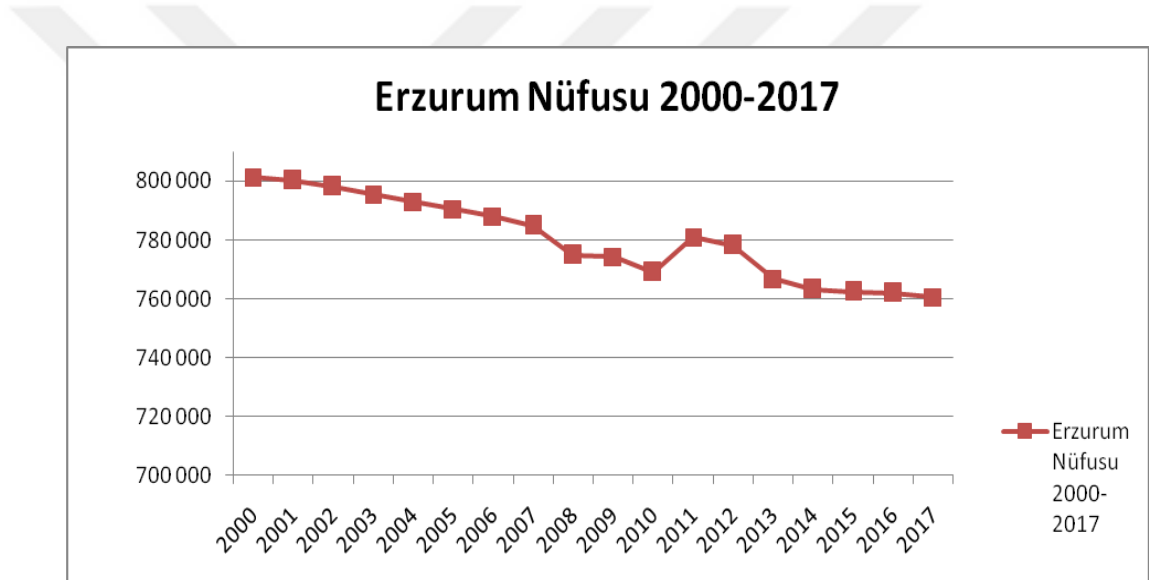
Erzurum'un yüzölçümü 25.066 km² ve TÜİK 2018 verilerine göre kent sınırlarının toplam nüfusu 760.476 kişidir. Bu nüfustan 417.385 kişi Erzurum Kent merkezinde yaşamaktadır. Erzurum Kent merkezi Aziziye, Palandöken ve Yakutiye İlçelerinden oluşmaktadır.

1. GİRİŞ

Çizelge 1.7. Erzurum merkez nüfusunun cinsiyete göre dağılımı.

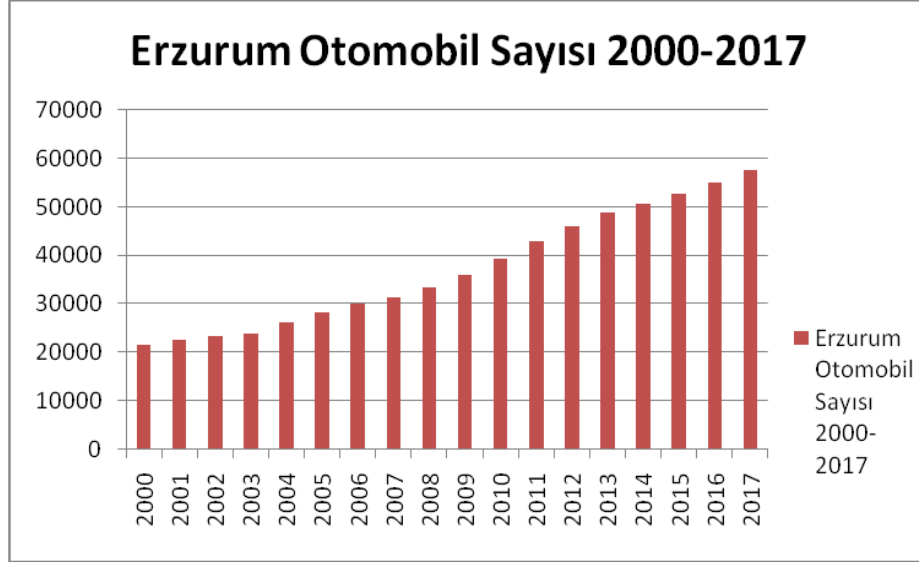
Erzurum Kent Merkezi Nüfus Bilgileri			
Erzurum Merkez İlçeleri	Kadın Nüfus	Erkek Nüfus	Toplam Nüfus
Aziziye	28.074	29.018	57.092
Palandöken	84.690	83.740	168.430
Yakutiye	97.553	94.310	191.863
	210.317	207.068	417.385

Erzurum'un son yıllarda toplam nüfus sayısı incelendiğinde; toplam nüfus 2000 yılında 801.287 iken 2017 yılında 760.476 kişi olmuştur. Toplam nüfus son 17 yılda %5,09 azalmıştır.



Şekil 1.10. Erzurum kentinin 2000-2017 yılları arası toplam nüfus tablosu.

Erzurum kent merkezi ve ilçelerinde toplam otomobil sayısı 2017 yılı Aralık ayında 57.713 olmuştur. Toplam 57.713 otomobilin 48.157 tanesi tescil edilerek Erzurum kent merkezine ve 11.556 otomobil ise Erzurum ilçelerine kayıtlıdır (Erzurum Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü Arşivi).



Şekil 1.11. Erzurum kentine ait yıllık otomobil sahipliği (2000-2017).

Görüldüğü üzere Erzurum göç vermesine rağmen, Erzurum'daki otomobil sayısı yaklaşık 3 (üç) katına çıkmıştır. Erzurum'da yıllardır araç sayısının artmasından dolayı şehrin önemli ulaşım güzergâhlarında trafik yoğunluğu hat safhaya ulaşmış, araç sürücülerinin planladığı yolculuğun süresinde artışlar yaşanmıştır.

Erzurum İli Cumhuriyet Caddesi, kent merkezinin tam ortasında yer almaktadır. Cumhuriyet Caddesi konumu itibari ile Merkezi Yönetim Caddesi, Çaykara Caddesi, Hastaneler Caddesi, Tebriz kapı ve Yoncalık Mevkileri gibi ana ulaşım güzergâhlarını birbirine bağlayan Erzurum'un en önemli ana yolu güzergâhıdır.

Kamuya ait binaların genelde bu caddeye yakın olması, alışveriş ile gezi yerlerinin bu cadde üzerinde bulunması ve Erzurum Kalesi, Lalapaşa Camii, Ulu Camii, Rüstem Paşa Kervansarayı, Çifte Minareli Medrese, Yakutiye Medresesi, vb. tarihi anıtsal yapıların bu cadde üzerinde yer alması bu caddenin önemini daha da artırmaktadır. Eğitim ve sağlık kuruluşları ile önemli ticari merkezlerin bünyesinde barındırmasından dolayı Cumhuriyet Caddesinin Erzurum İli özelinde stratejik bir önemi bulunmaktadır. Erzurum Cumhuriyet Caddesi sahip olduğu bu özelliklerinden dolayı toplumun en çok araç seyahatini gerçekleştirdiği ve trafik yoğunluğunun en çok yaşandığı güzergâh olmuştur.

1. GİRİŞ



Şekil 1.12. Erzurum Cumhuriyet Caddesi kordon güzergâhı.

Trafik yoğunluğunun çözümü için yerel yönetimler bazı yöntemler denemişlerdir. Günümüzde cadde boyunca yerel yönetim tarafından saatlik park ücret uygulaması ve caddeye giriş kısmında ücretli otopark mevcuttur. Cadde üzerinde yol kenarlarında ücretli park uygulamaları, toplu taşıma sistemi ile cadde üzerine seferler düzenlenmesi, caddenin trafiğinin tek yönlü olarak düzenlenmesi, caddeye giriş ve yakın çevre alanlarında ücretli otoparklar yapılması gibi yöntemlerle probleme çözüm aranılmaya çalışılırken bu politikalarda trafik yoğunluğunu çözme noktasında başarı sağlanamamıştır.



Şekil 1.13. Erzurum Cumhuriyet Caddesi trafik tıkanıklığı görüntüsü.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, Erzurum’da yaşanan trafik tıkanıklığı probleminin çözümü için trafik tıkanıklığının fiyatlandırılması konusu ve bu uygulamanın Erzurum ilinde uygulanabilirliği araştırılmak istenmektedir. Kordon bazlı trafik tıkanıklığı fiyatlandırması hesabının oluşturulan modelle ve anket çalışması ile nasıl yapılacağı açıklanmıştır. Modelde sadece Erzurum’a ait genel veriler kullanılmıştır. Ayrıca yapılan anket çalışması ile toplumun trafik tıkanıklığı fiyatlandırması konusundaki düşünceleri öğrenilmeye çalışılmaktadır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, trafik tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması hakkında yapılmış çalışmalardan özetler aktarılmıştır.

Yüksel (2004) İstanbul Boğaziçi Köprüsü için ayrışık ikili lojit tercih modelini kullanarak trafik tıkanıklık fiyatlandırması çalışması yapmıştır. DTUK hız-akım bağıntısı model kapsamında kullanılmış ve araç sahipliği ile hıza bağlı maliyetlerini hesaplayarak OM, TM ve MM değerlerini elde etmiştir. Daha sonra elde ettiği bu değerlerle hız-akım grafiğini oluşturarak herhangi bir akım değerine karşılık teorik fiyatları ve optimum fiyatı hesaplamıştır. Ayrıca çalışmayı bir adım ileriye götürerek trafik tıkanıklığı fiyatlandırmasından elde edilecek gelirle otobüs ile yapılacak toplu taşıma için ek kaynak oluşturarak maliyet analizi yapmıştır. Tıkanıklık fiyatlandırması çalışması ile toplu taşıma ilk yatırım maliyetinin karşılanacağı ve toplu taşımacılığın gelişeceği sonucuna varmıştır. Tıkanıklık fiyatlandırması ile elde edilecek gelirle, toplu taşımacılığın ve ulaşım altyapısının geliştirilmesi için kaynak temini için önemli olduğunu vurgulamıştır. Tıkanıklık fiyatlandırması ile beraber trafikte %25-40 arasında azalmalar sağlanabileceği ve araç hızında 25 km/saat'e kadar artış gözleneceğini dile getirmiştir.

Yüksel ve Bayraktar (2005) İstanbul Boğaziçi Köprüsü için trafik tıkanıklık fiyatlandırılması çalışması yapmışlardır. Uygulamanın toplum içinde sosyal eşitliğe katkı sağlayacağını belirtmiş, toplu taşıma hizmetinde kalitenin artması ile toplu taşımacılığa talebin artacağını dile getirmişlerdir. Ayrıca hava ve gürültü kirliliklerinde azalma yaşanacağından da bahsetmişlerdir.

Saruç (2008) trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması konusunda bilinmeyenleri yazdığı kitapla anlatmaya çalışmıştır. Kitabında; trafik tıkanıklık fiyatlandırılması hesap yöntemlerini, dünya üzerindeki uygulamaları, bireylerin bu konu hakkındaki tutumu ve kabul edilebilirliği gibi temel konulardan bahsetmiştir. Uygulamanın şeffaf bir şekilde yapıldığı takdirde toplum nezdinde kabul edilebilirliğini dile getirmiştir.

Demirtaş (2009) İstanbul İli, Kadıköy İlçesinde yaşanan trafik yoğunluğu problemi için trafik tıkanıklık fiyatlandırılması yönteminin uygulama potansiyel etkilerini araştırmıştır. Fiyat hesabında ayrık lojit modelini kullanmış ve sonuçlar ışığında uygulanacak 5 TL tıkanıklık fiyatı ile önemli derecede trafik yoğunluğunu azaltacağını belirtmiştir. Trafik yoğunluğunun çözümü için yol genişletme veya yeni yol yapma gibi diğer yöntemlerin uygulanabilir olamamasından dolayı fiyatlandırma uygulaması ile yoğunluğun ciddi manada çözüm olacağını savunmuştur.

Tezcan (2009) İstanbul İli, Eminönü İlçesinde yaşanan trafik tıkanıklığını için kesikli tercih analizi modellerinde yaygın olarak kullanılan ikili lojit tercih modelini tercih etmiştir. Eminönü ilçesine yapılan seyahatlerde birden fazla alternatif toplu taşıma sistemi olmasına karşın toplu taşıma sistemlerini ortak olarak değerlendirmiştir. Araç sahipliği ve hıza bağlı maliyetleri hesaplayarak OM ve MM değerlerini ve optimum trafik tıkanıklık fiyatını 5,75 TL olarak elde etmiştir. Bu durumda trafik yoğunluğunun %12 azalacağını ve günlük 900.000 TL'nin üzerinde gelir elde edileceğini dile getirmiştir.

Yüksel vd (2010) trafik yoğunluğu üst düzeyde yaşanan İstanbul İli, Eminönü İlçesinde trafik tıkanıklık fiyatlandırılması konusunu araştırmışlardır. Bölgedeki trafik akımını temsil edecek Akçelik ve MTC hız-akım bağıntılarını kullanarak lojit türel ayırım modeli ile optimum fiyatı belirlenen senaryolara göre Akçelik bağıntısı için 2,68-4,28 \$ aralığında ve MTC bağıntısı için 2,93-4,22 \$ aralığında hesaplamışlardır. Bölge trafiğinde %15-40 arasında azalma ve ortalama araç hızlarında ise 20 km/sa artacağı sonuçlarına varmışlardır.

Tezcan ve Yayla (2010) ise, İstanbul İli, Eminönü İlçesinde trafik yoğunluğu için trafik fiyatlandırması çözümünü savunmuş ve yaşanan trafik tıkanıklığı çözümüne faydalı olacağı ve ciddi düzeyde ilave gelir kazanılacağını düşünmüştür. İkili lojit modeli oluşturularak farklı fiyatlar için kullanıcı davranışları ve elde edilecek gelirlerin hesaplanmasına olanak sağlamışlardır. Optimum tıkanıklık fiyatını 5,042 TL hesaplamışlar ve uygulamaya konulduğunda %15,92 düzeyinde özel otomobil kullanıcı sayısında azalma görüleceğini elde etmişlerdir.

Şentürk (2012) trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasının trafiği yönetmek için basit bir vergi stratejisinden daha öte bir anlam ifade ettiğini belirtmiştir. Tıkanıklık fiyatlandırması, kaynak sıkıntısını azaltmak ve yeni finansal kaynakların üretilmesini sağlamak için kullanılabilir alternatif bir karayolu finansman yöntemi olduğunu savunmuştur. Dünya'daki trafik tıkanıklık fiyatlandırılması örneklerini karşılaştırarak elde edilen faydaları analiz etmiştir. Dünya'da artan başarılı uygulamalar neticesinde özellikle İstanbul'da bu uygulamanın hayata geçirilmesi ve trafiğin yoğun olduğu saatlerde uygulandığında başarılı olunacağı sonuçlarına varmıştır.

Khan and MCIPS (2013) trafik tıkanıklığı yaşayan Bangladeş'in başkenti Dakka kenti içi yıllık trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasını tahmin etmişlerdir. Toplam trafik tıkanıklık fiyatı; araç sahipliği maliyeti, yolculuk süresinin maliyeti ve dışsal maliyetlerden oluştuğunu ifade etmişler ve programlama yöntemi ile 3.868 Milyon \$ gelir elde edileceğini tahmin etmişlerdir.

Koru vd (2017) Ankara İli, Kızılay İlçesinde mevcut trafik yoğunluğu üzerine fiyatlandırma alanında çalışma yapmış, anket verileri sonucunda 1,34 \$ ile 1,91 \$ trafik tıkanıklık fiyat aralığı hesaplamışlardır. Fiyatlandırma yapıldığında özel araçla bölgeye gelişlerin azalacağını ve toplu taşıma sistemlerinin daha fazla tercih edileceğini ifade etmişlerdir. Fiyat uygulaması yapıldığında tıkanıklığın %20-30 civarında azalabileceği ve araç hızlarının ise 15-20 km/sa artabileceği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Ülkemizde trafik tıkanıklık fiyatlandırılması konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde; ya model sonucunda ya da anket sonucuna göre trafik tıkanıklık fiyatı hesabı yapılmıştır. Bu tez çalışmasında; her iki yöntem ile de trafik tıkanıklık fiyatı hesaplanmıştır. Böylece her iki yöntemde elde edilecek sonuçların karşılaştırılarak model çalışması ile halkın anket sonucunda istediği fiyatı temsil edip etmediği araştırılmak istenilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında; Erzurum'un en fazla trafik yoğunluğunun yaşandığı yeri olan Cumhuriyet Caddesi ele alınmıştır. 1077 metre uzunluğunda olan Cumhuriyet Caddesinin 650 metre uzunluğuna tekabül eden Havuzbaşı-Yakutiye Belediyesi arasındaki karayolu kordon güzergâhı olarak seçilmiştir. Erzurum İli Cumhuriyet Caddesi'ne yönelik toplumun bakış açısını görmek için 14 sorudan oluşan trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması anket çalışması yapılmıştır. 25.01.2018 tarihinde arazide araç sayımı ile araç hızı ile alakalı ölçümler yapılmıştır.

Erzurum'un nüfus ve araç sahipliği verilerine TÜİK'in internet sitesinden ve Erzurum kent merkezi toplam otomobil bilgisine Erzurum Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü arşivinden ulaşılmıştır. Motorlu Taşıt Vergisi Tutar Bilgisi, Erzurum Vergi Dairesi Başkanlığı arşivinden alınmıştır.

3.2. Yöntem

Kordon bazlı teorik trafik tıkanıklığı hesabı için önce bütün parametreler belirlenmiştir. Kullanılacak parametrelerin büyüklükleri Erzurum'a ait veriler ile elde edilmiş bu parametreler doğrultusunda modelin denklemleri oluşturulmuştur. Matlab 2015a programında ise, model sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatı hesaplaması yapılmıştır. Tıkanıklık fiyatlandırması anket çalışması verileri SPSS Statistics 17.0 istatistik paket programına yüklenerek frekans tabloları, çubuk ve sütun grafikleri elde edilmiştir. Bu veriler ışığında toplumun tıkanıklık fiyatlandırması hakkındaki düşünceleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Anketteki fiyatlandırma sorusuna verilen cevaplara göre de anket sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatı bulunmuştur.

3.2.1. Teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasına yönelik anket çalışması

Bu bölümde; yapılacak anket çalışmasının amacı, planlama süreci ve teorik tıkanıklık fiyatlandırma hesabının nasıl yapılacağına dair bilgilerden bahsedilecektir.

