



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN NİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ARAÇ SAHİPLENDİRMEDE DEVLET  
POLİTİKALARININ ETKİSİ VE OYUN  
TEORİSİ İLE BİR ANALİZ**

**Süleyman ÖZER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Temmuz-2019**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Süleyman ÖZER tarafından hazırlanan “Araç Sahiplendirmede Devlet Politikalarının Etkisi Ve Oyun Teorisi İle Bir Analiz” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Doğan EROL

.....

#### Danışman

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Süleyman ÖZER

Tarih:

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### ARAÇ SAHİPLENİRMEDE DEVLET POLİTİKALARININ ETKİSİ VE OYUN TEORİSİ İLE BİR ANALİZ

Süleyman ÖZER

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet AKTAN  
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şule ERYÜRÜK

2019, 103 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet AKTAN  
Prof. Dr. Doğan EROL  
Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

Bu çalışmada, ulusal otomobil envanterimizin çevreye ve insana olan direkt ve indirekt zararları tanımlanmış ve envanter çeşitli niteliklerine göre kümelendirilmiş, daha sonra bu kümeler doğaya ve insana verdiği zararın seviyesine göre sınıflandırılmıştır. Sonraki aşamada, tüm ulusal otomobil envanterinin verdiği toplam zararın yaklaşık yarısını oluşturduğu tahmin edilen en tehlikeli küme tahmin edilmiştir.

Bu bağlamda, kamusal politika enstrümanları incelenmiş, bu enstrümanlara bağlı senaryolar oluşturulmuştur. Senaryoların bu söz konusu tehlikeli kümeler üzerindeki karar verme ve politik etkileri, evrimsel oyun teorisi yaklaşımıyla analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevresel Etki, Evrimsel Oyun Teorisi, Çevre Politikası, Replikatör Dinamikleri, Teşvik, Toplam Araç Zararı, Ulusal Araç Envanteri, Çevresel Vergi.

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**EFFECT OF THE GOVERNMENT POLICIES ON VEHICLE OWNERSHIP  
AND AN ANALYSIS WITH GAME THEORY**

**Süleyman ÖZER**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN INDUSTRIAL ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Dr. Mehmet AKTAN  
Co-Advisor: Asst. Prof. Dr. Üyesi Şule ERYÜRÜK**

**2019, 103 Pages**

**Jury  
Prof. Dr. Mehmet AKTAN  
Prof. Dr. Doğan EROL  
Asst. Prof. Dr. Kemal ALAYKIRAN**

In this study, direct and indirect damages of the national automobile inventory on the community and nature are defined and inventory is clustered according to various qualifications. Then in first stage, these clusters are classified based on the level of damage given to the community. In the second stage of the classification, the most dangerous cluster estimated to constitute about half of the total damage caused by the national automobile inventory was estimated.

In this context, public policy instruments were examined and scenarios composed which are based on these instruments. The political effects of the scenarios on the dangerous cluster is analysed and estimated by using evolutionary game theory approach.

**Keywords:** Environmental Game Theory, Environmental Impact, Environmental Policy, Environmental Taxes, National Vehicle Inventory, Replicator Dynamics, Total Harm of Vehicles.

## ÖNSÖZ

Sürekli artan küresel nüfus ve bu nüfusun her geçen gün daha fazla kabaran tüketim iştahı, bu durumun doğal bir sonucu olarak daralan enerji kaynakları ve diğer muhtelif doğal kaynaklarla sürdürülebilir şekilde beslenmek zorundadır. Bu durum; bilim adamları, sanayiciler, sivil toplum kuruluşları ve odalar gibi her tür paydaşı sürdürülebilir üretim ve tüketim konusunda yeni yol ve metotlar aramaya iterken, aynı zamanda devletleri de hızlı ve keskin tedbirler almak konusunda zorlamaktadır.

Hava, su ve toprak gibi ekolojik kaynakların yanı sıra toplumun sağlığı, vatandaşın verimli zamanı ve ekonomik refahı gibi diğer dışsal birtakım meseleleri de yönetilmesi gereken kaynaklar arasına dahil ederek bütüncül yaklaşımlar sunmak üzere tasarlanan kamusal politikalar, ulusların geleceğinin şekillenmesinde belirleyici roller üstlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı ise, Türkiye Cumhuriyeti otomobil envanterini ele alarak karakteristiklerini çıkartmak ve bu mevcut envanterin kompozisyonunun, ülkenin özne dinamiklerini de göz önünde bulundurarak en verimli şekilde yapılandırılabilmesi için ne tür kamusal politikalar üretilebileceği ve bu politikaların analizinin, spesifik bir yöntemle nasıl yapılabileceğini incelemektir.

Üstün derecede özverili yaklaşımı ve sınırları benim görüş alanımın çok ötesinde olan engin ufkuyla yalnızca destek değil, aynı zamanda ilham veren danışmanım Prof.Dr. Mehmet AKTAN'a ve çalışmamın en karanlık ve kaybolmuş yerinde bir yıldız gibi parlayarak yönümü bulmamı ve yola devam etmemi sağlayan eş danışmanım Dr. Şule ERYÜRÜK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Süleyman ÖZER  
KONYA-2019

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışmanın Amacı ve Otomobillerin Topluluğa Olan Zararının Tanımı .....	1
1.1.1. Evrensel zarar kavramı .....	3
1.1.2. Kurumsal zarar kavramı.....	5
1.2. Problemin Tanımı ve Çözüme Yönelik Yaklaşımlar .....	16
1.2.1. Konvansiyonel yakıttan, alternatif yakıta olan dönüşümün doğası .....	18
1.2.2. Vergi enstrümanının tanımı ve mevcut dinamikleri .....	19
1.2.3. Teşvik enstrümanının tanımı ve mevcut dinamikleri .....	23
1.2.4. Devlet, üretici ve tüketici ilişkilerinde rollerin dağılımı.....	24
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>26</b>
2.1. Araç Sınıflandırma Yöntemleri .....	27
2.2. Kullanılan Enstrümanlar .....	28
2.2.1. Vergi enstrümanları hakkında araştırma .....	29
2.2.2. Teşvik enstrümanları hakkında araştırma .....	31
2.2.3. Diğer bazı bütünsel yaklaşımlar hakkında araştırma .....	33
2.3. Tüketici Eğilimleri ve Eğilimlerin Yorumlanmasına İlişkin Yöntemler Hakkında Araştırma .....	34
2.3.1. Oyun teorisi ve evrimsel oyunlar hakkında araştırma .....	36
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>39</b>
3.1. Araçların Topluluğa Verdiği Zararın Ceza Puanı Skalasının Oluşturulması .....	40
3.1.1. Yakıt kaynaklı zararların ceza puanı .....	40
3.1.2. Verim kaynaklı zararların ceza puanı .....	46
3.1.3. Güvenlik kaynaklı zararların ceza puanı.....	49
3.2. Mevcut Ulusal Araç Envanterinin Analizi.....	50
3.3. Mevcut Ulusal Araç Envanterinin Gruplandırılması .....	55
3.4. Politika Yapmada Kullanılacak Enstrümanların İncelemesi .....	59
3.4.1. Kullanıcı cephesindeki enstrümanlar .....	59
3.4.2. Devlet cephesindeki enstrümanlar .....	60
3.5. Politika Yapımında Kullanılacak Stratejiler ve Senaryolar .....	66
3.5.1. Stratejiler.....	66
3.5.2. Senaryolar .....	73