3.2.1.1. Anket çalışmasının amacı

Araç sahipliğinin artması sonucu kent merkezlerinde yer alan karayolları, trafik kapasitelerini taşıyamaz hale gelmiştir. Bununla beraber yol kenarlarına park etmiş otomobillerin fazla olması, yol platform genişliklerinin yetersiz olması gibi nedenlerden dolayı kent merkezlerinde araç kullanımı oldukça zor bir hal almıştır. Bu noktada asıl iş ulaşım taleplerinin doğru bir strateji ile belirlenerek uygulamaya geçmesidir.

Ulaşım planlamacıları, kent merkezlerinde mümkün olduğunca araç girişini sınırlandırmak istemekte ve girişleri engellemek için çeşitli politikalar belirlemektedirler. Bu politikalardan önce, otomobil kullanıcılarının karakteristik özelliklerini iyi bilmek, gerekirse araştırmalar yapmak ve bu karakteristik özelliklere göre çözüm yolu oluşturmak gerekmektedir.

Erzurum İli, Cumhuriyet Caddesinde yaşanan trafik yoğunluğu için daha önceden uygulanmamış bir çözüm yolu olan trafik tıkanıklığı fiyatlandırması çalışması yapılmak istenmektedir. Erzurum Kent Merkezi; Erzurum-Merkez, Yenişehir-Kayakyolu, Yıldızkent, Şükrüpaşa, Hilalkent-Sanayi ve Aziziye gibi altı bölgeye ayrılmış ve Cumhuriyet Caddesi kordon güzergâhını sıkça kullanan sürücülerle anket çalışması yapılmıştır. Böylece Erzurum kent merkezinde bu cadde üzerinde seyahat eden otomobil kullanıcılarına ait karakteristik özellikler elde edilmeye çalışılmıştır.

3.2.1.2. Anket çalışmasının planlanma süreci

Anket çalışması; ankete katılan sürücülerin demografik verileri, kordon güzergâhını kullanma sıklıkları, seyahat ettiği aracın kime ait olduğu ve masraflarını kimin karşıladığı, aracın kullanım amacının ne olduğu, kordon güzergâhı üzerinde trafik

tıkanıklığının olup olmadığı ve trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması konularını içeren 14 sorudan oluşmaktadır.

Erzurum kent merkezinin altı bölgesinde yapılan anketlerin belli bir düzeyde istatistikî güvenilirliği sağlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, %95 güvenilirlik düzeyinde ve ± 5 hata payı ile yapılacak çalışma için yeterli olacağı düşünülmüştür. Nüfusu 417.845 olan Erzurum kent merkezinde yapılacak anket sayısı (3.1) formülü ile hesaplanmıştır.

$$AS = \frac{Z^2 \times (p) \times (1 - p)}{c^2} \quad (3.1)$$

Bu formülde;

AS: Anket Sayısı

Z: %95 Güvenilirlik Derecesi için tablodan 1,96 alınmıştır.

p: Bir seçeneği işaretleyen yüzde değeridir (Örnek büyüklüğünden dolayı 0,5 alınmıştır).

c: Sonucun güvenilirlik aralığı (sonucun artı eksi ne kadar değişeceğini gösteren aralık)

Nüfus değeri bilindiğinde anket sayısının düzeltme formülü ise; (3.2) denkleminde gösterilen şekildedir.

$$DAS = \frac{AS}{1 + \frac{AS-1}{N}} \quad (3.2)$$

Bu formülde;

DAS: Düzeltilmiş Anket Sayısı

N: Nüfus Sayısı

Hesaplamalar sonucunda 417.845 nüfuslu Erzurum kent merkezinde $\pm 4,18$ hata payı ile %95 güvenilirlikli bir sonuç alabilmek için, 549 adet anket uygulaması yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Daha önceden 6 (altı) bölgeye ayrılan Erzurum kent merkezinde Cumhuriyet Caddesi kordon güzergâhı üzerinde seyahat eden otomobil sahipleri tespit edilmiştir. 16.01.2018-25.02.2018 tarihleri arasında tespit edilen otomobil sahiplerine anket ve trafik tıkanıklığı fiyatlandırması konusunda bilgi verilmiştir. Bilgilendirmeden sonra katılımcılar ile yüz yüze 570 adet anket çalışması yapılmıştır. Katılımcıların anketteki sorulara içtenlikle cevap verdiği varsayılmıştır. Çalışma kapsamında 20 adet anket hatalı olduğu için değerlendirme dışı bırakılmıştır. 550 kişinin anket verileri örneklem kabul edilerek anket bulguları 4. bölümde verilecektir. Anket sonuçları ise 5. bölümde değerlendirilecektir.

3.2.1.3. Anket sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatının bulunması

Erzurum İli, Cumhuriyet Caddesi kordon güzergâhı için hazırlanan anket çalışmasının 14. sorusunda katılımcılara trafik tıkanıklık fiyat tercihleri sorulmuştur. Verilen cevaplar doğrultusunda “Ağırlıklı Ortalama Hesabından” faydalanılarak anket sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatı aşağıdaki formüle göre bulunmaktadır.

$$TTF_{Anket} = (TF_{1.FİYAT} \times n_1 + TF_{2.FİYAT} \times n_2 + \dots + TF_{x.FİYAT} \times n_x) / N \quad (3.3)$$

Burada;

N: Ankete katılan toplam kişi sayısı

n: Bir fiyatı seçen katılımcı sayısı

TF: Anket seçeneklerinde yer alan tercih fiyatları

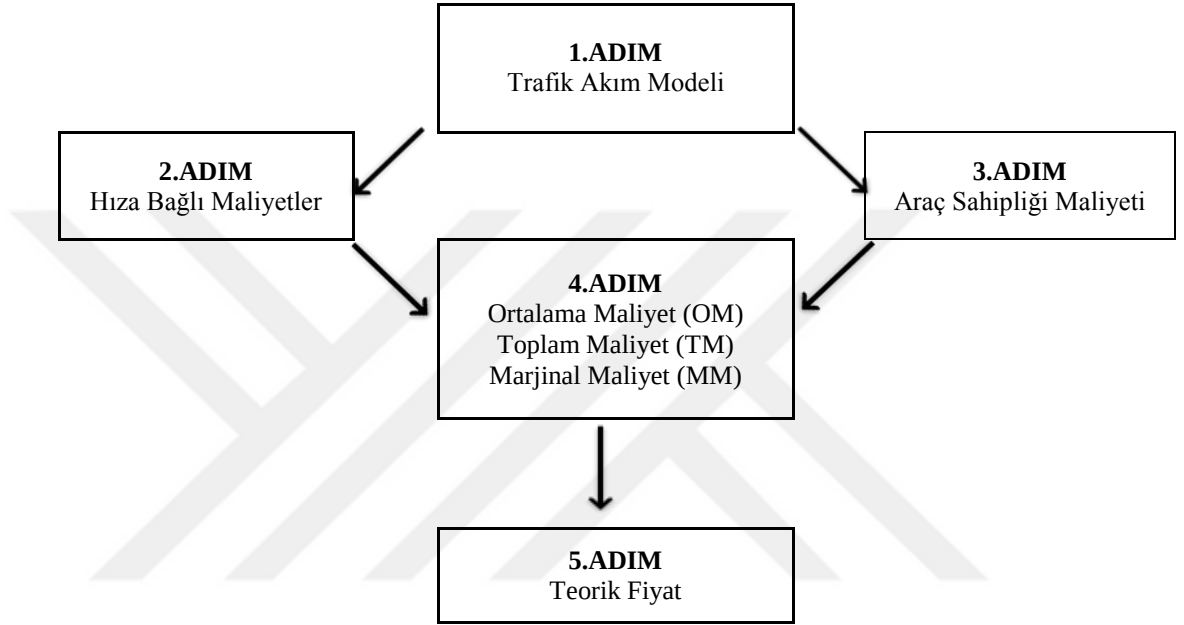
TTF_{Anket} : Anket sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatını göstermektedir.

3.2.2. Teorik trafik tıkanıklığı fiyatlandırılmasına yönelik model çalışması

Bu bölümde; tıkanıklık fiyatlandırılması hesabının yapımında kullanılacak modelin nasıl oluşturulacağı ve parametre değerlerinin nasıl elde edildiğine dair bilgiler bulunmaktadır. Yüksel (2004) tarafından trafik tıkanıklık fiyatlandırılması için oluşturulan model çalışmasından faydalanılmıştır. Hız akım bağıntısı formülünde 1 m yerine kordon güzergahı olan 0,65 m alınarak OM, OMB ve MM formülleri oluşturulmuştur.

3.2.2.1. Teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırılması modelinin planlama süreci

Trafik yoğunluğu çözümü için başvurulmuş uygulamaların tek başına çare olmadığı görülünce, genellikle kent yerel yönetimleri trafik tıkanıklığı fiyatlandırması çözümünü gündemine almışlardır. Bu fiyatlandırma çözümünün uygulanması oldukça önemlidir ve tamda bu noktada planlama çalışmaları çok önemli olmaktadır.



Şekil 3.1. Teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırılmasının hesap adımları.

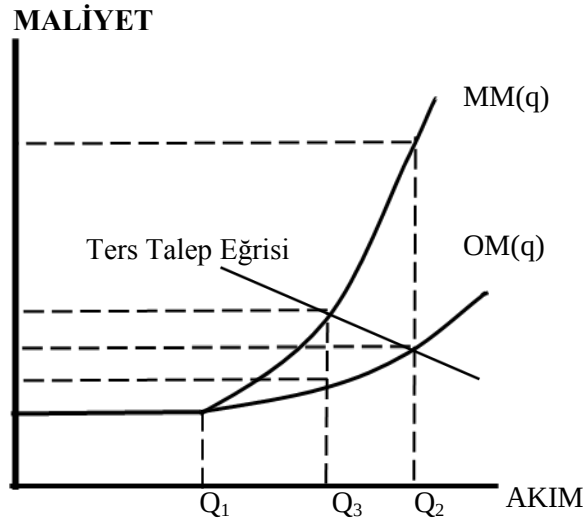
Tıkanıklık fiyatlandırmasını; seçilecek hız-akım bağıntısı, emisyon maliyetleri, yakıt tüketimi maliyetleri ve araç sahipliği maliyeti gibi parametreler belirlemektedir. Fiyatlandırma oluşturulmasında, kordon trafiğindeki araçların homojen yapıda olması ve farklı özelliklerdeki otomobillerin teknik açıdan ortalamaı temsil edecek bir tip otomobil tanımlanması kabulleri yapılmıştır (Yüksel 2004).

Yolculuk maliyeti incelendiğinde; bir yanda seyahat eden sürücülerin dikkate alıp kendi karşıladığı maliyetler, diğer yanda farkında olmadan diğer sürücülere yüklediği maliyetler yer almaktadır. Seyahat eden sürücülerin kişisel maliyetleri; yakıt tüketimi, vergi ve sigortalar, araç bakım-onarım giderleri, yedek parça masrafları ile yolculuk süresinin maliyetinden oluşmaktadır. Trafikte kendi aracı ile seyahat eden kullanıcılar, mevcut trafiğin biraz daha yavaşlamasına neden olarak kendisi ile beraber bütün kullanıcıların yakıt maliyetlerini ve yolculuk sürelerini arttıracaktır. Li (2002),

trafikte tamda bu noktada bulunan tüm kullanıcıların maliyetlerinde artışın toplam değerinin son olarak katılan kullanıcının sebep olduğu ek maliyete eşit olduğunu ve bu maliyetin de “Marjinal Maliyet” olarak isimlendirildiğini belirtmiştir (Yüksel 2004).

“Ortalama Maliyet” ise, otomobil kullanıcısının seyahat planlamasında dikkate aldığı km başına düşen maliyettir. “Toplam Maliyet”, o anda seyahat edeceği karayolu üzerinde bulunan trafikteki araç sayısı ile Ortalama Maliyetin çarpımı sonucu elde edilen maliyete denir (Yüksel 2004).

Maliyetler ile yolculuk talebi birbirleriyle etkileşim halindedir. Şekil 3.2’de görüldüğü üzere, Q_1 akımına kadar trafik yoğunluğu oluşmadığından Marjinal ve Ortalama Maliyet eğrileri birbirinden ayrılmamaktadır. Ters talep eğrisi ile OM eğrisinin kesiştiği nokta (Q_2), tıkanıklık fiyatlandırmasının uygulanmadığı durumdur. Ayrıca seyahat eden sürücüler; sebep olduğu maliyetleri karşıladığında, $MM(q)$ eğrisi dikkate alınacaktır ve denge noktası Q_3 noktası olacaktır. Bu noktada $MM(q)$ eğrisi ile $OM(q)$ eğrisi arasındaki fark trafik tıkanıklık fiyatını (pigou vergisi) verecektir (Yüksel vd 2010).



Şekil 3.2. Ortalama ve Marjinal Maliyet Eğrileri ile Ters Talep Eğrisi ilişkisi.

3.2.2.2. Hız-akım bağıntısının seçimi

Trafik tıkanıklık hesabında seçilecek bağıntı için çeşitli araştırmalar yapılmış olup yolculuk süresi-akım ve hız-akım gibi bağıntılar kullanılmaktadır. En çok kullanılan başlıca bağıntılara ve bu bağıntılarda kullanılan parametrelerin açıklamalarına aşağıda yer verilmiştir.

t : 1 km başına düşen yolculuk süresini,

t_0 : serbest akım hızında 1 km yolculuğun süresini,

Q_s : yolun durgun akım kapasitesini,

Q_1 : pratik kapasiteyi,

J : gecikme katsayısı,

α : kalibrasyon parametresi,

β : kalibrasyon parametresi,

s : doygun akımı,

q : trafik akım değerini ifade etmektedir.

- 1962 yılında Smock

$$t = t_0 \left(\frac{q}{Q_s} \right) \quad (3.4)$$

- 1964 yılında BPR (The Bureau of Public Roads) trafik tahsis el kitabında

$$t = t_0 \times \left[1 + \alpha \times \left(\frac{q}{Q_1} \right)^\beta \right] \quad (3.5)$$

- 1966 yılında Davidson

$$t = t_0 \times \left[1 + J \times \frac{q}{s - q} \right] \quad (3.6)$$

- 1967 yılında Overgaard

$$t = t_0 \times \alpha^{\beta \left(\frac{v}{Q_1} \right)} \quad (3.7)$$

- 1978 yılında Akçelik, Geliştirilmiş Davidson

$$q \leq \mu s \quad \text{ıçınt} = t_0 \times \left[1 + J \times \frac{q}{s - q} \right] \quad (3.8)$$

$$q > \mu s \quad \text{ıçınt} = t_\mu + K_\mu \times (q - \mu s) \quad (3.9)$$

Burada $0 < \mu < 1$ dir ve

$$t_\mu = t_0 \times \left[1 + J \times \frac{\mu}{1 - \mu} \right] \quad (3.10)$$

$$K_\mu = J \times \frac{t_0}{s} \times (1 - \mu)^2 \quad (3.11)$$

- 1985 yılında DTUK

$$t = \begin{cases} l/V_s & (q < Q_1) \\ l/(V_s + q \times V_{sk} - Q_1 \times V_{sk}) & (Q_1 < q < Q_2) \\ \frac{l}{\frac{1}{V_k} + \left(\frac{Q_2 - 1}{8} \right)} & (q > Q_2) \end{cases} \quad (3.12)$$

$$V_{sk} = \frac{V_s - V_k}{Q_1 - Q_2} \quad (3.13)$$

şeklinde ifade edilmiştir.

Burada, V_s serbest akım hızı, V_k kapasitedeki (Q_2) hız, Q_2 serbest akım hızında geçebilecek taşıt sayısı ve l ise yol uzunluğunu göstermektedir.

Yukarıda verilen bağıntılardan DTUK modeli; sadeliği, kullanılacak verilerin arazide kolayca elde edilebilmesi ve modellenmiş akım hızlarının gerçeğe yakın olması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmiştir.

DTUK yolculuk süresi-akım bağıntısı güzergâh uzunluğu 0.65 km alınarak akım-hız bağıntısına dönüştürülmüş ve elde edilen bağıntı (3.14)'te verilmiştir.

$$V = \begin{cases} V_s/0.65 & (q < Q_1) \\ (V_s + q \times V_{sk} - Q_1 \times V_{sk})/0.65 & (Q_1 < q < Q_2) \\ \frac{0.65}{\frac{1}{V_k} + \left(\frac{\frac{q}{Q_2}-1}{8}\right)} & (q > Q_2) \end{cases} \quad (3.14)$$

Burada q: Trafik akım değeri (bo/saat×şerit), V: Trafik akım hızı(km/saat), V_s : Serbest akım hızı (km/saat), V_k : Kapasite hızı(km/saat), Q_1 : Serbest akım hızında geçebilecek maksimum taşıt sayısı (bo/saat×şerit), Q_2 : Pratik kapasite (bo/saat×şerit) ve $V_{sk}=(V_s-V_k)/(Q_1-Q_2)$ göstermektedir.

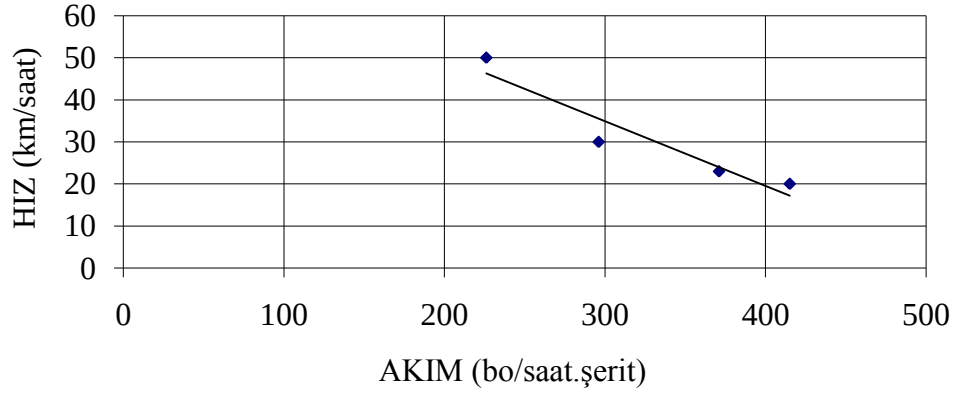
Model hız-akım bağıntısında kullanılacak veriler, arazide yapılan ölçümler sonucunda aşağıdaki gösterildiği gibi elde edilmiştir.