3.6. Oyun Teorisi Uygulaması.....	77
3.6.1. Replikatör dinamikleri hakkında kısa notasyon.....	77
3.6.2. Dynamo ve çıktıları hakkında kısa notasyon.....	78
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>82</b>
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>84</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>86</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>94</b>





## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara
<b>OICA</b>	: Uluslararası Otomotiv Sanayicileri Derneği, Paris
<b>PETDER</b>	: Petrol Sanayi Derneği, İstanbul
<b>PwC</b>	: PricewaterhouseCoopers, Londra
<b>PM X</b>	: Çapı X mikrondan küçük olan partikül madde



## 1. GİRİŞ

19. Yüzyılın sonlarında konuşılmaya başlayan endüstriyel devrim, ‘üretim’ ve ‘tüketim’ olgularının kimyasında köklü değişiklikler yaparak kendinden önceki tanımların tüm usul ve ölçülerini yeniden yorumlamış, kendi gerçekliğiyle yaşadığımız gezegenin en bakir alanlarına kadar nüfuz etmiştir. Hem üretimin hem de tüketimin, geçtiğimiz yüzyıl içerisinde böylesine büyük ölçekli ve böylesine plansız yayılması, endüstriyelmiş her alan için, ivedilikle çözüm üretilmesi gereken kimi ölümcül sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar arasında, doğaya verdiğimiz zarar ve kaynakların hesapsız kullanılması gibi evrensel konuların yanı sıra merkez ülkelerin çevre ülkelerle olan asimetrik ticaret hacimleri ve petrol benzeri modern çağ zenginliklerinin coğrafyalar arasındaki dengesiz dağılımı gibi kurumsal konular da yer almaktadır.

Bu devrimin temel taşı olan ve ‘dünyayı değiştiren makine’ olarak adlandırılan otomobiller, bu evrensel ve kurumsal sorunlarımızın da laboratuvarı niteliğindedir. Tıpkı bir ilaç gibi, uygun içerik ve dozda alındığında toplumun refahında keskin bir yükselişe sebep olan ve sınırsız faydalar sağlayan araçlar, hesapsız veya bilinçsiz kullanımlarda topluluğun refah seviyesini çok farklı açılardan aşağı çekebilme potansiyeline de sahiptir.

Bu çalışmada, ülkemiz binek araç envanterinin tasniflenerek, yukarıda bahsedilen zararlar açısından analiz edilmesi ve mevcut envanter yapısının topluma vermekte olduğu zararın asgari noktasına doğru değiştirilebilmesi için atılabilecek politik adımlar incelenecektir. Çalışma kapsamında, yalnızca otomobil, arazi aracı gibi binek araçlar hesaplamaya dahil edilmiş olup, traktör, kamyon, otobüs gibi özel amaçlı kullanımı olan araçlar ve motosikletler hesaplarımıza dahil edilmemiştir. Çalışma kapsamında kamu araçları, şirket araçları veya hususi araçlar gibi bir ayrıma gidilmemiş, trafiğe kayıtlı araçların tümüne göre hesaplamada bulunulmuştur.

### 1.1. Çalışmanın Amacı ve Otomobillerin Topluluğa Olan Zararının Tanımı

Çalışmanın en başında “zarar” kavramının notasyonunun doğru yapılmış olması ve okuyucu ile aynı noktaları işaret etmesi önemlidir. Çalışmada zarar kelimesinin referansı bireyin kişisel menfaatlerinden bağımsız olarak topluluğun ortak çıkarlarını gözetilmesidir. Oluşan bir durum karşısında kitlenin çıkarları korumak, birey için kârlı

veya kârsız olabilir. Kâr veya zarar hesaplarının ötesinde, topluluğun refahı bireyin yıkımı ile dahi sonuçlansa, çalışma kapsamında zarar, çıkar, kâr gibi vektörel terimler her zaman için topluluğu referans almaktadır. Bu kısa işareten sonra söze başlanabilir.

Her geçen gün küresel popülerliğinin yanı sıra pazar paylarını da kayda değer şekilde arttıran elektrikli araçlar, hızla ‘geleceğin araçları’ sınıfından ‘günümüzün araçları’ sınıfına kaymaya başlamıştır. Görece olarak yüksek fiyatları, düşük menzilleri, zayıf şarj altyapıları ve başka kimi belirsizliklerine rağmen yaşanmakta olan bu eksen kaymasının temelini, fütüristik teknolojilere duyulan merak veya mevsimsel hevesler değil, somut birtakım mecburiyetler oluşturmaktadır. Bu mecburiyetlerin özünde ise, konvansiyonel içten yanmalı motorların hane halkının günlük ihtiyaçlarını karşılamak için kullanımının sürdürülebilir olup olmadığı konusundaki ciddi soru işaretleri oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, mevcut araç envanterimizdeki benzer grupların topluma ve doğaya verdiği direkt ve endirekt zararların çok ölçütlü olarak hesaplanması ve ele alınması, bu zararları minimize edebilmek için verdiği zarar oranı yüksek olan spesifik gruplar üzerinde uygulanabilecek, aynı zamanda hem hayatın olağan akışıyla hem de ülke gerçekleriyle de çelişmeyen devlet politikalarının tespit ve analiz edilmesi, bu politikaların envanter üzerindeki kısa, orta ve uzun vadeli etkilerinin tahminlenmesidir.

Literatür taramasında da görüleceği üzere, bu çalışma ile ilişkilendirilmesi muhtemel olan diğer çalışmalar çoğunlukla araçların yaşam döngüsünü referans alarak ana yapılarını oluşturmuşlardır. Bu yaklaşım, bir aracın ekonomik ömrünü doldurduktan sonra sebep olduğu tüm zararın faydasından fazla olacağı ve hurdaya ayrılması gerektiği yaklaşımıyla doğru olarak görülebilir. Fakat dikkat edilmesi gereken nüans, bizim gibi çevre ülkelerin ithal ürün olan araçlar konusundaki dinamiklerinin merkez ülkelerden daha farklı çözümlere ihtiyaç duyabileceğidir.

Buna ek olarak, son zamanlarda yapılan yaşam döngüsü analizi çalışmaları göstermiştir ki, eski araçların hurdaya ayrılarak yerine yeni araçların üretilmesi ciddi oranlarda emisyonuna sebep olmaktadır (Kim, 2003; Spitzley ve diğerleri, 2004). Bu nedenle çalışma kapsamında aracın zararına referans değer olarak yaşam döngüsü değil, muhtelif iç dinamikleri ile oluşturulan skalalar alınacaktır.

Bu çalışmada bir otomobilin topluma verdiği zarar, evrensel ve kurumsal olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır.

### 1.1.1. Evrensel zarar kavramı

Evrensel zarar kavramı, motorlu kara taşıtlarının varlığından kaynaklanan, sonuçları direkt olarak insan ve doğayı ilgilendiren zarar çeşitleridir. Emisyon, yolcu ve yaya güvenliği, trafik yoğunluğu ve bariyer etkisi olmak üzere 5 başlık altında incelenecektir. Bu başlıklardan ilki olan emisyon, doğrudan bir evrensel zararı işaret etmekte, diğer dört başlık ise araç varlığının doğasından kaynaklanan evrensel endirekt zararları işaret etmektedir.