Serbest akım hızı: 50 km/saat

Pratik kapasitedeki akım hızı: 23 km/saat

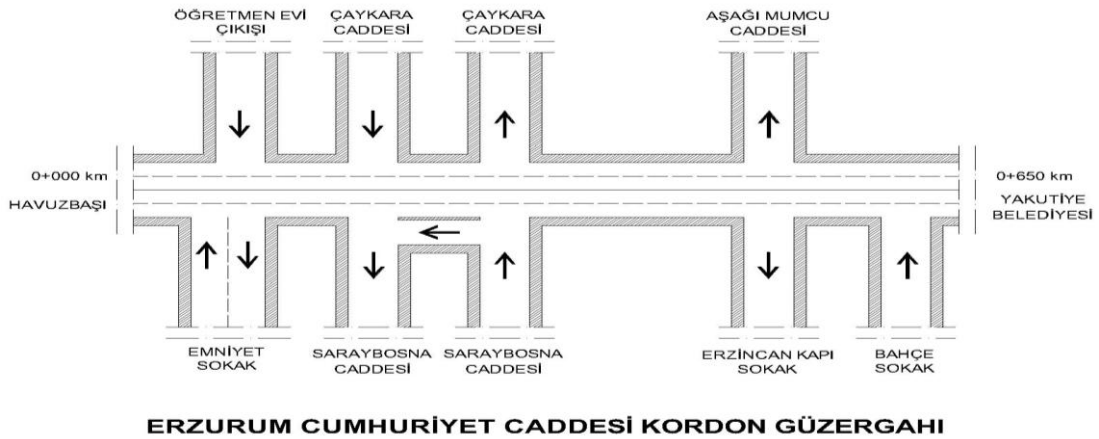
Serbest akım hızında geçebilecek maksimum taşıt sayısı: 226 bo/saat×şerit

Pratik kapasite: 391 bo/saat×şerit



Şekil 3.3. Cumhuriyet Caddesinde ölçülen hız- akım değerlerinin dağılımı.

Cumhuriyet Caddesi'ndeki trafik yoğunluğunu oluşturan bölge, 0+000 km ile 0+650 km kesitleri arası güzergâhtır. Bu güzergâh Şekil 3.4'de görüldüğü üzere Havuzbaşı-Yakutiye Belediyesi karayolunu temsil etmektedir ve bu güzergah kordon güzergahı olarak seçilmiştir. 420 bo/saat×şerit değerinin üzerindeki akım değerleri için hızlar hesaplanmamıştır.



Şekil 3.4. Cumhuriyet Caddesi kordon güzergahı kesiti.

3.2.2.3. Araç sahipliği maliyeti

Araç sahipliği maliyeti, araca sahip olduğu süre boyunca kullanıcının araca yaptığı harcamalar anlamına gelmektedir. Bu maliyet; aracın yaptığı yol uzunluğu, aracın yaşı, tipi, motor hacmi, aracın kaza yapıp yapmaması gibi parametrelerle ilişkilidir. Bundan dolayı araç sahipliği maliyeti; motorlu taşıtlar vergisi, zorunlu trafik

sigortası, emisyon denetim bedeli, araç muayene bedeli, yağ maliyeti, lastik maliyeti ve bakım-onarım maliyetinden oluşur.

Bu maliyetlerin hesabı yapılırken, Erzurum'a ait veriler kullanılmıştır. Maliyetlerin hesaplanmasında, Erzurum kent merkezine kayıtlı bir otomobil yıllık 10.000 km yol kat ettiği kabul edilmiştir. TCMB'nin kayıtlarına göre 02.04.2018 tarihinde 1 Amerikan Dolarının 3,9577 Türk Lirası ettiği verisi tüm çalışma boyunca sabitlenerek bütün hesaplarda bu değerden faydalanılmıştır.

Motorlu Taşıtlar Vergisi (MTV) maliyeti hesaplanırken Erzurum Vergi Dairesi Başkanlığı arşivlerinden faydalanılarak 2017 yılında ortalama bir otomobil için MTV değeri 844,82 TL değeri bulunmuştur. Bu değer yılda kat edilen 10.000 km'ye bölünerek motorlu taşıtlar vergisi maliyeti km başına 0,084 TL/km yani 0,0212 \$/km olarak hesaplanmıştır.

Zorunlu trafik sigortası maliyetinde önemli olan büyüklük, aracın kazaya karışıp karışmama durumudur. Zorunlu trafik sigortası 13.10.1983 tarih ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu uyarınca her yıl yapılması zorunlu bir durumdur. Erzurum'da yapılan araştırmada; kent merkezinde yer alan sigorta şirketlerinin ildeki otomobiller için belirlediği ortalama trafik sigortası değeri 743 TL bulunmuştur. Bu değer yılda kat edilen 10.000 km'ye bölünerek zorunlu trafik sigorta maliyeti km başına 0,074 TL/km yani 0,0188 \$/km olarak hesaplanmıştır.

Emisyon denetimi; 04.04.2009 tarih ve 27190 sayılı resmî gazetede yayımlanan yönetmelik gereği, hususi otomobillerde ilk üç yaş sonunda ve devamında 2 yılda bir uygulanmaktadır. Emisyon denetim bedeli 2018 yılında (Anonim 2018) belirlenen ücretlere göre yıllık emisyon denetim bedeli 27,5 TL bulunmuş olup 10.000 km' ye bölünerek emisyon denetim bedeli km başına 0,003 TL/km yani 0,0007 \$/km olarak hesaplanmıştır.

Araç muayene bedeli, hususi otomobillerde ilk üç yaş sonunda ve devamında 2 yılda bir uygulanmaktadır. Araç muayene bedeli 2018 yılında (Anonim 2018) belirlenen ücretlere göre yıllık araç muayene bedeli 113,28 TL bulunmuş olup 10.000 km'ye

3. MATERYAL ve YÖNTEM

bölünerek araç muayene bedeli km başına 0,0113 TL/km yani 0,0029 \$/km olarak hesaplanmıştır.

Yağ üreticileri tarafından hususi otomobillerde, 1 yıl veya 10.000 km'de bir kez motor yağının değiştirilmesi tavsiyesi yapılmıştır. Kullanılacak yağ ve yağın değişim işçiliği ücreti, otomobillerde yıllık 150,00 TL olduğu belirlenmiş olup 10.000 km'ye bölünerek yağ tüketimi bedeli km başına 0,015 TL/km yani 0,0038 \$/km hesaplanmıştır.

Dikkate alınan otomobillerde lastik değişimi, lastik ömrüne göre 60.000 km' de dört adet lastiğin bir kez değiştirilmesi gerekmektedir. Kullanılacak lastik ve değişim işçiliği ücreti, dikkate alınan araçlarda toplam olarak 1.660,00 TL olduğu belirlenmiş olup 60.000 km'ye bölünerek araç muayene bedeli km başına 0,0277 TL/km yani 0,0070 \$/km olarak hesaplanmıştır.

Araçların bakım-onarım ve yedek parça maliyetinin bulunması için Erzurum'da şimdiye kadar en çok otomobil satan ilk iki otomobil markasının 1300 cc ve 1600 cc arasında değişen motor hacmine sahip modelleri dikkate alınmıştır. Bu araçların 80.000 km içinde düzenli servise gitmelerinin ve bu arada değişme olasılığı yüksek olan parçaların yenilenmesinin maliyeti dikkate alınarak, bakım-onarım maliyeti 4.400 TL bulunmuştur. Bakım-onarım ve yedek parça maliyeti km başına maliyeti ise; 0,055 TL/km yani 0,0139 \$/km hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Araç sahipliği maliyeti.

Maliyet Cinsi	Tutarı	Birimi
MTV	0,0212	\$/km
Zorunlu Trafik Sigortası	0,0188	\$/km
Emisyon Denetimi Bedeli	0,0007	\$/km
Araç Muayene Bedeli	0,0029	\$/km
Yağ Tüketimi Bedeli	0,0038	\$/km
Lastik Bedeli	0,0070	\$/km
Bakım-Onarım ve Yedek Parça	0,0139	\$/km
Toplam	0,0683	\$/km

3.2.2.4. Hıza bağlı maliyetler

Trafik tıkanıklığının maliyetinin hesabında hıza bağlı olarak; yolculuk zamanı, yakıt tüketimi ve hava kirliliğine yol açan zararlı gaz emisyonları maliyetleri hesaplanacaktır. Akım, sürücü ve yol özelliklerinin homojen ve yoldaki araçların benzer oldukları model oluşumu aşamasında kabul edilmiştir (Yüksel 2004).

1960 yıllarından itibaren yolculuk süresinin maliyetinin tahmin edilebilmesi için pek çok çalışma yapılmıştır ve halen günümüzde geçerliliği olan iki tahmin yöntemi bulunmaktadır. İlk yöntem, anket çalışmaları ile otomobilini devamlı kullanan kişilerin tercih ifadelerine göre bir maliyet hesabının yapılmasıdır. İkinci yöntem ise, araç kullanan kişilerin yolculuk süresinin kısalması ile elde edeceği ekonomik getirinin hesaplanması yöntemidir. Li (1999), ikinci yöntemde; genel kabul yolculuk zamanının maliyetinin, kullanıcı gelirinin %50'si ile %100'ü arasında değiştiğinden bahsetmiştir (Yüksel 2004).

Yolculuk süresinin maliyetinin hesaplanması için anket çalışmalarına katılan kişilerin aylık hane geliri sorusuna verdiği cevaplar değerlendirilerek otomobil sahiplerinin ağırlıklı ortalama saatlik gelirlerinin hesaplanması gerekmektedir (Yüksel 2004).

Çizelge 3.2. Otomobil sahiplerinin ağırlıklı ortalama saatlik gelir tablosu.

Kişi Başına Düşen Gelir	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Ortalama Aylık TL	800	2050	3750	6500	8000
Ortalama Saatlik TL	4,55	11,65	21,31	36,93	45,45
Ortalama Saatlik \$	1,15	2,94	5,38	9,33	11,48
Gruplar Ağırlıklı Ortalama Saatlik \$	4,62				

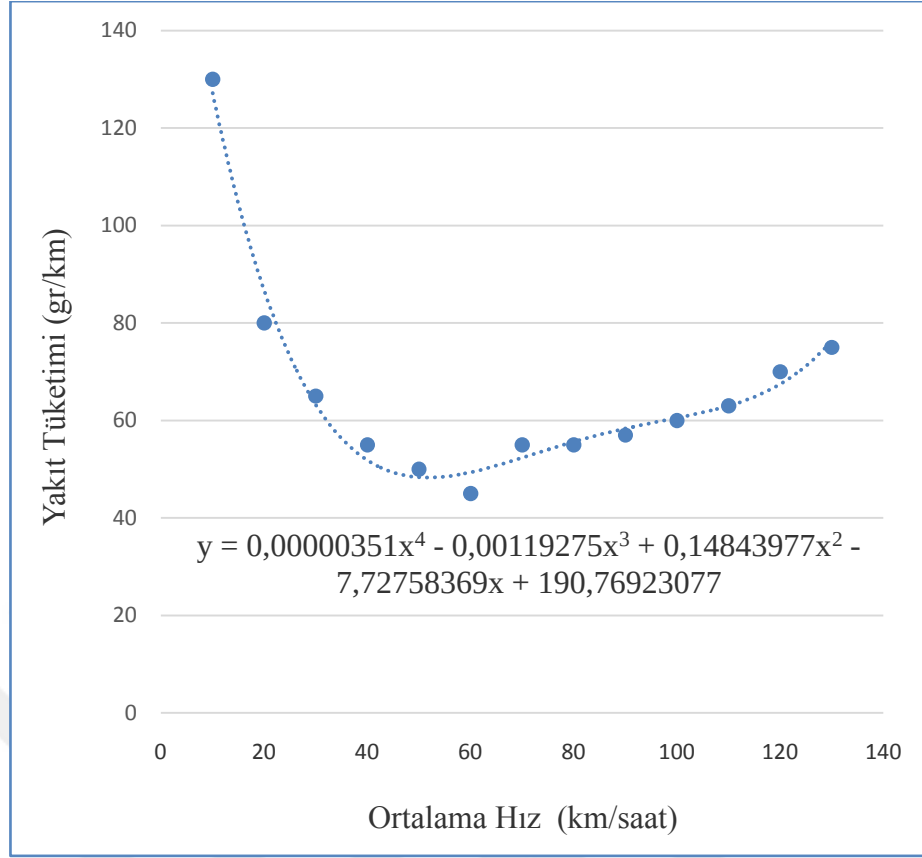
Otomobil sahiplerinin ağırlıklı ortalama saatlik gelirleri Çizelge 3.2'de görüldüğü üzere USD para birimine dönüştürülmüş ve 4,62 \$/saat bulunmuştur. Bulunan değerin %50'si olan 2,31 \$/saat ile %100'ü olan 4,62 \$/saat arasında değişen değerlerin modelde yolculuk süresinin maliyeti için kullanılmasına karar verilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Yakıt tüketimi ve emisyon maliyetlerinin akım hızı ile değişimi için Avrupa Birliği Ekonomi Komisyonunun oluşturduğu ECE 15-04 sayılı düzenleme standartları içinde kalan otomobillerin ölçümler sonucu ortaya konmuş olan ortalama seyahat hızına bağlı yakıt tüketimi ve zararlı gaz emisyon değerleri kullanılmıştır. ECE 15-04 adlı standart düzenleme, Avrupa’da üretilen otomobillerde 1984 yılında uygulamaya konulurken Türkiye’de 1988’de uygulamaya konulabilmiştir. Araç kullanımı sırasında insan sağlığı açısından zararlı CO (karbon monoksit), CO₂ (karbondioksit), NO_x (azot oksitler), VOC (uçucu organik bileşikler) veya HC (hidrokarbonlar) ile mikro partiküller araç egzozundan dışarı atılır. VOC’un temel maddesi, petrolün yakılamayan bir bileşeni olarak havaya salınan hidrokarbonlardır. CO emisyon maliyeti ihmal edilecek kadar çok düşük olduğundan fiyat hesabında değerlendirilmemiştir. Harwoth et al. (2001), CO, NO_x ve HC emisyonlarının araç hızı ile değişimini gösteren grafiği oluşturmuşlardır (Yüksel 2004).

Çizelge 3.3. Yakıt tüketimi ve gaz emisyonlarının araç hızıyla değişim tablosu.

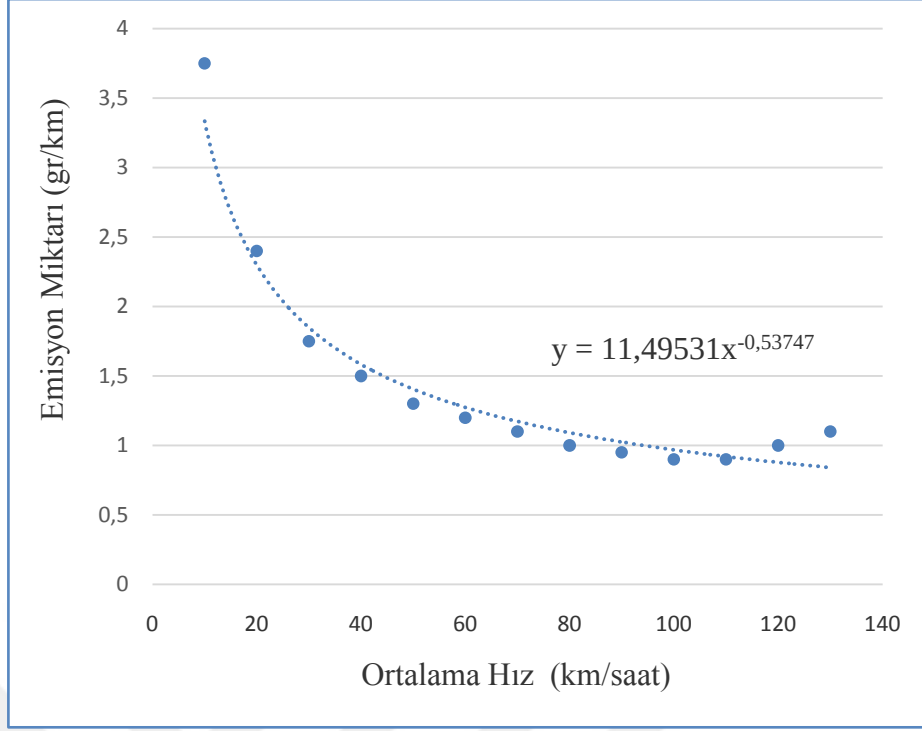
Ortalama Hız	HC Emisyon Miktarı	CO Emisyon Miktarı	NO _x Emisyon Miktarı	Yakıt Tüketim Miktarı
km/saat	gr/km	gr/km	gr/km	gr/km
10	3,75	55	1,4	130
20	2,4	25	1,6	0
30	1,75	20	1,75	65
40	1,5	18	1,85	55
50	1,3	15	2,2	50
60	1,2	13	2,4	45
70	1,1	12	2,6	55
80	1	11	2,8	55
90	0,95	10	3,2	57
100	0,9	11	3,5	60
110	0,9	12	3,8	63
120	1	15	4,3	70
130	1,1	18	4,8	75



Şekil 3.5. Yakıt tüketiminin araç hızı ile değişim grafiği.

Yakıt tüketimini $f_1(V)$ ve ortalama hızı V ile gösterildiğinde, grafikten elde edilen denklem aşağıdaki hali almaktadır.

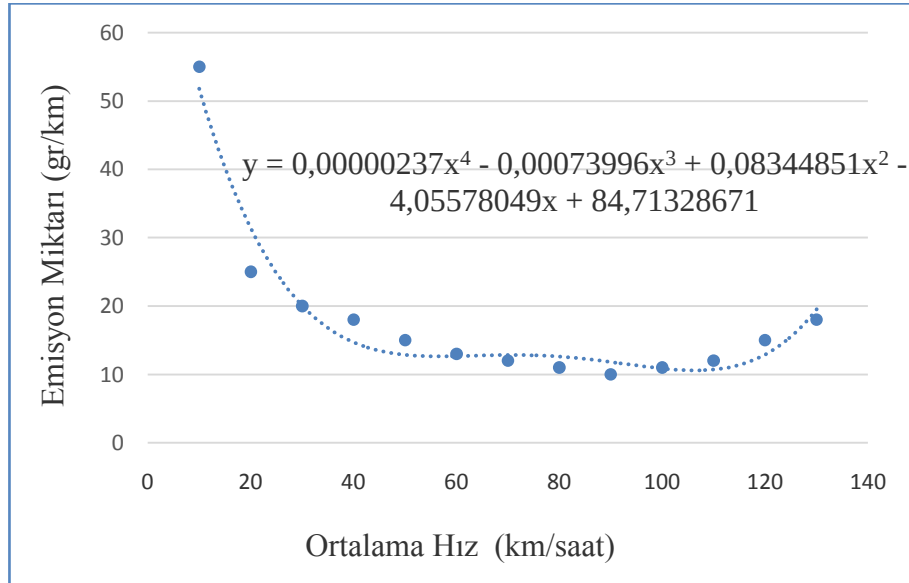
$$f_1(V) = 0,00000351 \times V^4 - 0,00119275 \times V^3 + 0,14843977 \times V^2 - 7,72758369 \times V + 190,76923077 \quad (3.15)$$



Şekil 3.6. Hidrokarbon emisyon miktarının araç hızı ile değişim grafiği.

Hidrokarbon emisyon miktarını $f_2(V)$ ve ortalama hızı V ile gösterildiğinde, grafikten elde edilen denklem aşağıdaki hali almaktadır.

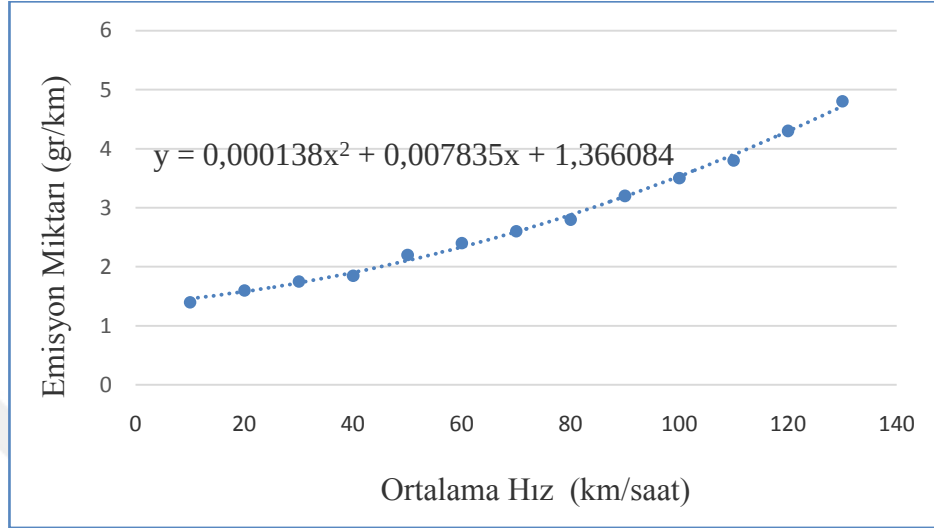
$$f_2(V) = 11,49531 \times V^{-0,53747} \quad (3.16)$$



Şekil 3.7. Karbon monoksit emisyon miktarının araç hızı ile değişim grafiği.

Karbon monoksit emisyon miktarını $f_3(V)$ ve ortalama hızı V ile gösterildiğinde, grafikten elde edilen denklem aşağıdaki hali almaktadır.

$$f_3(V) = 0,00000237 \times V^4 - 0,00073996 \times V^3 + 0,08344851 \times V^2 - 4,05578049 \times V + 84,71328671 \quad (3.17)$$



Şekil 3.8. Azot oksit emisyon miktarının araç hızı ile değişim grafiği.

Azot oksit emisyon miktarını $f_4(V)$ ve ortalama hızı V ile gösterildiğinde, grafikten elde edilen denklem aşağıdaki hali almaktadır.

$$f_4(V) = 0,000138 \times V^2 + 0,007835 \times V + 1,366084 \quad (3.18)$$

Bulunan bu bağıntı fonksiyonlarından maliyet hesabına geçilebilmesi için bu değerlere ait parasal karşılıkların hesaplanması gerekmektedir.

Araçla yapılan 1 km seyahate ait yakıt tüketim maliyetinin hesaplanmasında km başına düşen tüketim değeri kullanılan yakıt satış fiyatıyla çarpılması gerekmektedir. Erzurum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Erzurum İli Temiz Hava Eylem Planında (2014-2019) belirtildiği üzere; Erzurum'daki otomobillerin %29,44'ü benzin, %17,57'si motorin ve %52,99'u lpg türü yakıt ile çalışmaktadır. Burada araçlarda kullanılan benzin, motorin ve lpg yakıtlarının akaryakıt istasyonlarında satılan fiyatlar ve otomobil yakıt yüzdeleri ile hesap yapılmalıdır. 29.03.2018 tarihinde kurşunsuz benzin 6,01 TL, motorin 5,37 TL ve lpg 3,45 TL değerinde satılmaktadır (Aytemiz Petrol Fiyat Listesi).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

1 litre yakıt fiyatı ağırlıklı ortalama hesabı ile $6,01 \times 0,2944 + 5,37 \times 0,1757 + 3,45 \times 0,5299 = 4,54$ TL bulunmuş ve 1 gr yakıtın maliyeti ise 0,00454 TL hesaplanmıştır. Bu değer USD para birimine çevrildiğinde 0,00115 \$'a tekabül etmektedir.

NO_x ve HC emisyonları insan sağlığını etkileyen ve ozon üretimini tetikleyen zararlı gaz emisyonlarıdır. CO emisyonu insan sağlığını etkiler ve iklim değişimine neden olur. Yapılan araştırmalar sonucunda, Türkiye'de otomobil kaynaklı emisyon maliyetine ilişkin bir çalışma olmadığı görülmüştür. Bunun için birim emisyon fiyatlarının hesabında; Avrupa Birliğine üye 15 ülkenin (EU-15) tarafından üretilen değerlerden faydalanılmıştır. NO_x emisyonunun EU-15 maliyeti 2002 yılı için 0,00420 Euro/gr, HC emisyonunun EU-15 maliyeti 2002 yılı için 0,00210 Euro/gr ve CO emisyonunun EU-15 maliyeti 1998 yılı için 0,00015 Euro/gr olarak hesaplanmıştır (Yüksel 2004).

Önceki tarihlere göre hesaplanmış emisyon maliyetleri 2018 yılına dönüştürülmesi için paranın yıllık getirisi olarak %4 kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. EU-15 emisyon maliyetlerinin 2018 yılına dönüştürülmüş birim maliyet tablosu.

Emisyon Cinsi	Hesaplandığı Yıl	EU-15 Maliyeti Euro/gr	EU-15 Maliyetinin 2018 Yılına Dönüştürülmüş Birim Maliyet (2018) Euro/gr
NO _x	2002	0,00420	0,00787
HC	2002	0,00210	0,00393
CO	1998	0,00015	0,00033

02.04.2018 tarihinde Euro-Dolar paritesi 1,2331 değeri olduğundan bu değer tez çalışması boyunca sabitlenmiştir. Yukarıda hesaplanmış maliyetlerin ülkemiz için güncellenmesi için IMF tarafından hazırlanan 2017 yılı satın alma gücü paritesi raporundan faydalanılmıştır. Raporda; Avrupa Birliği ülkelerinde kişi başına düşen milli gelir 35.830 \$ ve Türkiye'de kişi başına düşen milli gelir 25.780 \$ değerlerinden bahsedilmiştir. Güncelleme işlemi için kullanılacak katsayı; Türkiye'deki kişi başına düşen milli gelirin, Avrupa Birliği ülkelerindeki kişi başına düşen milli gelire

bölünmesiyle bulunacaktır. Güncelleme katsayısı, $25.780/35.830=0,720$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.5. Emisyon maliyetlerinin Türkiye’ye güncellenmiş birim maliyet tablosu.

Emisyon Cinsi	EU-15 Maliyetinin 2018 Yılına Dönüştürülmüş Birim Maliyet (2018) Euro/gr	USD Doları birim maliyeti \$/gr	Türkiye’ye Güncellenmiş Birim Maliyet \$/gr
NO _x	0,00787	0,00970	0,00698
HC	0,00393	0,00485	0,00349
CO	0,00033	0,00041	0,00030

3.2.2.5. OM, OMB ve MM ile trafik tıkanıklık fiyatına ait modelin oluşturulması

OM, otomobil kullanıcısının seyahat planlamasında dikkate aldığı km başına düşen maliyete denilmektedir. TM ise, o anda seyahat edeceği yol üzerinde bulunan trafikteki araç sayısı ile OM’nin çarpımı sonucu elde edilen maliyete denir. MM, seyahat edilen yola katılan her bir aracın, trafikte yer alan araçların her birine getirdiği ek maliyetlerin toplamına denilmektedir. MM ile OM’nin herhangi bir akım değeri için hesaplanan değerleri arasındaki farka o akım değerine karşılık gelen TTF verecektir (Yüksel 2004).

Matematiksel anlamda MM, TM’nin trafik akım değerine göre türevi ile ifade edilmektedir ve OM fonksiyonu hıza bağlı olarak 3.22’deki formülde olduğu gibi gösterilmektedir.

$$TM(q) = q \times OM(q) \quad (3.19)$$

$$MM(q) = q \times OM(q) \frac{dv}{dq} \quad (3.20)$$

$$V = f_v(q) \quad (3.21)$$

$$OM(V) = k_1 + \frac{k_2}{V} + k_3 \times f_1(V) + k_4 \times f_2(V) + k_5 \times f_3(V) + k_6 \times f_4(V) \quad (3.22)$$

Bu denklemde;

k_1 = Araç sahipliği maliyeti (\$/km)

k_2 = Zaman maliyeti (\$/saat)

k_3 = Yakıt maliyeti (\$/gr)

k_4 = HC maliyeti (\$/gr)

k_5 = CO Maliyeti (\$/gr)

k_6 = NO_x maliyeti (\$/gr) ifade etmektedir.

(3.22) bağıntısında; k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , k_5 ve k_6 maliyet değerleri 3.3.2.3. ve 3.3.2.4. bölümlerinde bulunmuştur. Ayrıca $f_1(V)$, $f_2(V)$, $f_3(V)$ ve $f_4(V)$ denklemleri sırasıyla (3.15), (3.16), (3.17) ve (3.18) denklem numaraları ile 3.3.2.4. bölümünde verilmiştir.

(3.21) denkleminde $f_v(q)$ hız akım değeri bağıntısını göstermek için $V=f_v(q)$ olacak şekilde yerleştirildiğinde q değişkenine bağlı OM fonksiyonu elde edilmektedir. Bu durumda, (3.23) denklemi oluşur.

$$OM(V) = OM(f_v(q)) = OM(q) \quad (3.23)$$

Modelde kullanılacak (3.15) numaralı hız akım bağıntısı parçalı olduğundan üç akım aralığı için üç tane farklı OM(q) fonksiyonu oluşturulur. (3.20) denklemi ile MM(q) fonksiyonu bulunur ve buradan her akım değerine karşılık gelen teorik tıkanıklık fiyatları hesaplanır (Yüksel 2004).

$$TTF_1(q) = MM(q) - OM(q) \quad (3.24)$$

Oluşturulan modelde OM fonksiyonu q parametresine bağlı olarak (3.25) denklemi elde edilir.

$$OM(q) = k_1 + \frac{k_2}{f_v(q)} + k_3 \times f_1(f_v(q)) + k_4 \times f_2(f_v(q)) + k_5 \times f_3(f_v(q)) + k_6 \times f_4(f_v(q)) \quad (3.25)$$

Teorik Tıkanıklık Fiyatını bulmak için kullanıcının yola katılması durumunda oluşan tüm maliyetlerden (MM), seyahat eden sürücülerin kendi karşıladığı kısmı (OM) çıkarılması gerekecektir. Oysa model denkleminde, gerçekte karşılanmayan emisyon maliyetleri de yer almaktadır. Bundan dolayı, OM(q) fonksiyonundan emisyon maliyetleri çıkarılarak OMB(q) fonksiyonu (3.26) denkleminde gösterildiği gibi elde edilecektir (Yüksel 2004).

$$OMB(q) = k_1 + \frac{k_2}{f_v(q)} + k_3 \times f_1(f_v(q)) \quad (3.26)$$

Teorik tıkanıklık fiyatı, seyahat eden sürücülerin sebep olduğu ve karşılamadığı maliyetlerin toplamından oluştuğu için modelde kullanılacak tıkanıklık fiyatı (3.27) ve (3.28) denklemlerinde olduğu gibi bulunacaktır.

$$TTF_2(q) = MM(q) - OMB(q) \quad (3.27)$$

$$TTF_2(q) = MM(q) - (k_1 + \frac{k_2}{f_v(q)} + k_3 \times f_1(f_v(q))) \quad (3.28)$$

Bu şekilde edilen TTF₂ değeri; TTF₁ değerinden farklı olarak seyahat eden diğer kullanıcılara getirdiği ve karşılamadığı maliyetin dışında, kendi aracının sebep olduğu ve maliyetini karşılamadığı emisyon maliyetleri bulunmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında; trafik tıkanıklığının yüksek seviyede yaşandığı DTUK hız-akım bağıntısının $q > Q_2$ durumu incelenecektir. Matlab 2015a programında; Ek 2’de verilen $q > Q_2$ için MM(q) ve OMB(q) değerleri çözüme kavuşturularak model sonucu teorik trafik tıkanıklığı fiyatı hesabı yapılacaktır

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

Bu bölümde; anket ve model çalışmalarından elde edilen veriler yer almaktadır.

4.1.1. Anket çalışması bulguları

Yapılan anket çalışmasına ait edilen veriler SPSS Statistics 17.0 istatistik paket programında veri girişi yapılarak kayıt altına alınmıştır. Anket sorularına katılımcıların verdiği cevaplardan, çubuk ve sütun grafikleri elde edilmiştir. Anket sonucu teorik trafik tıkanıklık fiyatlandırması hesabı yapılmıştır.

4.1.1.1. Anket verilerinin istatistiksel analizi

Ankette yer alan 15 sorunun verilen cevaplar doğrultusunda; çubuk ve sütun grafikleri bu bölümde verilmiştir.

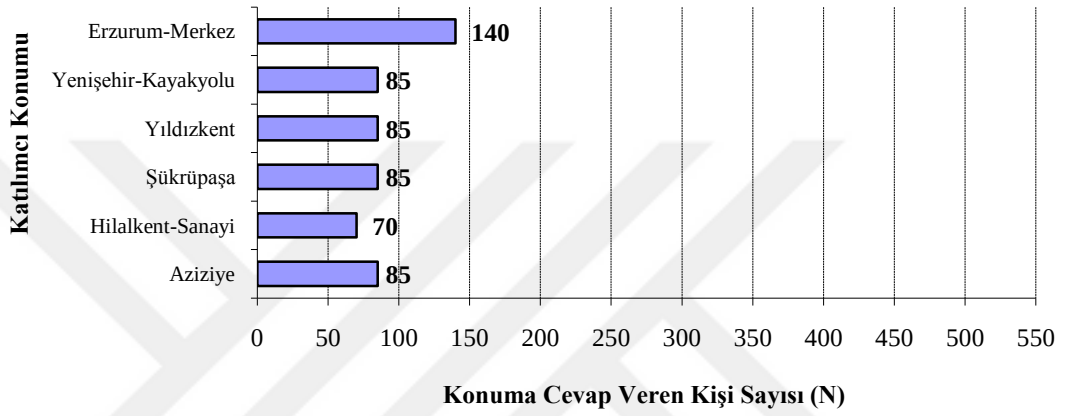
Anketlerin uygulandığı bölgeler ve katılımcılara ait demografik veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Anket uygulanan bölgeler ve katılımcılara ait demografik veriler.

		N	%
Konumunuz nedir?	Erzurum-Merkez	140	25,45
	Yenişehir-Kayakyolu	85	15,45
	Yıldızkent	85	15,45
	Şükrüpaşa	85	15,45
	Hilalkent-Sanayi	70	12,75
	Aziziye	85	15,45
Yaş Aralığınız Nedir?	18-25 Yaş	97	17,64
	26-35 Yaş	175	31,82
	36-45 Yaş	168	30,54
	46-60 Yaş	88	16,00
	61 Yaş ve Üzeri	22	4,00
Cinsiyetiniz Hangisidir?	Erkek	484	88,00
	Kadın	66	12,00
Eğitim Durumunuz	İlkokul-Ortaokul	57	10,36
	Lise	159	28,91
	Ön lisans	93	16,91
Aşağıdakilerden Hangisidir?	Üniversite	200	36,36
	Yüksek Lisans	30	5,46
	Doktora	11	2,00
Aylık Hane Geliriniz Aşağıdakilerden Hangisidir?	1.600 TL ve Altı	61	11,09
	1.601-2500 TL Arası	201	36,55
	2.501-5.000 TL Arası	217	39,45
	5.001-8.000 TL Arası	49	8,91
	8.001 TL ve Üzeri	22	4,00

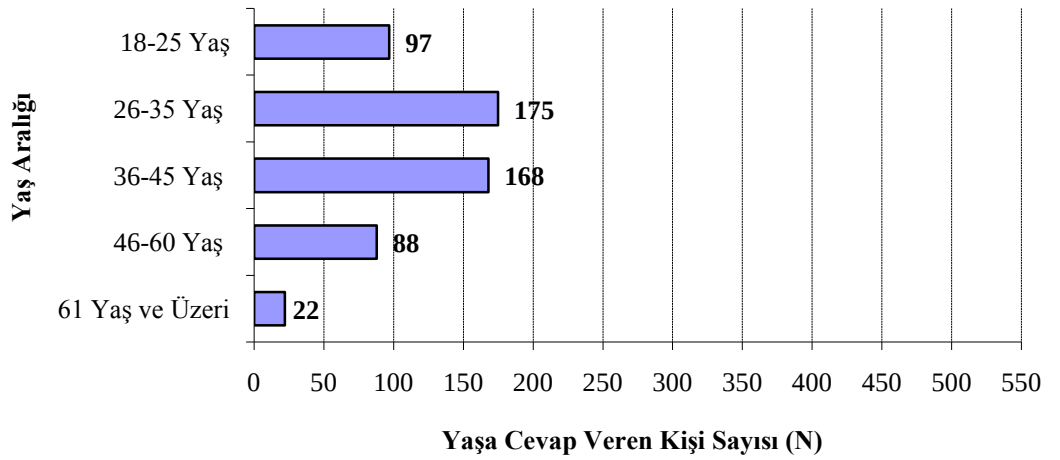
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Erzurum kentinin her noktasından Cumhuriyet Caddesine yolculuk yapıldığından yapılacak anket uygulamasının kentin tümünü yansıtmaya dikkat edilmiştir. Kent altı farklı bölgeye ayrılarak anket sayıları nüfus ve araç sahipliğine göre belirlenmiştir. %25,45 ile en çok anket çalışması, Cumhuriyet caddesini içerisinde bulunduran Erzurum-Merkez Bölgesinde yapılmıştır. %12,75 ile en az anket çalışması ise; nüfus ve araç sahipliğinin diğer bölgelere nazaran daha düşük olduğu Hilalkent-Sanayi bölgesinde yapılmıştır.



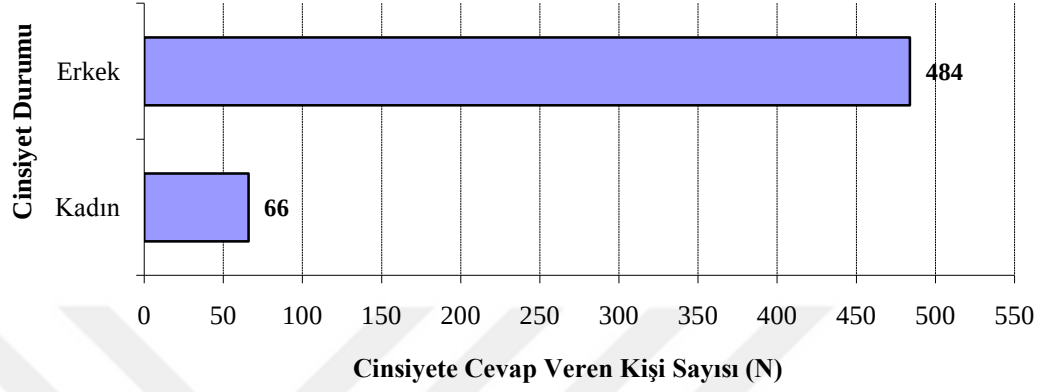
Şekil 4.1. Konum çubuk grafiği.