#### 1.1.1.2. Emisyonun topluluğa zararı

Evrensel zarar kavramının ana çerçevesini, sürdürülemez miktarlardaki emisyon hacimlerimiz ve bu hacimlerin doğaya ve insana verdiği dolaylı ve dolaysız hasarlar oluşturur. Giriş kısmında da bahsedildiği üzere, endüstriyel devrimin imkân tanıdığı çok çeşitli ürün grupları ve bunların dev üretim hacimleri, insanlık tarihine nazaran çok kısa bir zamanda milleti, kültürü, coğrafyası fark etmeksizin tüm insanlık için yaşadığımız sınırsız gezegeni adeta kapalı ve küçük bir odaya dönüştürmüştür.

Doğanın altından kalkamayacağı kadar büyük hacimde başta karbon olmak üzere sair endüstriyel atık, yalnız üretimin gerçekleştiği dar alan için değil, bütün insan ırkı için sorun teşkil etmektedir. Uluslararası bir Tink-Tank kuruluşu olan Global Footprint Network tarafından yapılan araştırmaya göre, insanlığın bir yılda kullandığı kaynakları yerine koyabilmek ve ürettiği atığı absorbe edebilmek için doğanın ihtiyaç duyduğu ekolojik çevrim süresi, 1970'li yıllardan itibaren bir yılın üzerine çıkmıştır ve bu sürenin 2017 yılı için 18 ay olduğu tahmin edilmektedir. Halihazırda 1,7 dünyanın ancak taşıyabileceği bir kaynak kullanımı ve karbon salınımı gerçekleştirilmektedir. Bu limit aşımalarının sonucu olarak -çeşitli belirsizliklere rağmen- çoğu iklim modeli 21'inci yüzyılın ortalarında gezegenin sıcaklığında 1,5 ile 4,5 santigrat derece arasında artış olacağını öngörmektedir (Öztürk, 2002).

Gezegenin sağlığındaki bu çeşit bir bozulma, insan sağlığında da güçlü yansımalar oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, her yıl 4.2 milyon insan hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı hayatını kaybetmektedir ve dünya nüfusunun %91'lik kesimi DSÖ limitlerinin altında hava kalitesine sahip alanlarda yaşamaktadır. Yine DSÖ verilerine dayanarak, ülkemizde yalnızca 2016 yılında gerçekleşen hava kirliliği ile ilişkili ölüm sayısının 36 bin 698 olduğu tahmin

edilmektedir . Uzun vade ortalamasında, çevrenin PM2.5 (2.5 mikron çapından daha küçük partikül maddeler) seviyesindeki her 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$  artışın, yaklaşık olarak %4 oranında tüm vakalarda, %6 oranında kardiyopulmoner vakalarda ve %8 oranında akciğer kanseri ölümlerinde artış gösterdiği hesaplanmıştır (Krewski ve diğerleri, 2005).

İklim yapısındaki ve atmosferik kompozisyondaki bu karamsar tabloda ulaşım önemli bir yer tutmaktadır. Global emisyonun %23'lük kısmı ulaşım kaynaklıdır. Ulaşımında ise emisyon üretiminin yüzdesel dağılımı; %4,6 demiryolu taşımacılığı, %10,6 havayolu taşımacılığı, %10,9 denizyolu taşımacılığı ve %73,9 ise karayolu taşımacılığı şeklindedir. Karayolu taşımacılığında ise dağılım %46,5 ağır vasıtalar, %53,5 ise hafif vasıtalar şeklindedir (Yang, 2018). Başka bir çalışmada ise, yine küresel sera gazı emisyonunun %13'lük kısmı trafik kaynaklı olarak işaret edilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise bu oran çok daha trajik seviyelere çıkabilmektedir. Örneğin, Buenos Aires şehrinde CO emisyonu %99'dan daha büyük oranda trafik kökenlidir ve NO<sub>x</sub> emisyonunun %45'lik bir kısmını yine trafik oluşturmaktadır (Venegas ve Mazzeo, 2006).

Avrupa konseyi, üye devletler için 2030 yılına kadar -1990 değerlerine göre-%40 oranında sera gazı emisyonlarında düşüş yapmaları konusunda karar almıştır. Komisyonun 2050 hedefi ise, bu düşüş oranını endüstride %83-87, taşımacılıkta %54-67 ve toplamda %80-95 seviyelerine çıkartmaktır (Anonymus, 2018a).

### **1.1.1.2. Yolcu ve yaya güvenliği eksikliğinin topluluğa zararı**

TÜİK verilerine göre, 2017 yılında ülkemizde toplam 1 milyon 202 bin 716 trafik kazası yaşanmıştır ve toplam 7 bin 427 kişi hayatını kaybetmiş, 300 bin 383 kişi yaralanmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde kaza ölüm oranı, yaklaşık olarak 100 araç için 1 kişidir (Blackman ve diğerleri, 2010). Gelişmekte olan ülkelerde kaza başına ölüm oranının gelişmiş ülkelere nispeten daha yüksek olmasında eğitim, yeterli altyapı hizmetleri, bilinçli ve sorumlu trafik davranışları gibi soyut etkenlerin yanı sıra, araç filosunun yaşı ve filonun sahip olduğu güvenlik teknolojilerinin de etkisi yatsınamaz.

### **1.1.1.3. Trafik yoğunluğunun topluluğa zararı**

Yoğunluk nedeniyle ortaya çıkan çok sayıda maliyet etkeni bulunmaktadır. İş gücü kaybı, yakıt israfı ve emisyon artışı gibi direkt etkilerin yanında; karayolu toplu

taşımasına sıkışıklık nedeniyle azalan ilgi, mal ve hizmetlerin taşımacılık kaynaklı fiyat artışları, araçlar ve altyapının artan amortisman tutarları ve psikolojik kimi etkenler gibi indirekt etkiler de bu başlığa dahildir. Öyle ki, tüm bu maliyetlerin toplam tutarı, özellikle merkez ülkelerde korkunç rakamlara ulaşabilmektedir. İngiltere’de trafik sıkışıklığının 2010 yılı maliyetinin 30 milyar sterlin olduğu öngörülmüştür (Goodwin, 2004).

The Economist dergisinin; küresel ölçekte muhtelif yol sensörleri ve GPS cihazlarından büyük hacimli veriler toplayan, bu verilerin analizini yaparak anlamlandıran ve trafik yönetimi çözümleri sunan bilgi işlem firması INRIX’in verilerine dayandırdığı haberinde, İngiltere, Almanya ve ABD’deki trafik yoğunluğunun yalnız 2017 yılı için toplam maliyeti 461 Milyar Dolar olarak hesaplanmıştır (Anonymus, 2018b). Yine INRIX firmasının yaptığı sıralamada, Türkiye dünya ölçeğinde en sıkışık trafiğe sahip 9’uncu ülke olarak yerini almış ve bir Türk sürücünün 2017 yılında ortalama 32 saatini tıkanıklıkta harcadığını hesaplamıştır (Anonymus, 2019a).

#### **1.1.1.4. Bariyer etkisinin topluluğa zararı**

Trafik kaynaklı erişim yetersizliğinden kaynaklanan ölümler ve maddi kayıplar (ambulans, itfaiye, polis ve sair), yoğun motorlu araç trafiğinin yayalar, bisikletler, doğal ortamındaki hayvan ve bitkiler için oluşturduğu doğal olmayan bariyerler ve gürültü olarak tanımlanabilir.