Katılımcıların yaş grupları incelendiğinde; %31,82 ile en fazla katılımcının 26-35 yaş ve %4 ile en az katılımcının ise 61 yaş ve üzeri olduğu görülmüştür. 36-45 yaş arası katılımcılar, en fazla katılım gösteren 26-35 yaş grubuna yakın değerdedir.



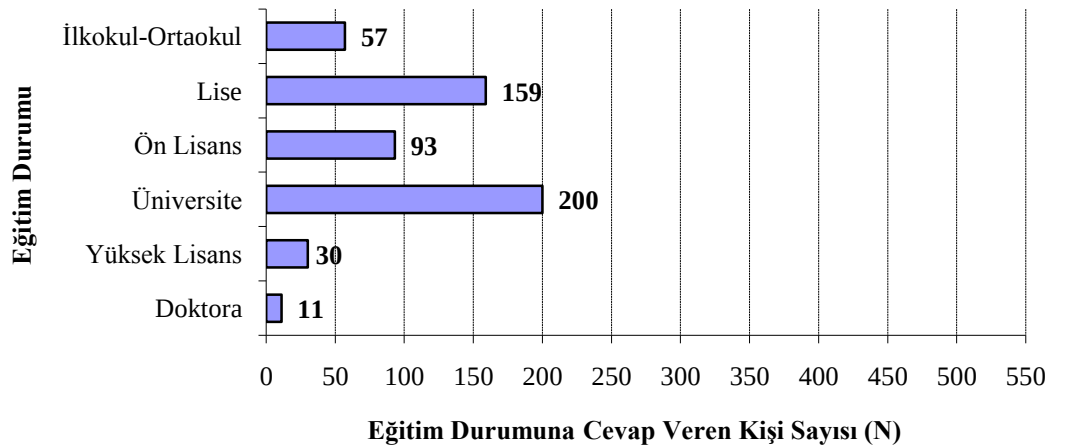
Şekil 4.2. Yaş grubu çubuk grafiği.

Erzurum Kent Merkezinde kadın nüfusu, erkek nüfusundan fazla olmasına karşın kadınlar, araç kullanma ve otomobil sahipliğinde erkeklerin oldukça gerisinde kalmıştır. Katılımcıların %88'i erkek ve %12'si kadındır. Cinsiyete ilişkin çubuk grafiği Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Cinsiyet çubuk grafiği.

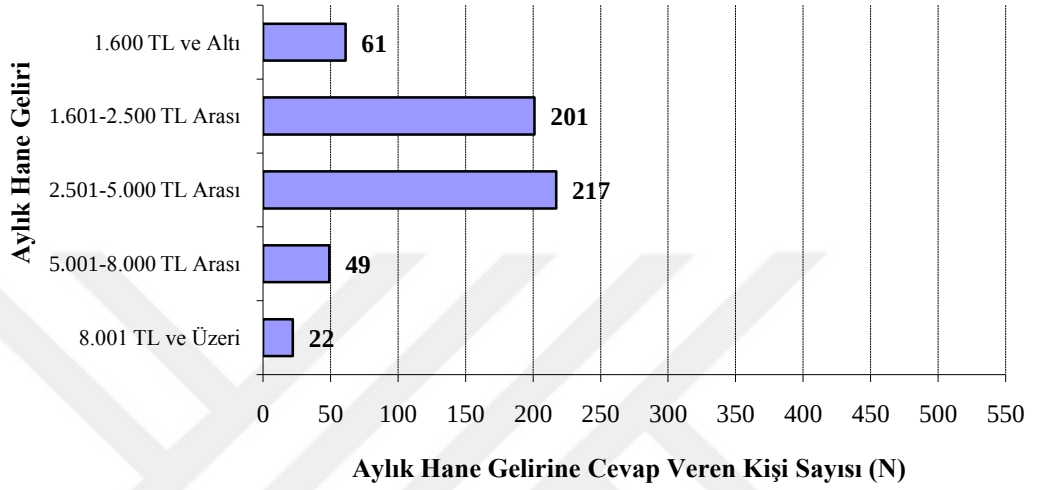
Katılımcıların eğitim durumları incelendiğinde; en yüksek katılımın %36,36 ile üniversite mezunu olduğu ve 2.sırada ise %28,91 ile lise mezunlarının olduğu görülmüştür. Yüksek lisans ve doktora mezununun genel itibari ile kent merkezinde az sayıda bulunmasından dolayı anket uygulamasında en az %5,46 ile yüksek lisans mezunu ve %2 ile de doktora mezunu katılımcı olduğu görülmüştür. Eğitim durumuna ilişkin çubuk grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Eğitim durumu çubuk grafiği.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Ankete katılım gösteren kişilerin aylık hane gelirleri incelendiğinde; 1.601-2.500 TL arası ve 2.501-5.000 TL arası gruplar en yüksek katılım gösteren gruplar olmuşlardır ve toplam katılımcıların %76'sının bu iki grup olduğu gözlemlenmiştir. En az katılım gösteren grup ise, %4 ile 8.001 TL ve üzeri grup olmuştur. Aylık hane gelirine ilişkin çubuk grafiği Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Aylık hane geliri çubuk grafiği.

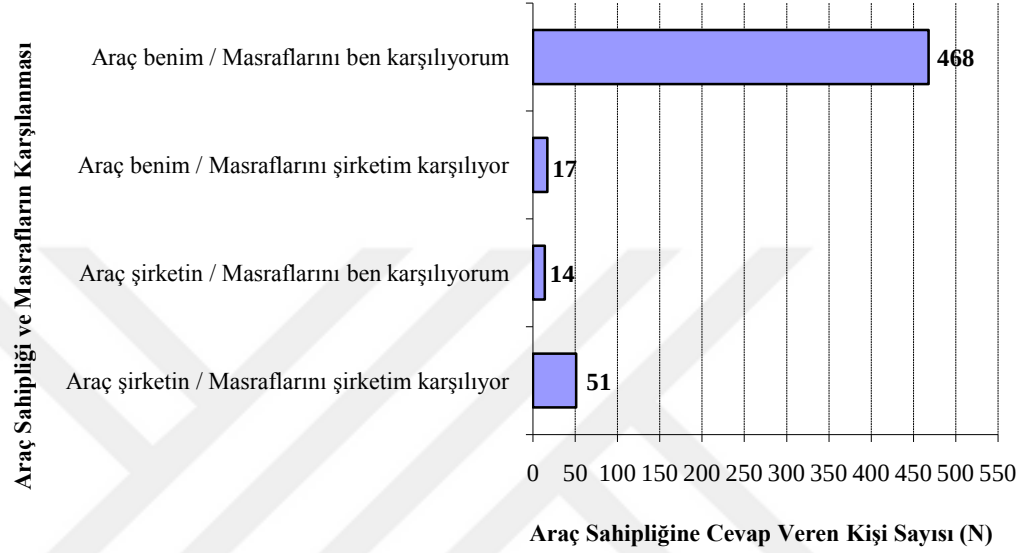
Kullanılan otomobile kimin sahip olduğu ve masraflarının kimin karşıladığı oldukça önemli bir konudur. Bu yüzden katılımcıların bu konu hakkındaki düşünceleri oldukça önemli bir hal almıştır. Anketin 5. sorusunda katılımcıların kullandıkları araca ilişkin soruya verdiği cevaplar Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Anketin 5. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Araç benim/ Masraflarını ben karşılıyorum	468	85,09
Araç benim / Masraflarını şirketim karşılıyor	17	3,09
Araç şirketin / Masraflarını ben karşılıyorum	14	2,55
Araç şirketin / Masraflarını şirketim karşılıyor	51	9,27

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Katılımcıların %85,09'u gibi büyük bir çoğunluğu kendilerine ait otomobilleri kullanmakta ve otomobillere ait masrafları kendileri karşılamaktadır. Ayrıca %3,09 oranındaki katılımcı da kendi otomobilini kullanmakta masraflarını çalıştığı şirket karşılamaktadır. %11,82 oranında da şirket aracı kullanan katılımcı, anket çalışmasına katılmıştır. Araç bilgisine ilişkin çubuk grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Anketin 5. sorusuna verilen cevaplara ilişkin çubuk grafiği.

Katılımcıların özel otomobil ile Cumhuriyet Caddesi kordon güzergahında ne kadar süre sıklıkla seyahat ettiklerine verdiği cevaplar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Anketin 6. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

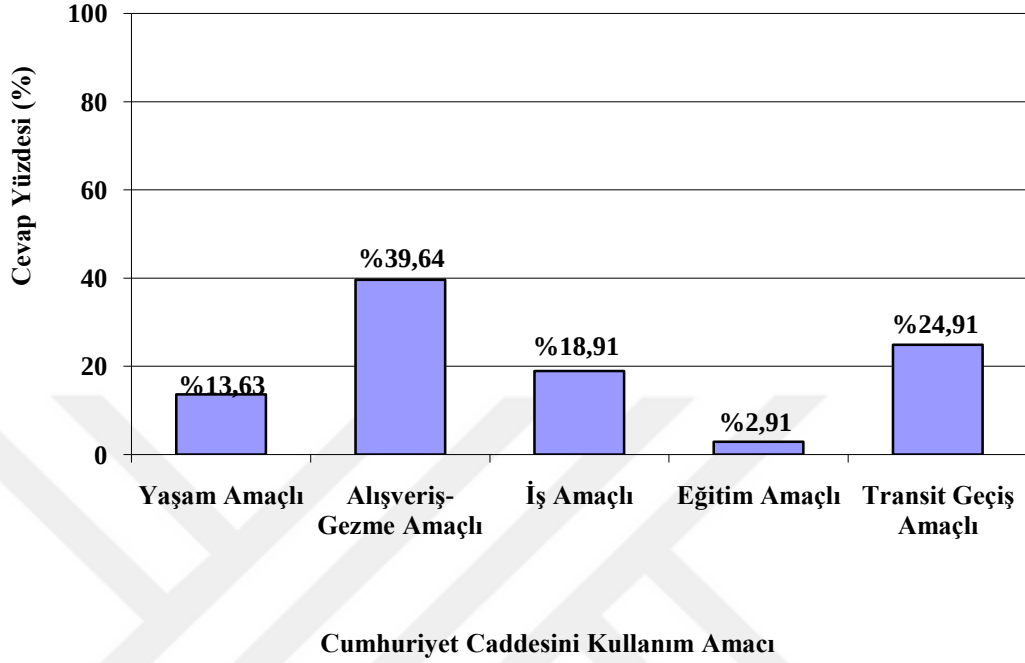
		N	%
Hafta içi	Hafta içi kullanmıyorum	52	9,45
	1 gün kullanıyorum	67	12,18
	2 gün kullanıyorum	71	12,91
	3 gün kullanıyorum	81	14,73
	4 gün kullanıyorum	35	6,36
	5 gün kullanıyorum	108	19,64
Hafta sonu	Hafta sonu kullanmıyorum	144	26,18
	1 gün kullanıyorum	121	22,00
	2 gün kullanıyorum	149	27,09
Diğer Kullanımlar	2 haftada 1 gün kullanmıyorum	47	8,55
	Ayda 1 gün kullanıyorum	39	7,09
	Diğer	9	1,64
	Hiç kullanmıyorum	41	7,45

Erzurum kentinin alışveriş, gezi, ticaret, eğitim, sağlık gibi önemli yapılar Cumhuriyet Caddesi üzerinde veya çevresinde yer almaktadır. Tamda bu noktada Cumhuriyet Caddesi'nin kullanım amacı önem kazanmaktadır. "Cumhuriyet Caddesini kullanım amacınız aşağıdakilerden hangisidir?" sorusuna katılımcıların verdiği cevaplar Çizelge 4.4'de yer almaktadır.

Çizelge 4.4. Anketin 7. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Yaşam Amaçlı	75	13,63
Alışveriş-Gezme Amaçlı	218	39,64
İş Amaçlı	104	18,91
Eğitim Amaçlı	16	2,91
Transit Geçiş Amaçlı	137	24,91

Cumhuriyet Caddesinin kullanım amacına ilişkin sütun grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Anketin 7. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

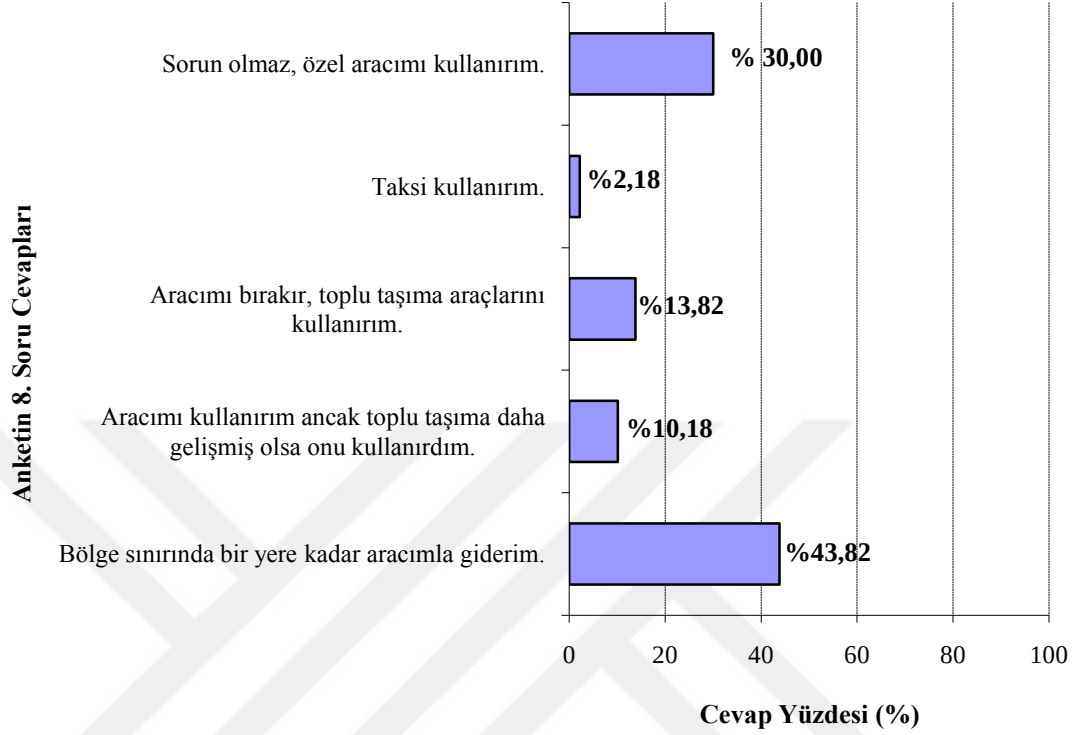
“Özel aracınızla trafiği çok yoğun veya park sorunu yaşanan bölgelere gitmeniz gerektiğinde ne yaparsınız?” sorusuna katılımcıların verdikleri cevaplar Çizelge 4.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Anketin 8. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Sorun olmaz, özel aracımı kullanırım	165	30,00
Taksi kullanırım	12	2,18
Aracımı bırakır, toplu taşıma araçlarını kullanırım	76	13,82
Aracımı kullanırım ancak toplu taşıma daha gelişmiş olsa onu kullanırdım	56	10,18
Bölge sınırında bir yere kadar aracımla giderim	241	43,82

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

“Özel aracınızla trafiği çok yoğun veya park sorunu yaşanan bölgelere gitmeniz gerektiğinde ne yaparsınız?” sorusuna ilişkin çubuk grafiği Şekil 4.8’de verilmiştir.



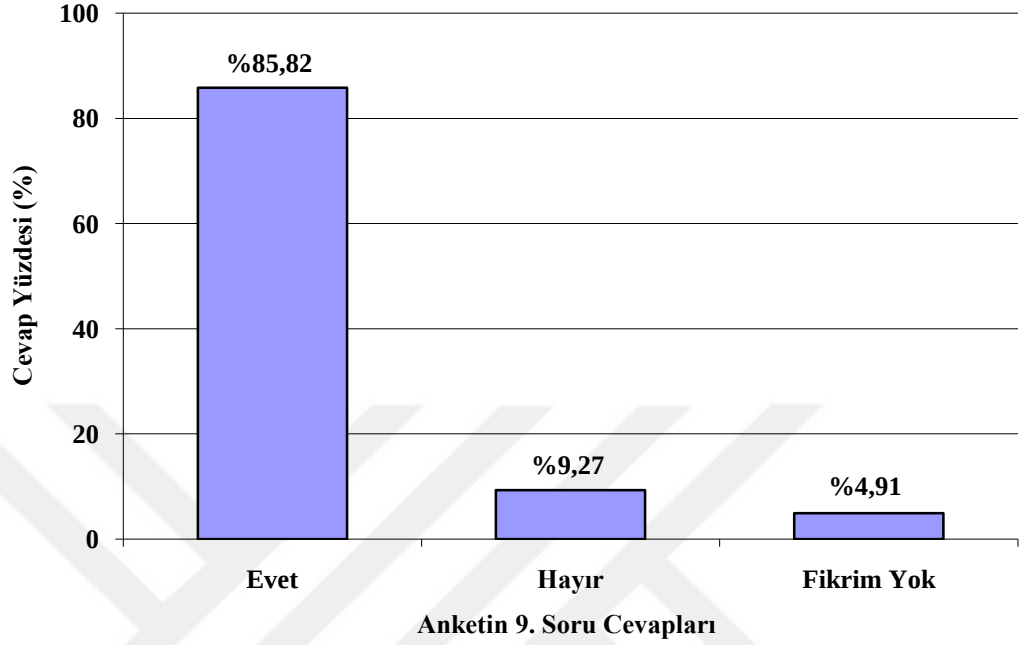
Şekil 4.8. Anketin 8. sorusuna verilen cevaplara ilişkin çubuk grafiği.