#### **1.1.2. Kurumsal zarar kavramı**

Kurumsal zarar olarak nitelenen zarar türleri, evrensel zarar kavramı aksine doğal olarak oluşmazlar. Bireylerin ve kurumların aldıkları kararlar ve davranış biçimleri ile oluşur ve yine bu davranış biçimleri sonucunda şekillenerek artabilir, azalabilir veya kaybolabilirler. Bu çalışma kapsamında, ithalatın çeşitli türleri bu zarar kalemleri altında incelenmiştir. Otomobil ithalatı, fosil yakıt ithalatı, otomobillerde verim kaybı ve altyapı maliyetleri olarak 4 başlık altında derlenmiş ve konuya ilişkin bilgiler başlıkların altında sunulmuştur.

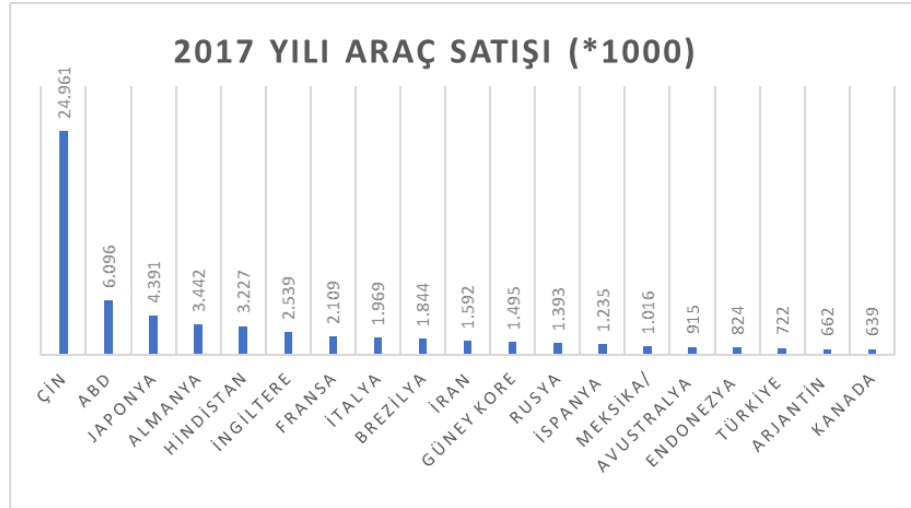
### 1.1.2.1. Otomobil İthalatının Topluluğa Zararı

Tümüyle veya kısmen İthal bir ürün olduğu için, yurtiçine otomobil girişini tereddütsüz şekilde zarar olarak kabul etmek, ekonomik ve sosyolojik bakımdan komik bir yanlış varsayım olur. Ve fakat, aşağıda sıralanacak sebeplerden ötürü çalışma kapsamında otomobil ithalatı zarar olarak görülecek ve problem tanımında bahsedildiği üzere hayatın olağan akışıyla çelişmeyecek şekilde minimize edilmeye çalışılacaktır.

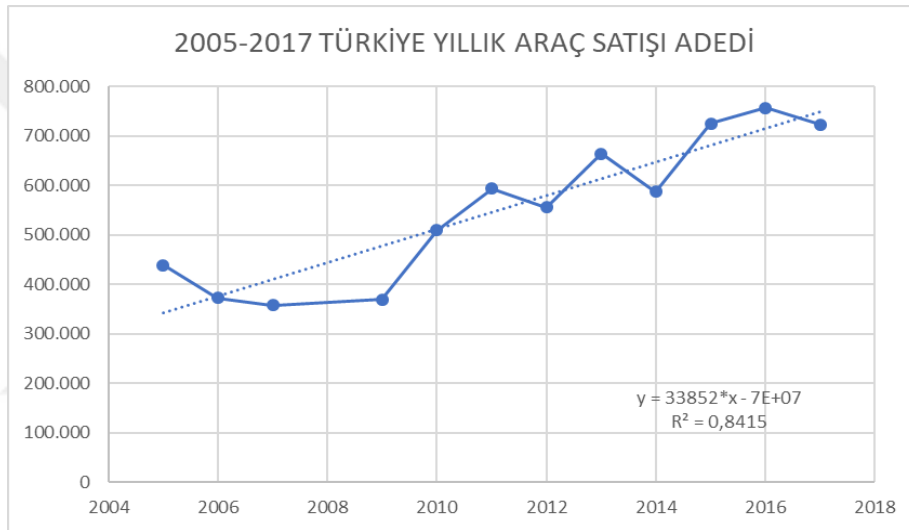
TÜİK'den elde edilen dış ticaret istatistiklerine göre (Yıllık, BEC: 51-Binek otomobilleri) 2017 yılı toplam binek otomobil ithalat tutarı 8.605.648.690 Amerikan Doları olarak gerçekleşmiştir. Otomotiv Sanayicileri Derneği (OSD) Otomotiv Endüstrisi Aylık Raporu – Aralık 2017 raporunda (Anonim, 2018) ise 2017 yılında ithal edilen otomobil adedi 505.968 olarak belirtilmiştir (OSD raporu, yalnızca ihracatın maddi tutarlarını yayınlamakta, ithalat adetlerinin maddi tutarlarını vermemektedir. Bu sebeple ithalat tutarları TÜİK'ten temin edilmiştir. İki raporun tutarlılığını tespit etmek amacıyla ihracat tutarları mukayese edilmiş ve OSD raporunda %0,2'lik bir eksik görülmüştür. Bu fark, ithal araç sayısına yansıtılarak  $505.968 * 1,002 = 506.980$  araç adediyle işlem yapılacaktır). İthal edilen otomobil başına ödenen tutar (8.605.648.690-\$/506.980-Ad.) 16.974 \$/Adet olarak karşımıza çıkmaktadır. Merkez Bankası verilerine göre 2017 USD/TRY paritesi (2 Ocak:3,53 / 29 Aralık: 3,77) ortalama 3,65 ve brüt asgari ücret 1.777 TL'dir. Bunun ekonomik yorumu; bir adet otomobil ithalatı için asgari ücretli bir çalışanın 3 yıllık emeği yurtdışına aktarılmıştır. Söz konusu hesaplamada yalnızca otomobil adet ve tutarları analiz edilmiş, bu otomobillerin beraberinde ithal edilmiş/edilecek yedek parça, donanım, aksesuar ve sair masrafları hesaplamaya dahil edilmemiştir.

İthal otomobillerin yanı sıra, 216.791 adet Türkiye'de üretilen araç satılmıştır ve bu araçların %100 yerli üretim olduğu düşünülmemelidir. İthal araçlara göre daha düşük oranlarda dahi olsa, yine de satın alınan her otomobil, bu çalışmada 'zarar' olarak nitelenecek maddi kayba neden olmuştur.

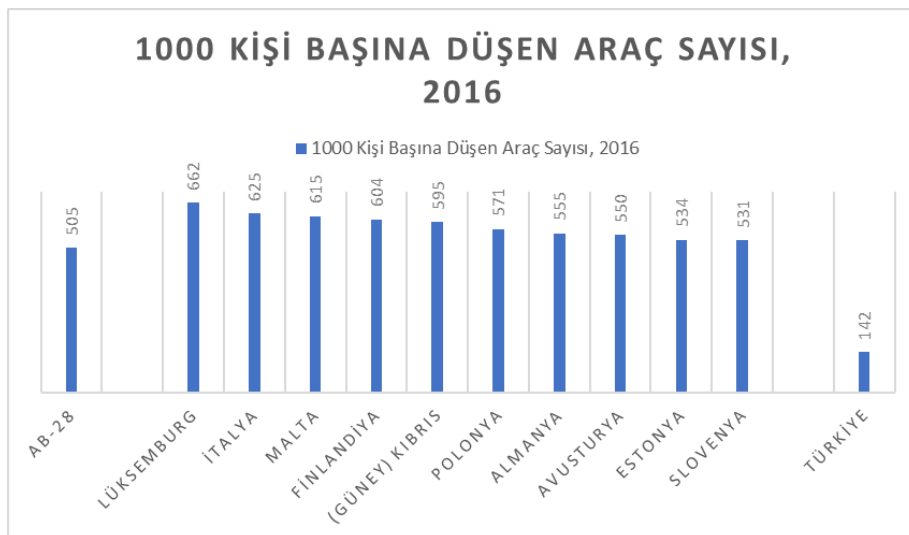
Uluslararası Otomotiv Sanayicileri Derneği (OICA) tarafından derlenen 2017 verilere göre (Anonymus, 2018a) dünya genelinde 70.849.466 adet otomobil satılmış, Türkiye ise en çok araç satılan 17. Ülke olmuştur. En çok araç satışı yapılan ilk 20 ülke, Şekil.1.1'de, Türkiye'de 2005-2017 yılları arası araç satış rakamları ve lineer regresyonu ise Şekil.1.2'de verilmiştir.



**Şekil.1.1.** 2017 Yılı Ülkelere Göre Araç Satış Adetleri



**Şekil.1.2.** 2005-2017 Yılları Arası Satılan Araç Sayısı (0 Km, Türkiye)



**Şekil.1.3.** Bin Kişi Başına Düşen Araç Sayısı (12 Ülke, 2016)



Dünya ve Avrupa ortalamasına nispetle yüksek olan yeni araç satışlarını ve bu satışların hızla yükselen trendini, araç stokumuzdaki eksiğimizle ilişkilendirmek mümkün olabilir. Eurostat verilerine göre (Anonymus, 2018b) kişi başına düşen araç sayısında, tüm Avrupa devletlerinden daha geride olduğumuz görülmektedir. 1000 kişi başına düşen araç sayısında en yüksek 10 Avrupa devleti, AB-28 ortalaması ve bizim yerimiz, Şekil.1.3’de verilmiştir.

### **1.1.2.2. Hidrokarbon sıvı yakıt ithalatının topluluğa zararı**

Ulaşım alanında alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları her ne kadar adından sıkça söz ettirse de, ulaşımın her türüsünün elektrizasyonu henüz mümkün görünmemektedir. Örnek vermek gerekirse, depolarında bulunan (Litre olarak) sıvı yakıtın eşdeğer enerjisini verebilmesi için otobüslerde 3,5 ton, kamyonlarda 13 ton, uçaklarda 2 bin ton ve yük gemilerinde 375 bin 400 ton ağırlığında (mevcut teknoloji ile) bataryalara ihtiyaç duyulmaktadır, keza petro-likit yakıtlar; yüksek enerji yoğunluğu, kolay ve güvenli depolama imkanı, üretim-dağıtım-depolama konusunda mevcut kurulu altyapısı ve rakiplerinden düşük fiyatı gibi faktörler göz önüne alındığında ulaşım konusunda baskın pozisyonunu korumaktadır (Anonymus, 2018c).

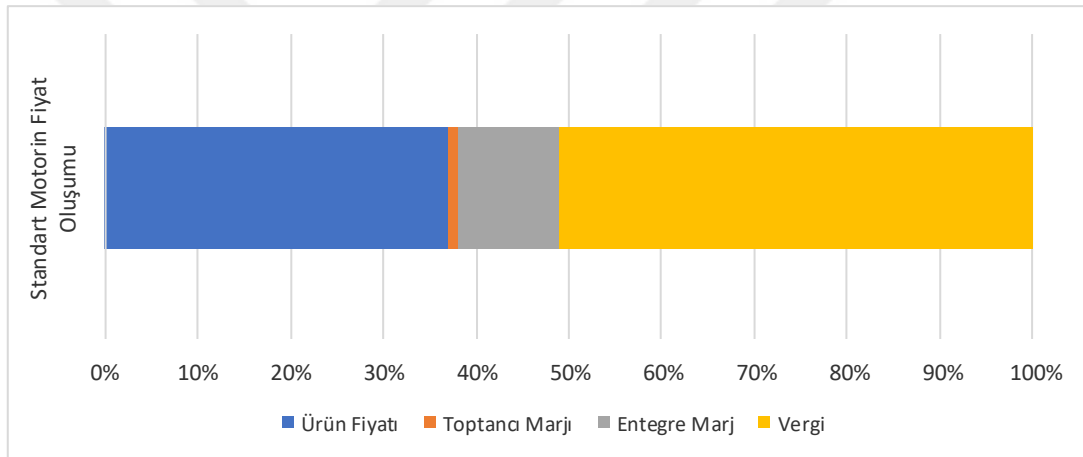
Bu baskın pozisyon, özellikle bireysel taşımacılıkta hidrokarbon sıvı yakıtların kullanımını engelleyici kimi tedbirleri mecbur kılmaktadır. Kullanımın direkt olarak yasaklanması henüz mümkün olmamakla birlikte, gelecek için konuşulan bir önlemdir. Örneğin, İngiltere ve Fransa’da, 2040 yılında benzin ve dizel motorlu araçların satışının durdurulması tartışılmaktadır. Fakat günümüz şartlarında alınabilecek önlemlerde kilit rolü, akaryakıt fiyatlarının vergilendirme politikaları oynamaktadır. Petrol Sanayi Derneği 2017 Yılı Sektör Raporundan derlenen bilgiler ışığında, yakıt cinslerine göre 2017 yılı ortalama pompa fiyatları ve vergi oranları Çizelge.1.1’de sunulmuştur (PETDER, 2017).

Vergi payı açısından Türkiye (2017 yılı içinde) AB üyesi ülkeler içinde benzinde 15’inci ve dizel yakıtta 19’uncu sıradadır ve aynı yıl otomotivde 37,7 milyon m<sup>3</sup> yakıt tüketilmiş, petrol ürünlerinden 92,1 milyar TL’lik vergi sağlanmıştır. Motorin örneği ele alındığında; Şekil 1.4.’te görüldüğü üzere, perakende fiyatının %37’si ürün fiyatı, %1’i toptancı marjı, %11’i entegre marj ve %51’i de vergi şeklindedir.

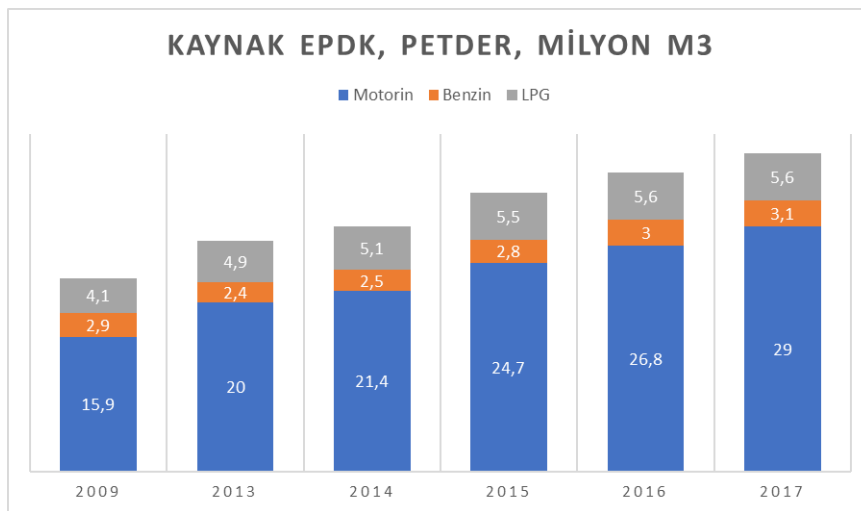
**Çizelge 1.1.** 2017 Yılı Ortalama Pompa Fiyatının Ürün ve Vergi Dağılımı, Kaynak:PETDER