Erzurum İli, Cumhuriyet Caddesinde yaşanan trafik tıkanıklığına ilişkin toplumun düşüncesini öğrenmek için “Sizce trafik tıkanıklığı Cumhuriyet Caddesinin önemli sorunlarından biri midir?” sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplar Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Anketin 9. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Evet	472	85,82
Hayır	51	9,27
Fikrim Yok	27	4,91

“Sizce trafik tıkanıklığı Cumhuriyet Caddesinin önemli sorunlarından biri midir?” sorusuna ilişkin sütun grafiği Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Anketin 9. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

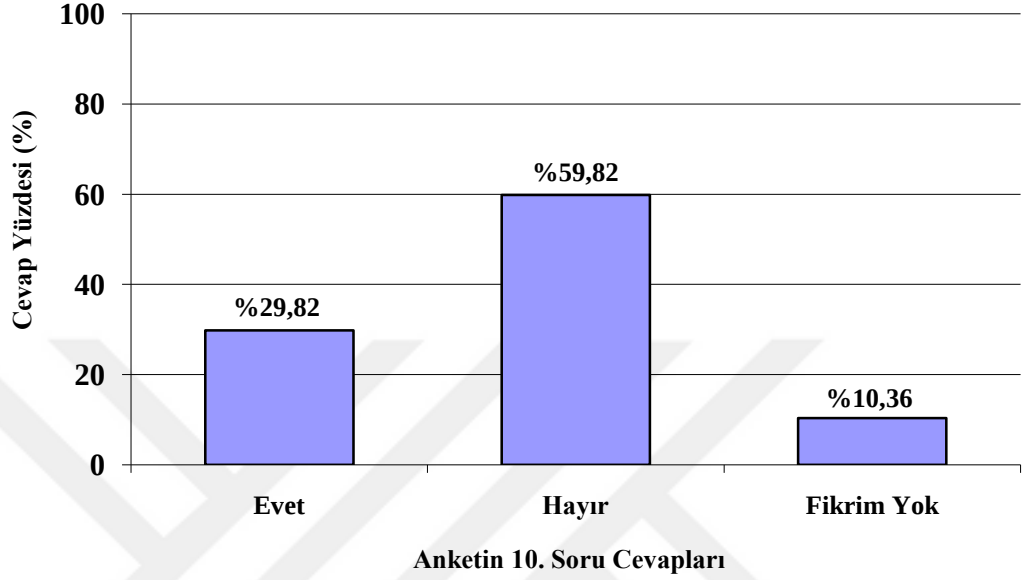
“Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Cumhuriyet Caddesinde sıkça tekrar eden trafik tıkanıklığına karşı günün zirve saatlerinde trafik tıkanıklık fiyatlandırması yapılmasında toplumun düşüncesi anlaşılmaya çalışılmıştır. Katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplar Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Anketin 10. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Evet	164	29,82
Hayır	329	59,82
Fikrim Yok	57	10,36

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

“Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusuna ilişkin sütun grafiği Şekil 4.10’da verilmiştir.



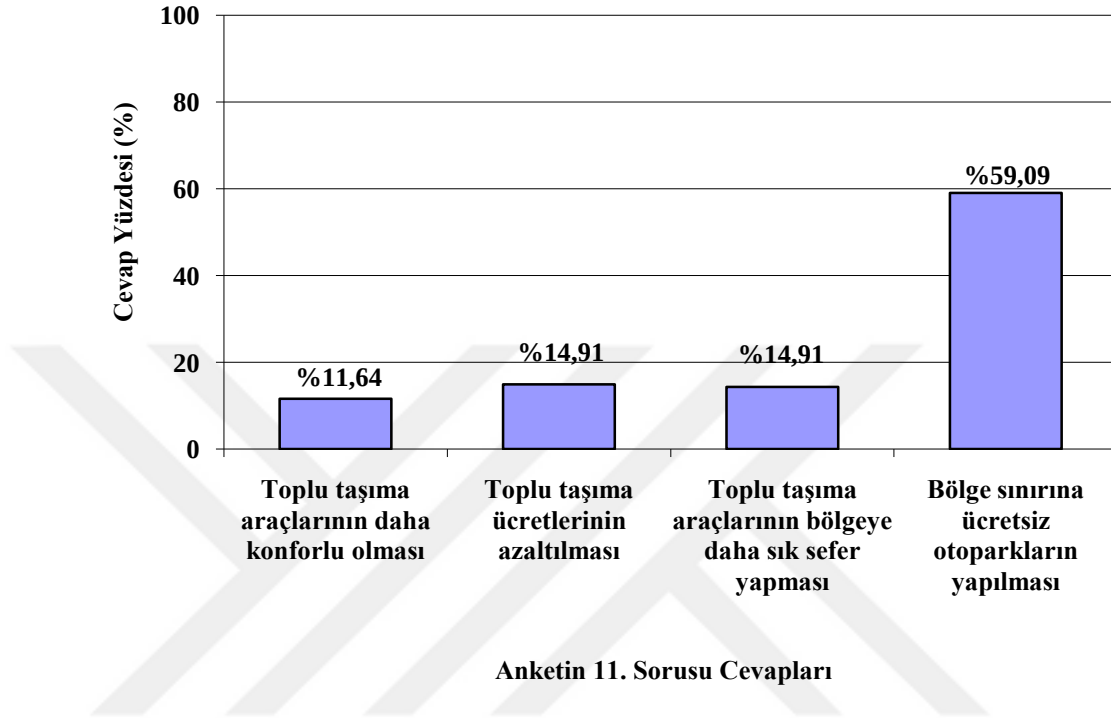
Şekil 4.10. Anketin 10. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

“Cumhuriyet Caddesine araç girişinin ücretlendirilmesinde, hangisi olursa bölgeye gelirken özel aracınızı kullanmazsınız?” sorusuna katılımcıların verdikleri cevaplar Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Anketin 11. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Toplu taşıma araçlarının daha konforlu olması	64	11,64
Toplu taşıma ücretlerinin azaltılması	82	14,91
Toplu taşıma araçlarının bölgeye daha sık sefer yapması	79	14,36
Bölge sınırına ücretsiz otoparkların yapılması	325	59,09

“Cumhuriyet Caddesine araç girişinin ücretlendirilmesinde, hangisi olursa bölgeye gelirken özel aracınızı kullanmazsınız?” sorusuna ilişkin sütun grafiği Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Anketin 11. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

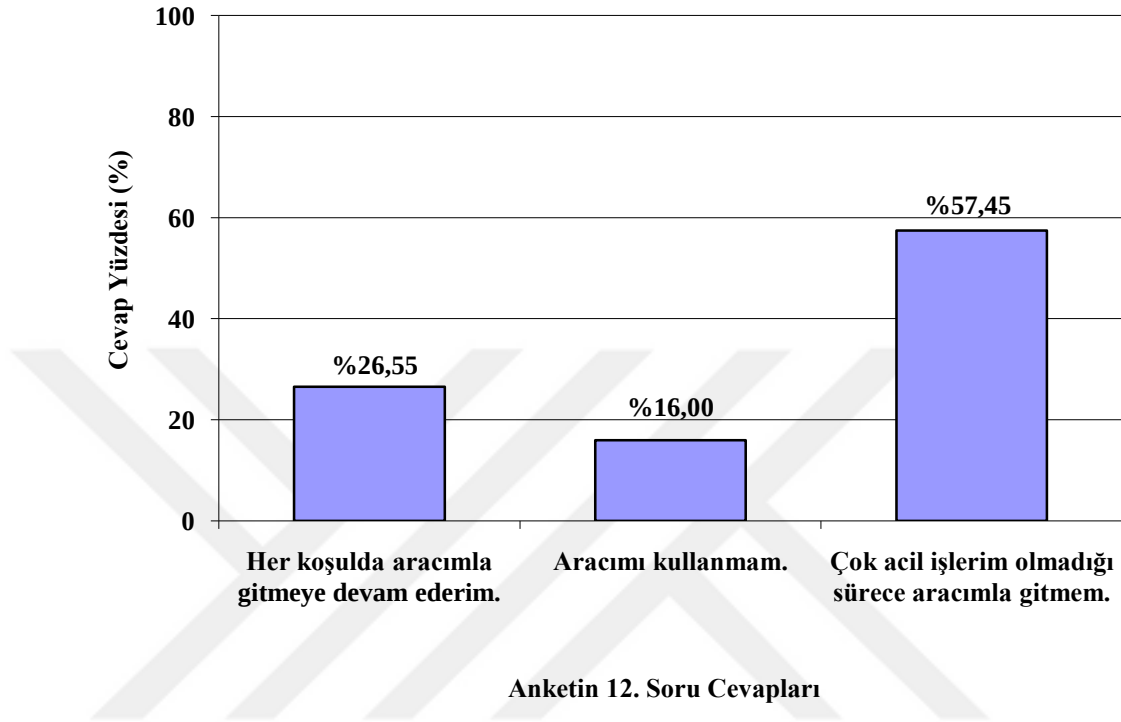
“Cumhuriyet Caddesine yönelik toplu taşıma araçlarının arttırılması ve araç girişlerinin ücretlendirilmesi halinde tercihiniz hangisi olur?” sorusuna katılımcıların verdikleri cevaplar Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Anketin 12. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Her koşulda aracım ile gitmeye devam ederim.	146	26,55
Aracımı kullanmam.	88	16,00
Çok acil işlerim olmadığı sürece aracım ile gitmem.	316	57,45

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

“Cumhuriyet Caddesine yönelik toplu taşıma araçlarının artırılması ve araç girişlerinin ücretlendirilmesi halinde tercihiniz hangisi olur?” sorusuna ilişkin sütun grafiği Şekil 4.12’de verilmiştir.



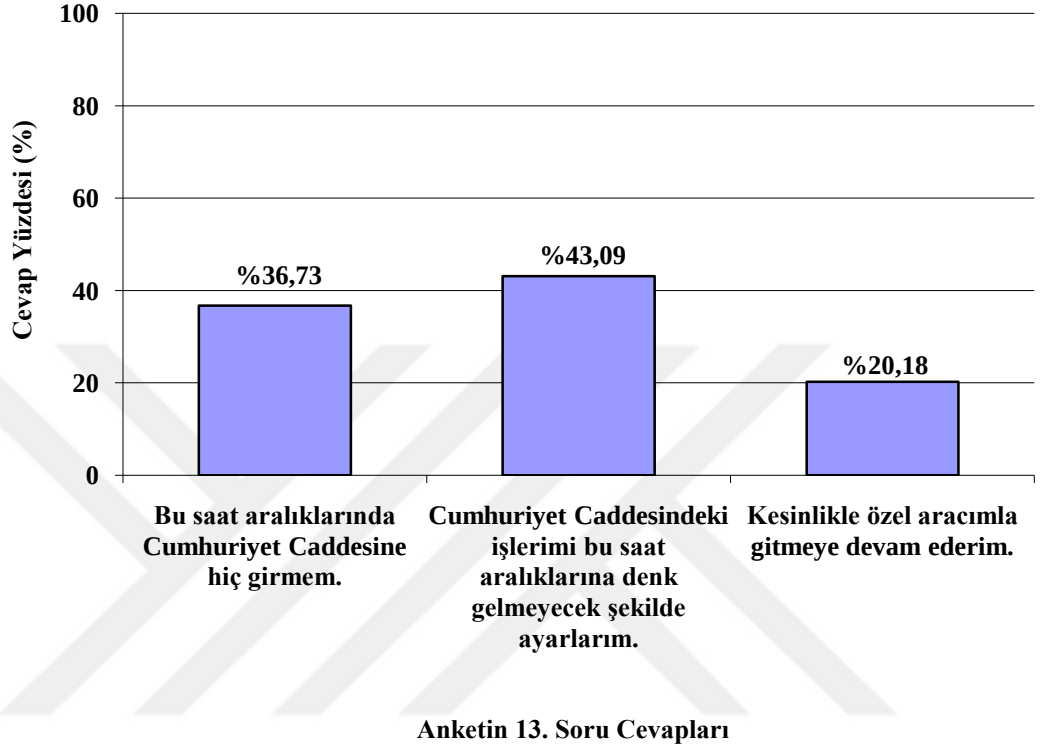
Şekil 4.12. Anketin 12. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

“Cumhuriyet Caddesine saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 arası araç girişlerinin fiyatlandırılması durumunda tercihiniz ne olur?” sorusuna katılımcıların verdikleri cevaplar Çizelge 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Anketin 13. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
Bu saat aralıklarında Cumhuriyet Caddesine hiç girmem.	202	36,73
Cumhuriyet Caddesindeki işlerimi bu saat aralıklarına denk gelmeyecek şekilde ayarlarım.	237	43,09
Kesinlikle özel aracımla gitmeye devam ederim.	111	20,18

“Cumhuriyet Caddesine saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 arası araç girişlerinin fiyatlandırılması durumunda tercihiniz ne olur?” sorusuna ilişkin sütun grafiği Şekil 4.13’de verilmiştir.



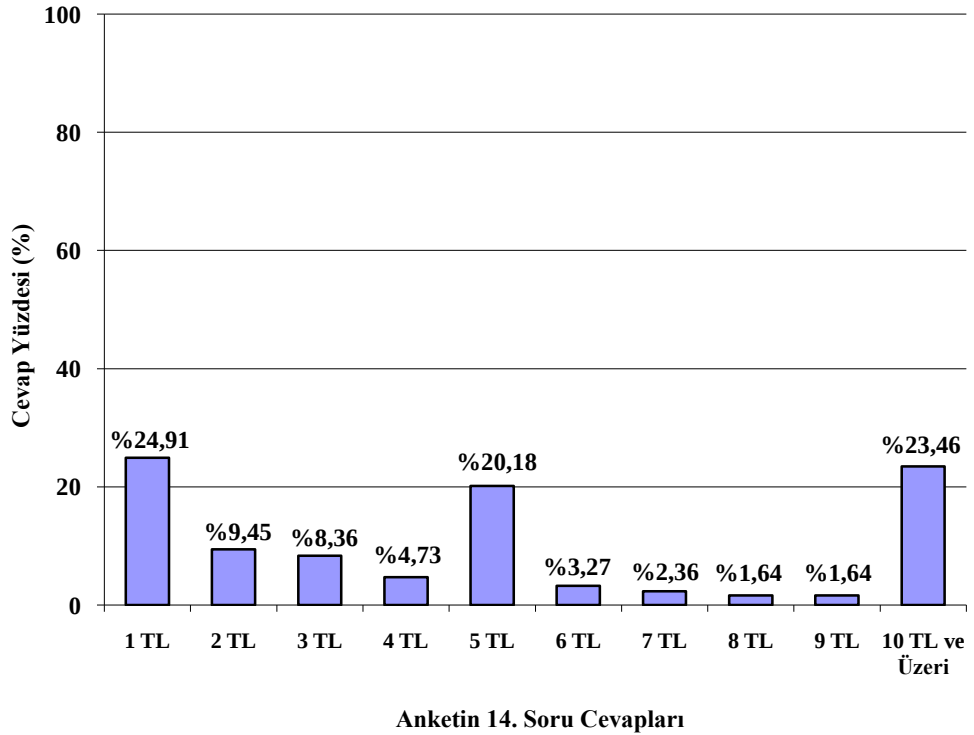
Şekil 4.13. Anketin 13. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

Kordon bazlı trafik tıkanıklık fiyatlandırması için yapılan ankette toplumun kordon güzergâhına ne kadar ücret olursa girmeyeceği sorularak fiyatlandırma konusunda görüşleri alınmıştır. Soruda belirlenen fiyatlar Erzurum Cumhuriyet Caddesine yakın saatlik otopark ücretleri, Erzurum kentinde bir kişinin toplu taşımaya ödediği ücret ve literatürde yer alan tıkanıklık fiyatları dikkate alınarak belirlenmiştir. Katılımcıların “Araç giriş ücreti uygulaması planlanan Cumhuriyet Caddesine (Havuz başı-Yakutiye Belediyesi Arası) saat 07.30-09.00 ve 16.30-18.00 arası girmek söz konusu olduğunda hangi ücret size özel araçımı kesinlikle Cumhuriyet Caddesine giriş yapmam dedirtir?” sorusuna verdiği fiyat cevapları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

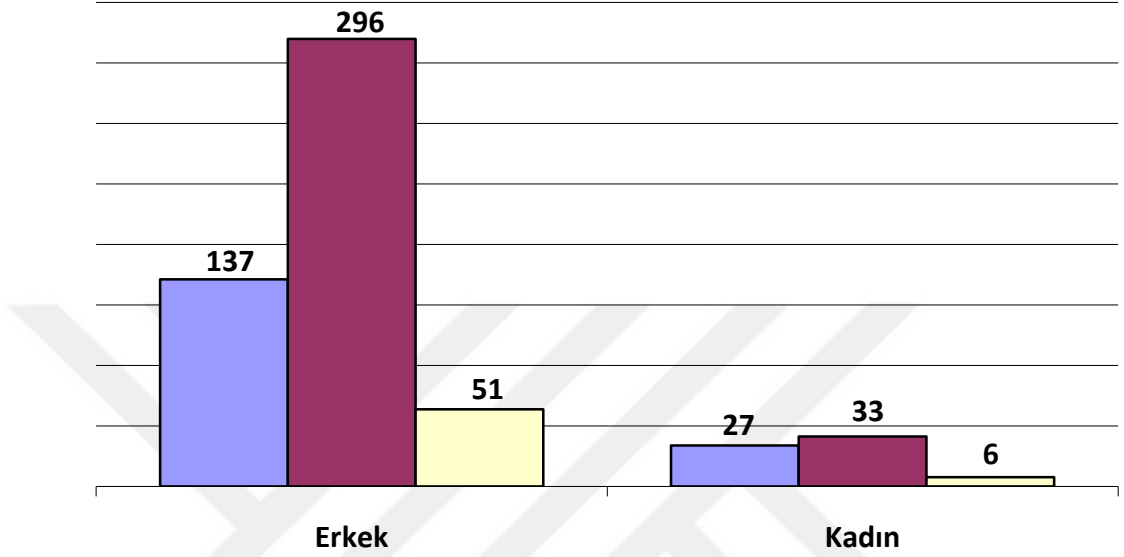
Çizelge 4.11. Anketin 14. sorusuna katılımcıların vermiş olduğu cevaplar.

	N	%
1 TL	137	24,91
2 TL	52	9,45
3 TL	46	8,36
4 TL	26	4,73
5 TL	111	20,18
6 TL	18	3,27
7 TL	13	2,36
8 TL	9	1,64
9 TL	9	1,64
10 TL ve Üzeri	129	23,46

“Araç giriş ücreti uygulaması planlanan Cumhuriyet Caddesine (Havuz başı-Yakutiye Belediyesi Arası) saat 07.30-09.00 ve 16.30-18.00 arası girmek söz konusu olduğunda hangi ücret size özel aracımı kesinlikle Cumhuriyet Caddesine giriş yapmam dedirtir?” sorusuna ilişkin sütun grafiği Şekil 4.14’de verilmiştir.

**Şekil 4.14.** Anketin 14. sorusuna verilen cevaplara ilişkin sütun grafiği.

“Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusuna cevap veren katılımcıların cinsiyetine göre sütun grafiği Şekil 4.15’de verilmiştir.



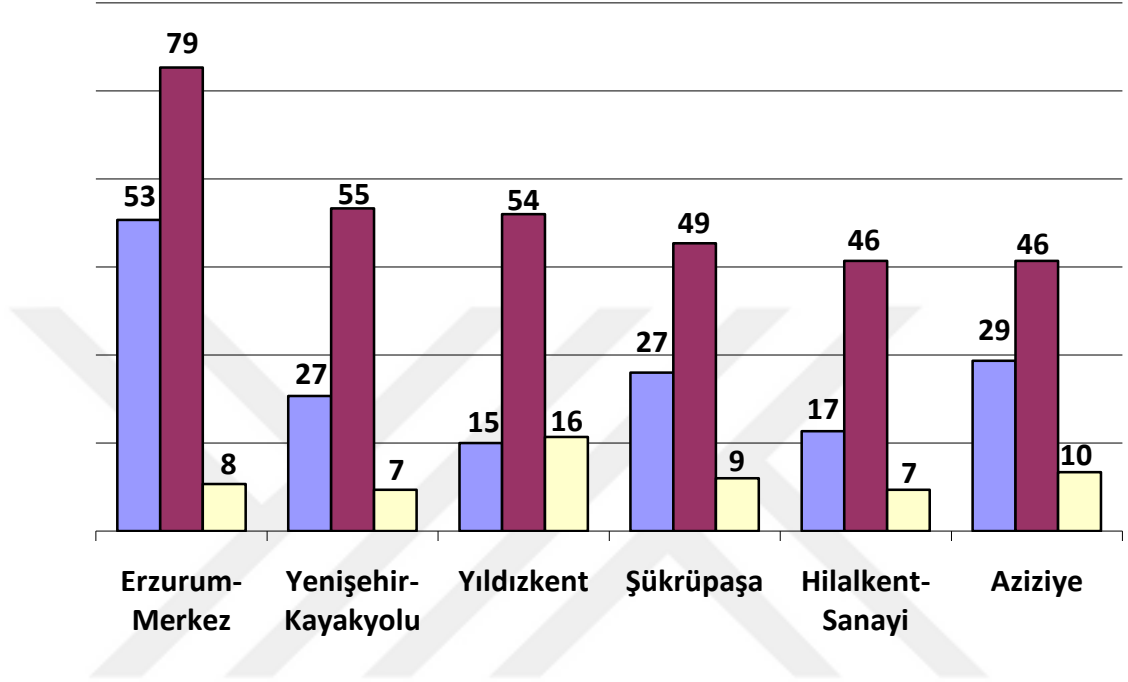
Şekil 4.15. Anketin 9. sorusu ile cinsiyetin ilişkilendirilmesine ait sütun grafiği.

Katılımcıların konumlarına göre “Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusuna verdiği cevaplar incelenmiş olup Çizelge 4.12’de yanıtların dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4.12. Anketin 9. sorusu ile konumun ilişkilendirilmesine ait çizelge.

		N	%
Erzurum-Merkez	Evet	53	37,86
	Hayır	79	56,43
	Fikrim Yok.	8	5,71
Yenişehir-Kayakyolu	Evet	23	27,06
	Hayır	55	64,70
	Fikrim Yok.	7	8,24
Yıldızkent	Evet	15	17,65
	Hayır	54	63,53
	Fikrim Yok.	16	18,82
Şükrüpaşa	Evet	27	31,76
	Hayır	49	57,65
	Fikrim Yok.	9	10,59
Hilalkent-Sanayi	Evet	17	24,29
	Hayır	46	65,71
	Fikrim Yok.	7	10,00
Aziziye	Evet	29	34,12
	Hayır	46	54,12
	Fikrim Yok.	10	11,76

Katılımcıların konumlarına göre “Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusuna ilişkin konumlara göre sütun grafiği Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Anketin 9. sorusu ile konumun ilişkilendirilmesine ait sütun grafiği.

4.1.1.2. Anket sonucu teorik trafik tıkanıklığı fiyatı

Üçüncü bölümde yer alan (3.3) formülüne anketlerden elde edilen veriler yerleştirildiğinde aşağıdaki (4.1) denklemi elde edilmektedir.

$$TTF_{Anket} = (1 \times 137 + 2 \times 52 + 3 \times 46 + 4 \times 26 + 5 \times 111 + 6 \times 18 + 7 \times 13 + 8 \times 9 + 9 \times 9 + 10 \times 129) / 550 \quad (4.1)$$

$$TTF_{Anket} = 2.680/550 = 4,873 \text{ TL}$$

TCMB’nin 02.04.2018 tarihli dolar kuru 1 USD=3,9577 TL olması çalışma boyunca kabul edilmiş ve sonuç olarak anket sonucu teorik tıkanıklık fiyatı dolar cinsinden TTF_{Anket} değeri 1,231 \$ hesaplanmıştır.

4.1.2. Model çalışması bulguları

Modelde kullanılacak parametrelerin değerleri, Matlab 2015a Programında veri girişi yapılarak kayıt altına alınmıştır. Hız-akım bağıntısının üçüncü bağıntısı olan ($q > Q_2$) durumu için teorik tıkanıklık fiyatlandırması hesabı yapılmıştır.

4.1.2.1. Trafik tıkanıklığı fiyatlandırılması model verileri

Matlab 2015a Programında; tıkanıklık fiyatlandırılması hesabında kullanılacak parametreler ve değerleri aşağıda belirtilmiştir.

$$k_1 = 0,0683 \text{ (\$/km)}$$

$$k_2 = 2,31-4,62 \text{ (\$/saat)}$$

$$k_3 = 0,00115 \text{ (\$/gr)}$$

$$k_4 = 0,00349 \text{ (\$/gr)}$$

$$k_5 = 0,00030 \text{ (\$/gr)}$$

$$k_6 = 0,00698 \text{ (\$/gr)}$$

$$Q_1 = 226 \text{ bo/saat} \times \text{şerit}$$

$$Q_2 = 391 \text{ bo/saat} \times \text{şerit}$$

$$V_s = 50 \text{ km/saat}$$

$$V_k = 23 \text{ km/saat}$$

4.1.2.2. Model sonucu teorik trafik tıkanıklığı fiyatı

(3.20), (3.21) ve (3.22) denklemlerinde belirtildiği üzere, hız-akım bağıntısının üçüncü bağıntısı olan ($q > Q_2$) durumu incelenmiş olup pratik akım üzerindeki $MM(q)$ ve $OMB(q)$ değerleri hesaplanmıştır. $MM(q)$ değeri 1,027 ile 1,755 \$ aralığında ve $OMB(q)$ değeri ise 0,321 ile 0,574 \$ aralığında hesaplanmıştır. Teorik tıkanıklık fiyatı hesabı, minimum ve maksimum olarak (4.3) ve (4.4) denklemlerinde gösterildiği gibi hesaplanacaktır.

$$TTF(q) = MM(q) - OMB(q) \quad (4.2)$$

$$TTF_{\min}(q) = MM_{\min}(q) - OMB_{\min}(q) \quad (4.3)$$

$$TTF_{\min}(q) = 1,027 - 0,321 = 0,706 \$$$

$$TTF_{\max}(q) = MM_{\max}(q) - OMB_{\max}(q) \quad (4.4)$$

$$TTF_{\max}(q) = 1,755 - 0,574 = 1,181 \$$$

Hız-akım bağıntısının üçüncü bağıntısı olan ($q > Q_2$) durumuna göre, model sonucu teorik tıkanıklık fiyatı değeri 0,706 ile 1,181 \$ aralığında hesaplanmıştır. Bu durumda, model sonucu teorik tıkanıklık fiyatı $TTF_{\text{Model}} 1,181 \$$ olarak seçilmiştir.

Görüldüğü üzere; hem anket hem de model sonucuna göre iki tane teorik tıkanıklık fiyatı hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlerin birbirine yakın olmasından dolayı kurulan model, teorik tıkanıklık fiyatı hesabında dikkate alınacak bir model çalışması olmuştur. Anket çalışmasında belirlenecek fiyatlandırma sorusunun da uygulamanın yapılacağı kenti temsil ettiği takdirde, anket sonucu teorik tıkanıklık fiyatının da bulunacağı görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Erzurum kentinin önemli problemlerinden biri olan trafik tıkanıklıklarına çözüm olarak düşünülen kordon bazlı tıkanıklık fiyatlandırmasının, kentte uygulanabilirliğine yönelik bir araştırma yapılmıştır. Hem model hem de anket sonucuna göre iki farklı teorik tıkanıklık fiyatı elde edilmiştir.

Model sonucu teorik tıkanıklık fiyatlandırılması hesabında; zaman, yakıt tüketimi, araç sahipliği ve hava kirliliği maliyetleri dikkate alınmıştır. Modelde kullanılan parametre değerlerinin bulunmasında, Erzurum iline özgü veriler kullanılmıştır. Model sonucunda teorik tıkanıklık fiyatı 1,181 \$ bulunmuştur.

Anket sonucu teorik tıkanıklık fiyatı hesabında; anketin 14. sorusuna verilen cevaplar ışığında ağırlıklı ortalama hesabı yönteminden faydalanılarak 1,231 \$ bulunmuştur.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde; anket ve model sonucu elde edilen teorik tıkanıklık fiyat sonuçları birbirine oldukça benzemektedir. Aralarındaki fark, sadece $1,231 - 1,181 = 0,050$ \$ kadardır. Böylelikle kurulan model, fiyatlandırma konusunda görüşü alınan otomobil sahiplerinin trafik tıkanıklık fiyatlandırması konusunda istediği ücreti temsil etmektedir.

Model veya anket sonucu trafik tıkanıklık fiyatlarından hangisi kullanılacak olursa olsun, kordon güzergâhına saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 arası seyahatler için her iki fiyatın da hayata geçirilebilecek seviyede olduğu görülmektedir. Cumhuriyet Caddesi'nde yaşanan trafik tıkanıklığı problemine karşı kordon bazlı tıkanıklık fiyatlandırma çözümü yerel yönetim tarafından düşünülebilir. Bu uygulama sonucu elde edilecek gelir; ulaşım altyapısı ve tıkanıklık fiyatlandırılması teknolojileri için kullanıldığı takdirde, toplumun bu uygulamaya olumlu bakacağı görülmektedir.

Cumhuriyet Caddesi kordon güzergâhına günün zirve saatlerinde yapılacak tüm girişlere, kordon bazlı tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması yapılabilir. Kordon güzergâhına yakın bölgede yaşayanlar, iş amaçlı kullananlar, engelli vatandaşlar ve

kordon güzergâhını sıkça kullanan kişiler için günün zirve saatlerindeki tıkanıklık fiyatlandırması uygulamasını indirimli kullanmaları sağlanabilir. Ayrıca belirlenecek yerlerde kamera, giriş ve çıkış noktaları yerleştirilerek yalnızca günün zirve saatlerinde kordon güzergâhında tıkanıklık fiyatlandırılması uygulanabilir. İnternet sitesi üzerinden, ödeme noktalarından ve cep telefonu aracılığıyla rahatça ödeme yapabileceği ödeme altyapısı oluşturulmalıdır.

Ayrıca hazırlanan anket çalışmasına verilen cevaplar, SPSS Statistics 17.0 istatistik paket programında veri analizleri yapılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Katılımcılara kordon güzergâhına giriş sıklıkları sorulduğunda, katılımcıların %75,27'si, hafta içi veya hafta sonu Cumhuriyet Caddesi kordon güzergâhını belirli sürelerle kullanmaktadır. Katılımcıların %65,82'si en az 1 gün olmak üzere hafta içi günlerde kordon güzergâhında seyahat etmektedir. Katılımcıların %49,09'u ise en az 1 gün olmak üzere hafta sonu günlerde kordon güzergâhını kullanmaktadır. Katılımcıların %7,45'i ise bu güzergâhı hiç kullanmadığını belirtmiştir. Hafta içi ve hafta sonu kullanımlar incelendiğinde katılımcıların bu kordon güzergâhını genellikle tercih ettiği görülmektedir. Böylelikle katılımcıların Erzurum kent merkezinde yaşayan ve kordon güzergâhını sürekli kullanan toplumu temsil ettiği düşünülmektedir. Katılımcıların iş, eğitim ve transit geçiş gibi kullanımlardan dolayı hafta içi günlerde yapılan seyahatlerin hafta sonuna yapılan seyahatlere göre daha fazla olduğu söylenilebilir.

“Cumhuriyet Caddesini kullanım amacınız aşağıdakilerden hangisidir?” sorusuna, Katılımcıların %39,64'ü Cumhuriyet Caddesi'ni alışveriş ve gezme amaçlı kullandıklarını belirtmişlerdir. Diğer önemli güzergâhlara geçiş amacı ile sıkça kullanılmasından dolayı katılımcıların %24,91'i bu caddeyi transit amaçla kullandığı cevabını vermiştir. Cumhuriyet Caddesi önemli iş ve ticaret merkezlerinin ve insanların yaşadığı alanların bulunduğu Erzurum'un en önemli noktalarından birisi olması sebebiyle katılımcıların %18,91'i bu güzergâhı iş amaçlı kullanmaktadır. %13,63 oranında katılımcı, yaşam amaçlı bu kordon güzergâhını kullandığını dile getirmiştir. Katılımcıların %2,91'i ise, eğitim amaçlı kullandığını belirtmişlerdir ve en az kullanım amacının eğitim amaçlı seyahatler olduğunu görülmektedir.

“Özel aracınızla trafiği çok yoğun veya park sorunu yaşanan bölgelere gitmeniz gerektiğinde ne yaparsınız?” sorusuna, katılımcıların %43,82’si gibi büyük bir çoğunluğu; bölgeye yakın bir yere aracını park ederek bölgeye girmeyeceğini belirtmiştir. %30,00 oranında katılımcı ise trafiği yoğun bölgelere kendi aracı ile seyahat etmenin kendileri için hiçbir problem olmayacağını belirtmiştir. Bu bölgelere geçişte mevcut toplu taşıma seyahatlerinin iyileştirilmesi halinde yaklaşık %24,00 oranında katılımcının toplu taşıma seyahatlerini düşüneceği görülmektedir. Trafiği yoğun olan bölgelere ise giderken taksi kullanımının ise %2,18 gibi çok düşük seviyede olduğu görülmüştür.

“Sizce trafik tıkanıklığı Cumhuriyet Caddesinin önemli sorunlarından biri midir?” sorusuna, katılımcılar, trafik tıkanıklığının Cumhuriyet Caddesinin önemli problemlerinden biri olduğunu; %85,82 gibi çok yüksek bir cevap yüzdesi ile belirtmişlerdir. %85,82 evet cevabı trafik tıkanıklığının kordon güzergâhı için önemli derecede problem olduğuna kanıttır ve bir an önce bu problemin çözülmesi gerekmektedir. Bundan dolayı hiç denenmiş bir çözüm yolu olan tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması düşünülebilir. Kordon güzergâhındaki trafik tıkanıklığını önemli bir problem olarak görmediğinden, katılımcıların %9,27’si hayır cevabını vermiştir.

Anket çalışmaları yapılmadan önce katılımcılara hem anket uygulaması hakkında hem de trafik tıkanıklık fiyatlandırma konusunda kısaca bilgilendirme çalışması yapılmasına rağmen tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması için %10,36 oranında katılımcı “fikrim yok” cevabını vermiştir. Katılımcıların %59,82’si trafik tıkanıklık fiyatlandırma uygulamasının faydalı olmayacağını düşünmektedir. Bu sonucun çıkmasının en temel sebebi; katılımcıların otomobil ile seyahatin gerçekleşmesi için bir sürü gider kalemini öderken trafik tıkanıklık fiyatlandırma uygulamasını ek bir vergi olarak gördüğünden seyahat giderinin iyice artacağını düşünmesidir. Ayrıca katılımcılar, önceden Cumhuriyet Caddesinde seyahat ederken hiçbir ücret ödemesi yapmadığını belirtmişler ve caddedeki seyahatlerin ücretsiz olarak devam etmesini istemişlerdir. Katılımcıların %30,02’si ise bu politikaya sıcak bakmaktadır. Bireyler fiyatlandırılması uygulaması hakkında bilinçlendikçe, fiyatlandırma uygulamasını isteyenlerin oranı artacaktır. Trafik tıkanıklık fiyatlandırması konusunda başarılı olan

Stockholm, Londra gibi kentlerde deneme uygulamaları yapılmış ve halkın bu konu hakkında bilinçlenmesi için görsel olarak bilgilendirme çalışmaları yapılmıştır. Bundan dolayı ileriki yıllarda Erzurum kentinde ve kordon güzergâhında bu konu gündeme geldiğinde, toplumun bu konuyu iyi anlaması için gerekli bilgilendirme çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Cumhuriyet Caddesine araç girişinin ücretlendirilmesi durumunda, bölgeye seyahati engelleyecek en önemli uygulama %59,09 ile bölge sınırına ücretsiz otopark yapılması olmuştur. Görüldüğü üzere katılımcıların büyük bir bölümünün bölgeye yakın yerlere ücretsiz otopark istedikleri görülmüştür. Toplu taşıma ücretlerinin azalması %14,91 ile bölge sınırına ücretsiz otopark yapılması cevabını takip etmektedir. Toplu taşıma ile alakalı cevaplar pek fazla tercih edilmediğinden katılımcılar toplu taşıma çözümlerinin yararlı olmayacağını dile getirmişlerdir. Cumhuriyet Caddesi'ndeki trafik yoğunluğunu çözebilecek bir uygulama olarak bölge sınırına yapılacak ücretsiz otoparklar yapılması düşünülebilir. Ankete katılanların büyük bir çoğunluğu toplu taşıma sisteminin iyileştirilmesinden ziyade ücretsiz otopark yapılmasına daha sıcak bakmaktadır.

“Cumhuriyet Caddesine yönelik toplu taşıma araçlarının artırılması ve araç girişlerinin ücretlendirilmesi halinde tercihiniz hangisi olur?” sorusuna, katılımcıların %57,45'si çok acil işleri olmadığı sürece aracı ile kordon güzergâhında seyahat etmeyeceğini belirtmişlerdir. Buna karşın yaklaşık 4 kişiden 1'si (%26,55) bu durumda, kesinlikle araçları ile kordon güzergâhına seyahat edeceğini dile getirmişlerdir. Katılımcıların %16'sı böyle bir durumda kesinlikle aracını kullanmayacağını ifade etmiştir.

“Cumhuriyet Caddesine saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 arası araç girişlerinin fiyatlandırılması durumunda tercihiniz ne olur?” sorusuna, katılımcıların %20,18'si günün zirve saatlerinde kordon güzergâhına yapacağı seyahatlerde kesinlikle özel araçlarını kullanmaya devam edeceğini belirtmiştir. Katılımcıların %43,09'u çok acil işlerini günün zirve saatlerine denk gelmeyecek şekilde ayarlayıp kordon güzergâhına girmeyeceğini ve katılımcıların %36,73'ü günün zirve saatlerinde kordon güzergâhında hiçbir şekilde seyahat etmeyeceğini belirtmiştir. Yani günün zirve

saatlerinde yapılacak trafik tıkanıklık fiyatlandırması ile katılımcıların %79,82'si kordon güzergâhını kullanmayacaktır. Böylece kordon güzergâhında trafiğe çıkacak araç sayısının önemli ölçüde düşmesi ile trafik yoğunluğunun azalacağı söylenebilir.