		Ürün	Vergi
Benzin	Oran	39,6 %	60,4 %
	Tutar	2,09 TL	3,18 TL
Motorin	Oran	46 %	54,0 %
	Tutar	2,13 TL	2,5 TL
LPG	Oran	52,4 %	47,6 %
	Tutar	1,61 TL	1,46 TL

Karayolu taşımacılığında kullandığımız yakıt türü ağırlıklı olarak motorindir. Hemen arkasından ise LPG gelmektedir. 2009-2017 yılları arası cinslerine göre yakıt kullanım miktarları Şekil 1.5.'te, 2013-2017 yılları arasında yapılan bu tüketimlerin regresyonları ve  $R^2$  değerleri ise Çizelge 1.2'de ve bu eğilimlerin grafiği, Şekil 1.6'da verilmiştir.

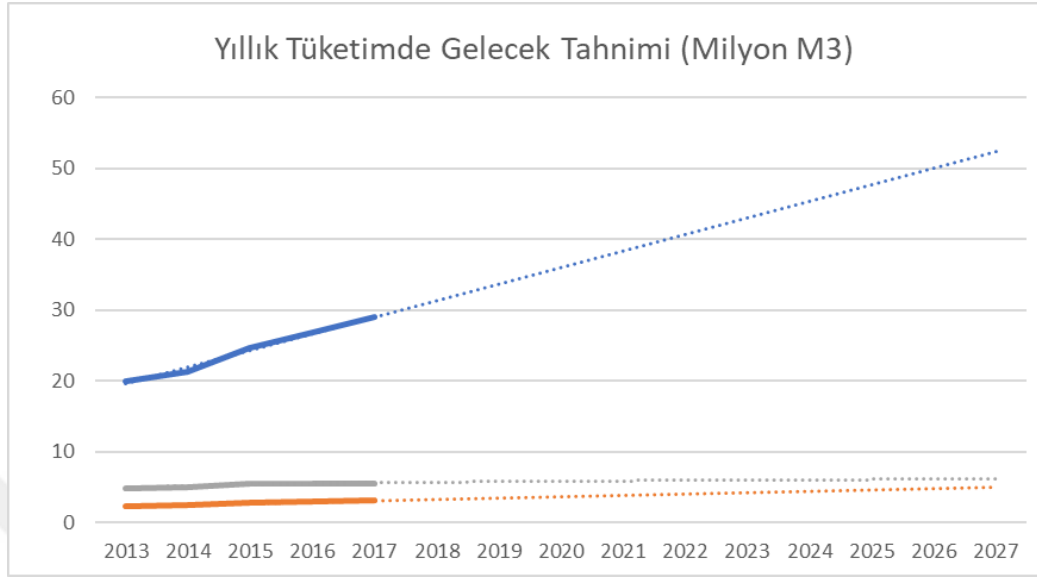


**Şekil 1.4.** Motorin İçin Standart Fiyat Oluşumu, Kaynak: PETDER



**Şekil 1.5.** Yıllara Göre Yakıt Tüketimi Miktarı (2009-2017, Milyon M<sup>3</sup>)

Türkiye, Avrupa devletleri arasında total petrol talebinde 7. Sırada bulunmaktadır (Anonymus, 2017a). Sıralama Çizelge 1.3'te verilmiştir.



Şekil 1.6. Yıllık yakıt tüketiminin gelecek projeksiyonu

Toplam ham petrol tüketimimizin %91'lik kısmını ithal girdi oluşturmaktadır ve ülkelere göre ithalat oranlarımız, Şekil 1.7.'de sunulmuştur (veri: PWC, PETDER). Petrolde neredeyse tamamen dışa bağlı olan bizim gibi ülkelerin, tüketim konusunda hassas davranması bir mecburiyettir. Zira petrol bağımlılığı ve bununla ilişkili ikincil problemler, dünya petrol piyasalarındaki eksik rekabetin piyasa üstündeki yıkıcı etkilerinden ulusal güvenliğe kadar değişen bir yelpazede ortaya çıkar (Deutch ve diğerleri, 2006).

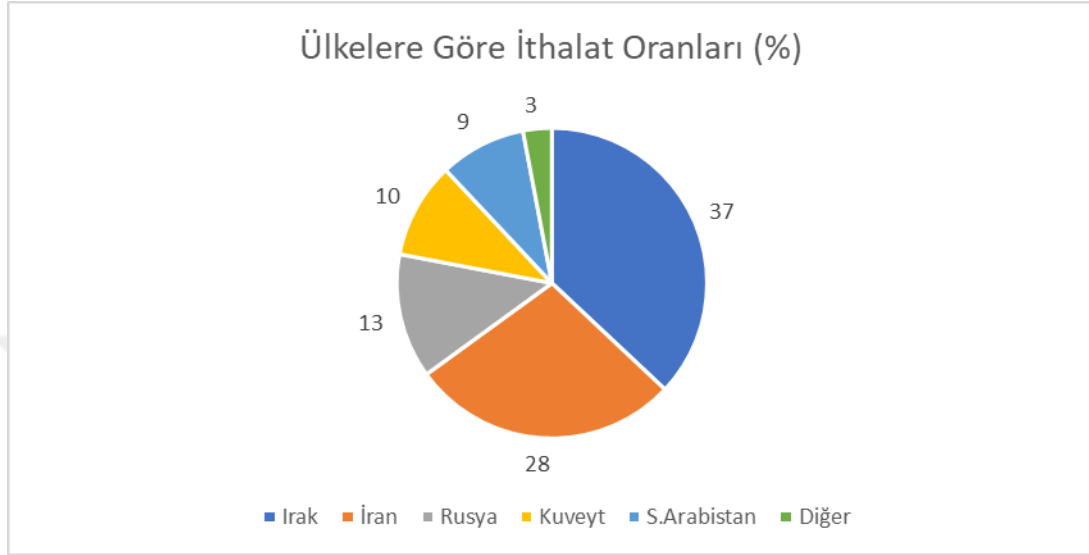
Çizelge 1.2. Yıllık yakıt tüketiminin türlerine göre eğimi ve R<sup>2</sup> değerleri

Yakıt Türü	Eğim Fonksiyonu	R <sup>2</sup> Değeri
Motorin	$y = 2,34*x + 17,36$	$R^2 = 0,9889$
Benzin	$y = 0,19*x + 2,19$	$R^2 = 0,9704$
LPG	$y = 0,488*\ln(x) + 4,8728$	$R^2 = 0,9337$

Çizelge 1.3. Avrupa devletleri petrol talebi sıralaması (ilk 7 ülke), Kaynak: FuelsEurope

Ülke	Milyon Ton / Yıl
Almanya	117,3
Fransa	80,1
Birleşik Krallık	72,1
İtalya	62,8
İspanya	60,9
Hollanda	47,1
Türkiye	45,3

2016 yılında, satışların %13'lük kısmı havacılık şirketleri, %8'lik kısmı denizcilik şirketleri, %4'lük kısmı istasyon dışı serbest kullanıcı satışları (bu satışların dağılımı %87 endüstri, %13 kamu şeklindedir) ve %75'lik kısmı ise istasyon satışları şeklinde gerçekleşmiştir (PETDER, 2017).



**Şekil 1.7.** Petrol ithalatımızın ülkelere göre dağılımı

Fosil yakıt özelinden üst başlığa çıkarak, ülke özelindeki enerji potansiyeline bakmak gerekirse, diğer çevre ülkelerle benzer şekilde Türkiye'nin de enerji talebi artarak devam etmektedir ve 2001 yılındaki krizde dahi talep trendi değişmemiştir (Korkmaz, Ö., 2012). Ekonomik kalkınmada anahtar rol üstlenen enerjinin kritik rolü yalnızca günümüzle sınırlı kalmayacak ve önümüzdeki yıllarda da devam edecektir. Bu perspektifte gelecek dönemlerde fosil yakıtların enerjideki dağılımı kısmen düşse bile hala hakim durumunu koruyacaktır (Anonim, 2017). Kullandığımız enerjinin %62'sini yurtdışı kaynaklardan ithal şekilde aldığımız düşünüldüğünde, toplumun refah seviyesindeki artışın enerji ile ilgisi daha açık görülür (Atılğan, 2000).

Ülke olarak, yerli kaynaklı kurulu güç oranı %57 iken, ithal girdi sağlayan santrallerin kurulu gücü %43'tür (Anonim, 2017). Yani üretilen her birim elektriğin %25'lik kısmı tümüyle yerli kaynaklara dayanmaktadır. Bu durumda, elektrikli araçların yakıt ithalatının önüne tümüyle geçebileceğinden bahsedilemez. Ve fakat, her ne kadar %75 ithal dahi olsa konvansiyonel araçlara nazaran çok daha düşük tutarlardan bahsedildiğinden ve hesaplama kolaylığından dolayı, bu çalışma kapsamında elektrikli araçların bu kalemdeki zararı yok sayılacaktır.

### 1.1.2.3. Otomobillerde Verim Kaybının Topluluğa Zararı

Otomobillerde ‘verim’ kavramı, farklı disipline göre çok farklı açılardan ele alınabilecek, çok geniş bir başlıktır. Bu çalışma kapsamında ise, otomobilin verimi olarak iki konuya atıf yapılmakta ve yalnız bu iki başlıkla sınırlandırılmaktadır. Bunlardan ilki, aracın doğaya saldığı karbon miktarıdır. Aracın fabrikadan çıktığı hali, bu başlık altında %100 verim olarak kabul edilmekte ve verim kaybından bahsedildiğinde, aracın fabrika çıkışı teorik verimindeki düşüş işaret edilmektedir. Çalışma içinde buna çevresel verim denilecektir. Verim kelimesiyle kastedilen ikinci konu ise, otomobilin fren, lastik, sair aktarma organları gibi ilgili aksamlarındaki yorgunluktan / yıpranmışlıktan dolayı sürücü ve yaya güvenliğini tehlikeye atabilecek durumların ortaya çıkmasıdır. Çalışma içerisinde buna yapısal verim denilecektir.

Aracın çevresel verimi, kullanıcı davranışları ve altyapı ile doğrudan ilişkilidir. Çevresel verimlilik ile ilişkili bu değişkenlik, çoğunlukla aracın verimini sabit kabul edilen değerin altına çekmektedir. Konuya örnek olarak, Avrupa Otomobil Üreticileri Derneği (ACEA) tarafından derlenmiş olan kullanıcı davranışı ve altyapı tabanlı potansiyel karbon salınımı iyileştirmeleri, oranlarıyla birlikte Çizelge.4’te verilmiştir (Anonymus, 2016).

**Çizelge 1.4.** Farklı Uygulamaların CO<sub>2</sub> Salınımını Düşürme Potansiyelleri

Eko-Sürüş	%37
Eko-Navigasyon	%20’ye kadar
Yol Altyapısı	% 1-2 (Doğru materyal tercihi ve doğru bakım onarım)
Adaptif Hız Kontrolü Gibi Araç İçi Sistemler	%3-5
Akılcı Park Tercihleri	% 7-10 (Gidilen mesafeyi düşürür)

Söz konusu unsurlar, kullanıcının yalnızca sürüş davranışındaki değişimleri baz alarak yorum yapmaktadır. Bunun yanı sıra kullanıcının araç bakımlarında ve donanımlarında yapacağı iyileştirmeler de araçların çevresel ve yapısal verim kaybında önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Araç motorunun, lastiklerinin ve ağırlığının optimize edilmesi gibi unsurlar, %6’lık bir CO<sub>2</sub> düşüşü potansiyeline sahiptir (Anonymus, 2018d). Bu optimizasyonların yapısal verime olan etkisi ise tespit edilememiştir. Aracın yapısal verimindeki reel verileri nesnel şekilde tespit edebilmek oldukça güç bir meseledir zira söz konusu arızalar genellikle olağan haldeyken fark edilememekte ve yoğun stres altında aniden oluşmaktadır (yorgun bir dümen parçasının üzerinde oluşan gözle görülemez bir çatlakın basınç altında kırılması gibi).

Çoğu ülke, envanterindeki araçların yapısal veriminin asgari düzeyin altına düşmesini önlemek için periyodik denetlemelerde bulunur ve belirtilen zaman aralıkları için araçların trafiğe çıkmasına vize verir. Fakat böyle bir denetim ve vizelendirmenin bile yapısal verimi kontrol altında tutabilme konusunda ne derece etkili bir enstrüman olduğu tartışmalıdır. ABD'deki kimi eyaletler bu nevi denetimlerini, etkinliğindeki endişelerinden dolayı durdurmuştur (Peck ve diğerleri, 2015). Bu güçlüklerin başında, meselenin büyük oranda kullanıcı davranışlarına bağlı oluşu gelir.

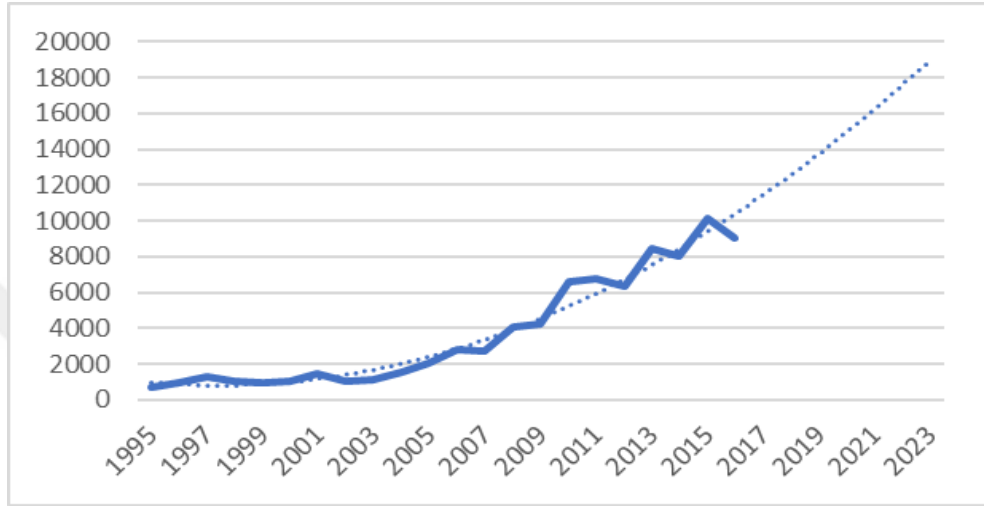
Aracın çevresel ve yapısal veriminde bir diğer önemli etken ise yaş faktörüdür. Bu faktör, 3.1. numaralı başlıkta detaylarıyla incelenecektir. Alternatif olarak, araç envanterinin ortalama yaşının gençleştirilmesi de yaş ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olan faktörlerin hemen hepsi için topyekûn bir iyileştirme sağlayacağından, tahmin edilebileceği üzere emisyonların düşürülmesinde anahtar faktörlerden biridir. Keza, 2005 yılı değerleriyle kıyaslandığında, 2030 yılında AB araç filosunun -yalnızca yeni araç etkenine bağlı olarak- üçte bir oranında daha az emisyon salması beklenmektedir (Anonymus, 2016).