Katılımcıların fiyat seçeneklerinden en çok tercih ettiği fiyat %24,91 ile 1 TL olmuştur. 1 TL fiyat tercihinin yaklaşık dört katılımcıdan birisi tercih etmiştir. Bu tercih, kordon hattında seyahat ederken ücret ödemeyen toplumun kordon güzergâhının ücretsiz kalmasının istenmesi anlamına gelmektedir. En fazla tercih edilen ikinci fiyat ise %23,46 ile 10 TL ve üzeri fiyat olmuştur. Katılımcıların en fazla tercih ettiği üçüncü fiyat ise %20,18 ile 5 TL olmuştur. 5 TL altında yapılacak herhangi bir kordon güzergâhı fiyatlandırmasında, katılımcıların %47,45'i bu ücreti ödemeyi kabul etmiştir. Bu durumda, trafik tıkanıklığı probleminin %52,55 oranında azalacağı söylenebilir. Ayrıca anket sonucu teorik tıkanıklık fiyatının 4,873 TL hesaplanması ve 5 TL altı uygulamayı destekleyen %47,45 oranında katılımcının bulunması gibi sebeplerden dolayı kordon güzergâhına saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 arası araç girişlerinin 5 TL olması uygulanabilir bir fiyat olmuştur.

“Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusuna cevap verenlerin cinsiyetleri açısından değerlendirme yapıldığında; erkek katılımcıların %28,31'i ve kadın katılımcıların %40,91'i trafik tıkanıklık fiyatlandırmasını yaklaşımını faydalı bulduğunu belirtmiştir. Buradan kadın sürücülerin erkek sürücülere oranla bu uygulamayı daha iyimser karşıladığı görülmektedir.

“Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?” sorusuna cevap verenlerin konumları açısından değerlendirme yapıldığında; Erzurum-Merkez bölgesindeki katılımcıların %37,86'sı ile trafik tıkanıklık fiyatlandırması yaklaşımını faydalı bulmuştur. Bunun sebebi; kordon güzergâhının bu bölge sınırları içerisinde yer almasından dolayı bu bölgede devamlı trafik yoğunluğuna maruz kalan katılımcılar tıkanıklık fiyatlandırılması uygulamasını daha faydalı bulmuşlardır. Erzurum-Merkez bölgesinden sonra; Aziziye bölgesindeki katılımcıların %34,12'si ve Şükrüpaşa bölgesindeki katılımcıların %31,76'sı faydalı bulmuşlardır. Bölgeler

içerisinde bu yaklaşımı faydalı bulma noktasında en düşük oran; %17,65 ile Yıldızkent bölgesindeki katılımcılara aittir.

Erzurum, Cumhuriyet Caddesi'nde yaşanan trafik tıkanıklığı problemi için ayrıca aşağıda adı geçen önerilerde bulunulmuştur.

Eğer tıkanıklık fiyatlandırılması uygulaması uygulanmadığı takdirde, problemin çözümü için yerel yönetimler, ortak taşıt kullanımını özendirebilirler. Kurulacak bir internet sitesi ile aynı bölgeden iş ve eğitim amaçlı kordon güzergâhına seyahat yapacak kişilerin ortak taşıt kullanımları sağlanabilir ve trafiğe girecek araç sayısı bu sayede azaltılabilir.

Daha konforlu ve düşük maliyetli toplu taşıma sistemleri ile günün zirve saatlerinde kordon güzergâhına seyahat edecek bireyler için belirlenen bölgelerden ring servis uygulaması yapılabilir. Bu çözümde kordon güzergâhındaki trafik tıkanıklığını önleme noktasında yardımcı olabilir.

Bisiklet, motosiklet gibi hacim olarak daha küçük ulaşım araçları tercih edilerek tıkanıklık yaşanan kordon güzergâhında trafiğe giren araç sayısı azaltılabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, B., 2011. Manchester Congestion Charge Scheme: A Review. *Journal of Civil Engineering and Congestion Technology*, Vol. 2, 236-241.
- Anonim, 2015. Web adresi: <http://www.turkiyegazetesi.com.tr/editorunsectikleri/513346.aspx>, Eriřim Tarihi:13.02.2018.
- Anonim, 2018. Web adresi: <http://www.tuik.gov.tr>, Eriřim Tarihi:24.01.2018.
- Anonim, 2018. Web adresi: <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Bolgeler/12Bolge/iller/IIErzurum.aspx>, Eriřim Tarihi:01.03.2018.
- Anonim, 2018. Web adresi: <http://www.kgm.gov.tr>, Eriřim Tarihi:10.03.2018.
- Anonim, 2018. Web adresi: <http://www.tuvturk.com.tr>, Eriřim Tarihi:24.03.2018.
- Anonymous, 2018. Web adresi: content.tfl.gov.uk/congestion-charge-zone-map.gif, Eriřim Tarihi: 14.02.2018.
- Anonymous, 2007. Web adresi: <http://www.onepointoh.co.uk/congestion/>, Eriřim Tarihi:13.02.2018.
- Anonymous, 2012. Web adresi: http://milano.repubblica.it/cronaca/2012/01/11/news/area_c-27895718/, Eriřim Tarihi: 12.02.2018.
- Anonymous, 2012. Web adresi: <http://roadpricing.blogspot.com.tr/2012/09/stockholm-congestion-pricing-has-had.html>, Eriřim Tarihi:14.02.2018.
- Anonymous, 2018. Web Adresi: https://www.comune.milano.it/wps/portal/ist/it/servizi/mobilita/Area_C/cosa_area_c, Eriřim Tarihi:13.02.2018.
- Anonymous, 2018. Web adresi: <https://www.flickr.com/photos/38607288@N03/3836189003/sizes/l/in/photostream/>, Eriřim Tarihi:14.02.2018.
- Börjesson, M., Brundell-Freij, R. and Eliasson, J., 2014. Not Invented Here: Transferability of Congestion Charges Effects. *Transport Policy* 36, 263-271.
- Börjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M., B. and Brundell-Freij, K., 2012. The Stockholm Congestion Charges- 5 Years on. Effects, Acceptability and Lessons Learnt. *Transport Policy*, 20, 1-12.
- Chiou, Y. and Fu, C., 2017. Responses of Drivers and Motorcyclists to Congestion Charge. *Transportation Research Procedia*, 25C, 2961-2973.
- Demirtaş, B., 2009. Kadıköy Merkez Bölgesinde Trafik Tıkanıklık Fiyatlandırması Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 117, İstanbul.
- Eliasson, J., 2014. The Stockholm Congestion Charges. *International Best Practices for Congestion Charge and Low Emissions Zone*, 1-34.
- Khan, T. and MCIPS, Md., R., I., 2013. Estimating Cost of Traffic Congestion in Dhaka City. *International Journal of Enginnerring Science and Innovative Technology* Volume 2, Issue 3, 281-289.
- Komanoff, C. 1997. Environmental Consequences of Road Pricing. A Scoping Paper for the Energy Foundation, 1-24.
- Koru, M., T., 2017. Trafik Tıkanıklığının Fiyatlandırılması ve Uygulamalarının İncelenmesi: Kızılay Ankara Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 91, Kırıkkale.
- Koru, M., T., Akgüngör, A., P. ve Korkmaz, E., 2017. Trafik Tıkanıklığının Fiyatlandırılması ve Uygulamalarının İncelenmesi: Kızılay Ankara Örneği. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt:4, No:3, 497-508.

- Palme, D., A. and Lindsey, R., 2009. Traffic Congestion Pricing Methods and Technologies. Ecole Polytechnique, 1-49.
- Rotaris, L., Daniels, R., Marcucci, E. and Massiani, J., 2010. The Urban Road Pricing Scheme to Curb Pollution in Milan, Italy: Description, Impacts and Preliminary Cost-Benefit Analysis Assesment. Transpotation Research Part A, 359-375.
- Santos, G., 2004. Urban Congestion Charging: A Second- Best Alternative. Journal of Transport Economics and Policy, Volume 38, Part 3, 345-369.
- Santos, G. and Shaffer, B., 2004. Preliminary Results of the London Congestion Charging Scheme. Public Works, Management and Policy, Vol. 9, 164-181.
- Saruç, T., N., 2008. Trafik Sıkışıklığı Ücretlendirmesi: Ekonomik Teori ve Uygulamalar. Gazi Yayınları, 196, Ankara.
- Şentürk, S., H., 2012. Tıkanıklık Fiyatlandırması, Dünya Uygulamaları ve Türkiye'deki Durumun Değerlendirilmesi. Maliye Dergisi, Sayı 162, 282-303.
- Tezcan, O., H., 2009. Trafik Tıkanıklığı Yönetimi Olarak Fiyatlandırma ve İstanbul-Eminönü İçin Bir Uygulama. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 242, İstanbul.
- Tezcan, O., H. ve Yayla, N., 2010. Tıkanıklık fiyatlandırmasının İstanbul için uygunluğunun araştırılması. Eminönü fiyatlandırma modeli. İTÜ Dergisi/D
- Veckermann, T., M. and Venter, C., 2008. İnternational Experience with Road and Congestion Pricing and Options for Johannesburg. Proceedings of the 27th Southern African Transport Conference (SATC 2008), 593-606.
- Waliszewski, M., J., 2005. Towards Understanding the Impacts of Congestion Pricing on Urban Trucking. Degree of Master, Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, Science in Transportation, 111, Cambridge.
- Ye, S., 2012. Research on Urban Road Traffic Congestion Charging Based on Sustainable Development. Physic Procedia, 1567-1572.
- Yüksel, H., 2004. Toplu Taşımacılığın Geliştirilmesi İçin Bir Tıkanıklık Fiyatlandırması Modeli Önerisi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 77, İstanbul.
- Yüksel, H. ve Bayrakdar, Z., 2005. Boğaziçi Köprüsü'nde tıkanıklık fiyatlandırmasının trafiğe ve toplu taşımacılığa etkilerinin araştırılması. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Aylık Bülteni, 78, 15-27.
- Yüksel, H., Yardım, M., S. ve Gürsoy, M., 2010. Eminönü İçin Bir Tıkanıklık Fiyatlandırması Modeli. İMO Teknik Dergi, Yazı 327, 4995-5022.
- Zheng, Z., Liu, Z., Liu, C. and Shiwakoti, N., 2014. Understanding Public Response to a Congestion Charge: A Random-effects Ordered Logit Approach. Transportation Research Part A, 117-134.

EKLER

EK-1 TRAFİK TIKANIKLIĞI FİYATININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK ANKET ÇALIŞMASI

Bu anket; Erzurum Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimi gören Harun COŞKUN'a ait tez çalışmasına yönelik bir çalışmadır. Katılımınız için teşekkürler.

Konum:

Anketin Tarihi:

Sayı Numarası:

1) Yaş aralığınız nedir?

18-25 Yaş ☐

26-35 Yaş ☐

36-45 Yaş Arası ☐

45-60 Yaş ☐

61 Yaş ve üzeri ☐

2) Cinsiyetiniz hangisidir?

Erkek ☐

Kadın ☐

3) Eğitim durumunuz aşağıdakilerden hangisidir?

İlkokul-Ortaokul ☐

Lise ☐

Ön lisans ☐

Üniversite ☐

Yüksek Lisans ☐

Doktora ☐

4) Aylık hane geliriniz aşağıdakilerden hangisidir?

1600 TL ve altı ☐

1601-2500 TL arası ☐

2501-5000 TL arası ☐

5001-8000 TL arası ☐

8001 TL ve üzeri ☐

5) Kullandığınız araç kime aittir ve aracınıza ait masrafları kim karşılamaktadır?

Araç benim / Masraflarını ben karşılıyorum. ☐

Araç şirketin / Masraflarını ben karşılıyorum. ☐

Araç benim / Masraflarını şirketim karşılıyor. ☐

Araç şirketin / Masraflarını şirketim karşılıyor. ☐

6) Cumhuriyet Caddesini kullanım sıklığınız aşağıdakilerden hangisidir?

HAFTAİÇİ

Kullanmıyorum. ☐ 1 Gün ☐ 2 Gün ☐ 3 Gün ☐ 4 Gün ☐ 5 Gün ☐

HAFTASONU

Kullanmıyorum. ☐ 1 Gün ☐ 2 Gün ☐

Hiç kullanmıyorum. ☐ 2 haftada 1 kullanıyorum. ☐ Ayda 1 kullanıyorum. ☐

Diğer ☐ **BELİRTİNİZ:**

7) Cumhuriyet Caddesini kullanım amacınız aşağıdakilerden hangisidir?

Yaşam amaçlı ☐ Alışveriş-gezme amaçlı ☐ İş amaçlı ☐

Eğitim amaçlı ☐ Transit geçiş amaçlı ☐

8) Özel aracınızla trafiği çok yoğun veya park sorunu yaşanan bölgelere gitmeniz gerektiğinde ne yaparsınız?

Sorun olmaz, özel aracımı kullanırım. ☐

Taksi kullanırım. ☐

Aracımı bırakır, toplu taşıma araçlarını kullanırım. ☐

Aracımı kullanırım ancak toplu taşıma daha gelişmiş olsa onu kullanırdım. ☐

Bölge sınırında bir yere kadar aracımla giderim. ☐

9) Sizce trafik tıkanıklığı Cumhuriyet Caddesinin önemli sorunlarından biri midir?

Evet ☐ Hayır ☐ Fikrim Yok. ☐

10) Sizce Cumhuriyet Caddesine araç girişinin saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 saatleri arası ücretli hale getirilmesi yaklaşımını faydalı bulur musunuz?

Evet ☐ Hayır ☐ Fikrim Yok. ☐

11) Cumhuriyet Caddesine araç girişinin ücretlendirilmesinde, hangisi olursa bölgeye gelirken özel aracınızı kullanmazsınız?

Toplu taşıma araçlarının daha konforlu olması. ☐

Toplu taşıma ücretlerinin azaltılması. ☐

Toplu taşıma araçlarının bölgeye daha sık sefer yapması. ☐

Bölge sınırına ücretsiz otoparkların yapılması. ☐

12) Cumhuriyet Caddesine yönelik toplu taşıma araçlarının arttırılması ve araç girişlerinin ücretlendirilmesi halinde tercihiniz hangisi olur?

Her koşulda aracım ile gitmeye devam ederim. ☐

Aracımı kullanmam. ☐

Çok acil işlerim olmadığı sürece aracım ile gitmem. ☐

13) Cumhuriyet Caddesine saat 07.30-09.00 ile saat 16.30-18.00 arası araç girişlerinin fiyatlandırılması durumunda tercihiniz ne olur?

Bu saat aralıklarında Cumhuriyet Caddesine hiç girmem. ☐

Cumhuriyet Caddesindeki işlerimi bu saat aralıklarına denk gelmeyecek şekilde ayarlarım. ☐

Kesinlikle özel aracım ile gitmeye devam ederim. ☐

14) Araç giriş ücreti uygulaması planlanan Cumhuriyet Caddesine (Havuz başı-Yakutiye Belediyesi Arası) saat 07.30-09.00 ve 16.30-18.00 arası girmek söz konusu olduğunda hangi ücret size “özel aracımı kesinlikle Cumhuriyet Caddesine giriş yapmam” dedirtir?

1 TL ☐ 2TL ☐ 3 TL ☐ 4TL ☐ 5TL ☐
6 TL ☐ 7 TL ☐ 8 TL ☐ 9 TL ☐ 10 TL ve üzeri ☐



EK-2 ORTALAMA MALİYET VE MARJİNAL MALİYET DENKLEMLERİ

$q > Q_2$ Durumu Maliyet Bağlıları

$$\text{OMB}(q) = k_1 + k_2 / (0.65 \times V_k \times Q_2 \times 8) \times (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + k_3 \times (731.161 \times 0.00000351 \times V_k^4 \times Q_2^4 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^4 - 140.608 \times 0.00119275 \times V_k^3 \times Q_2^3 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^3 + 27.04 \times 0.14843977 \times V_k^2 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^2 - 5.2 \times 7.72758369 \times V_k \times Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + 190.76923077)$$

$$\begin{aligned} \text{MM}(q) = & k_1 + 1/5.2 \times k_2 / V_k / Q_2 \times (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + 1/5.2 \times k_2 \times q / Q_2 + k_3 \times (731.161 \times \\ & 0.00000351 \times V_k^4 \times Q_2^4 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^4 - 140.608 \times 0.00119275 \times V_k^3 \times Q_2^3 / (8 \times Q_2 + V_k \\ & \times q - V_k \times Q_2)^3 + 27.04 \times 0.14843977 \times V_k^2 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^2 - 5.2 \times 7.72758369 \times V_k \times \\ & Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + 190.76923077) + k_3 \times q \times (2924.64 \times 0.00000351 \times V_k^5 \times Q_2^4 / (8 \times Q_2 \\ & + V_k \times q - V_k \times Q_2)^5 + 421.824 \times 0.00119275 \times V_k^4 \times Q_2^3 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^4 - 54.08 \times \\ & 0.14843977 \times V_k^3 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^3 + 5.2 \times 7.72758369 \times V_k^2 \times Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - \\ & V_k \times Q_2)^2) + k_4 \times 11.49531 \times (8 \times V_k \times Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2))^{-0.53747} + k_4 \times q \times 11.49531 \times (8 \times \\ & V_k \times Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2))^{-0.53747} \times 0.53747 \times V_k / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + k_5 \times (731.161 \times \\ & 0.00000237 \times V_k^4 \times Q_2^4 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^4 - 140.608 \times 0.00073996 \times V_k^3 \times Q_2^3 / (8 \times Q_2 + V_k \\ & \times q - V_k \times Q_2)^3 + 27.04 \times 0.08344851 \times V_k^2 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^2 - 5.2 \times 4.05578049 \times V_k \times \\ & Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + 84.71328671) + k_5 \times q \times (-2924.64 \times 0.00000237 \times V_k^5 \times Q_2^4 / (8 \times Q_2 \\ & + V_k \times q - V_k \times Q_2)^5 + 421.824 \times 0.00073996 \times V_k^4 \times Q_2^3 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^4 - 54.08 \times \\ & 0.08344851 \times V_k^3 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^3 + 5.2 \times 4.05578049 \times V_k^2 \times Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - \\ & V_k \times Q_2)^2) + k_6 \times (27.04 \times 0.000138 \times V_k^2 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^2 + 5.2 \times 0.007835 \times V_k \times Q_2 / \\ & (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2) + 1.366084) + k_6 \times q \times (-54.08 \times 0.000138 \times V_k^3 \times Q_2^2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times \\ & Q_2)^3 - 5.2 \times 0.007835 \times V_k^2 \times Q_2 / (8 \times Q_2 + V_k \times q - V_k \times Q_2)^2) \end{aligned}$$

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

İsim–Soy isim : Harun COŞKUN
Uyruğu : TC
Doğum Tarihi ve Yeri : 04.02.1987 / Trabzon
Medeni Hali : Evli
e–mail : harun.coskun@kulturturizm.gov.tr

Eğitim

Derece	Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Erzurum Teknik Üniversitesi	2018
Lisans	Çukurova Üniversitesi	2009
Lise	Erzurum Adnan Menderes Lisesi	2005

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Makimsan A.Ş. (İnş. Müh.)	01.09.2009 / 01.12.2009
Türk Silahlı Kuvvetleri (J. Atğm)	01.12.2009 / 01.12.2010
Makimsan A.Ş. (İnş. Müh.)	01.12.2010 / 01.12.2011
Erzurum Rölöve ve Anıtlar Müd. (İnş. Müh.)	15.01.2013 / Halen devam ediyor.