Tüm bunların ötesinde, otomobillerde kullanılan hidrokarbon sıvı yakıtların verim kaybı, aslında yakıt henüz araca girmeden başlamaktadır. Birim hacimdeki yakıtın saldığı CO<sub>2</sub> emisyonunun ~%12'lik kısmı ham petrolün çıkarılması ve taşınmasında, ~%8'lik kısmı ham petrolün rafine istasyonunda ayrıştırılmasında ve istasyona taşınmasında, ~%80'lik kısmı yakıtın araçta yakılmasıyla oluşmaktadır (herhangi bir motor veya aracın spesifik verimliliğini dikkate almadan verilen teorik değerlerdir) (Anonymus, 2018d).

#### **1.1.2.4. Altyapı Maliyetlerinin Topluluğa Zararı**

1950'li yıllardan sonra Marshall Planı ile karayolu ulaşımında güçlü bir ivme kazanan Türkiye, taşımacılık konusunda altyapı çalışmalarına hızla devam etmektedir. OECD istatistikleri 2015 verilerine dayanarak (en yeni tarih olarak 2016 yılına kadar veri mevcuttur ve yine 2016 yılı verilerinde ciddi veri eksikleri bulunmaktadır, bu nedenle 2015 yılı alınmıştır) taşımacılık altyapısına yatırım ve bakım için 10,2 Milyar Euro tutarında harcamayla en yüksek yatırımı yapan 11. Ülke olmuştur (OECD ülkeleri arasında ve İrlanda, Malta, Moldova, Hollanda, Portekiz ve İsviçre hakkında veri bulunmadan) (Anonymus, 2019a). 1996 yılından beri yapılan harcamalar ve gelecek projeksiyonu, Şekil 1.8'de verilmiştir.

Türkiye’de yük ve yolcu taşımacılığı %89’dan fazla oranda karayolu ile sağlanmaktadır. Çalışma özelinde hane halkının binek otomobilleri incelendiğinden, spesifik olarak bu konunun dinamiklerinden bahsetmek daha doğru olacaktır. 2017 yılı verilerine göre Türkiye genelinde 12 bin 694 istasyonlu akaryakıt bayisi bulunmaktadır. Bu rakam, Türkiye’yi petrol istasyonu adedinde Avrupa üçüncüsü yapmaktadır (PETDER, 2017).



Şekil 1.8. Yıllara göre T.C. ulaşım altyapısı yatırım ve bakım harcamaları (\*1000 Euro)

Durumu daha iyi analiz edebilmek için istasyon sayılarına göre ilk on devlet, bu devletlerin yüzölçümleri ve araç sayılarıyla birlikte Çizelge 1.5’te verilmiştir. Kişi başına düşen araç sayısında Avrupa sonuncusu olmamıza rağmen, istasyon sayısında Avrupa üçüncüsü olmamız, tüketim alışkanlığındaki öznel duruma işaret etmektedir.

Çizelge 1.5. Ülkelere göre istasyon sayıları ve muhtelif karşılaştırmalar

Ülke	İstasyon Sayısı (2015) (A)	Yüzölçümü-km <sup>2</sup> (B)	Oran (B/A)	Binek Araç Sayısı (2015) (C)	Oran (C/A)
İtalya	20.750	301.338	14,5	37.351.233	1 800
Almanya	14.510	357.386	24,6	45.071.000	3 106
Türkiye	12.521	783.562	62,6	10.589.337	846
Fransa	11.200	643.801	57,5	32.326.000	2 886
İspanya	11.188	505.990	45,2	22.355.549	1 998
İngiltere	8.476	130.395	15,4	30.250.294	3 569
Polonya	6.800	312.679	46,0	20.723.423	3 048
Yunanistan	6.150	131.957	21,5	5.107.620	831
Hollanda	4.184	42.508	10,2	8.100.864	1 936
Çekya	3.906	78.865	20,2	5.115.316	1 310

Çizelge iki farklı şekilde yorumlanabilir. Birinci yorumda; istasyon başına hizmet verilen km<sup>2</sup> miktarı baz alınır ve (yukarıdaki 10 ülkeli) sıralamada en geride

olduğumuz, istasyon adedimizin oransal olarak düşük olduğu söylenebilir. Fakat bu değerlere bakılarak yapılacak yorum, son derece aldatıcı olabilir. Zira bölgelere göre akaryakıt satış hacimlerinde bakıldığında, toplam akaryakıt satışının dağılımı %32,2 Marmara, %19,7 İç Anadolu, %15,15 Ege, %13,6 Akdeniz, %9,5 Karadeniz, %6 Güneydoğu Anadolu ve %3,8 Doğu Anadolu şeklindedir.

Bu 7 farklı bölgedeki istasyon sayısı ve bölgelerin yüzölçümleri, istasyon başına hizmet verilen alan için daha gerçekçi sonuçlar verebilir ve ülkenin 7 farklı kategoride incelenmesi gerekebilir. Bu konu, ileriki bir çalışmada ele alınabilir.

İkinci yorumda ise, istasyon başına hizmet verilen araç sayısı (C/A) referans alınabilir. Serbest piyasa koşullarına dayanarak istasyonların yerleşimlerdeki dağılımlarının talebe göre şekillendiği ve araç yoğunluğuna göre dengeli dağıldığı varsayılabilir. Bu durum daha anlamlı bir sıralama oluşturur.

Kendi sosyo-ekonomik gruplarında, Akdeniz devletlerinin istasyon başına düşen araç sayısında daha iyi durumda olduğu gözlenir. Bu yaklaşım bir kültürün tüketim davranışını açıklamakta ve elektrikli araçlar için kültürün vereceği olası tepkiyi analizde kullanılabilir.

Bu veriye dayanarak, gelişmekte olan devletlerin ve daha özelde bu grubun Akdeniz kültürüne yakın olanlarının, elektrik altyapısı ve araç menzilleri konusunda muadillerine göre çok daha seçici davranış sergileyeceği, mevcut tüketim alışkanlıklarındaki profille dönüşümü yaşamakta diğer ülkelere nispeten daha sert direnç göstereceği öngörüsünde bulunulabilir.

Bu nedenle bu grup devletlerde, dönüşümün sağlanması çok daha yüksek altyapı maliyetleriyle sonuçlanabilir veya dönüşümün tahrik unsuru olarak altyapıya yapılacak yatırımlar kullanılabilir. Bu çalışmada durumun bu şekilde olduğu bir varsayım olarak kullanılacak olup, konu ileriki çalışmalarda daha kapsamlı şekilde ele alınabilir.

#### **1.1.2.5. Araç Envanteri Hakkında**

Tez kapsamında, TÜİK'den özel olarak temin edilmiş olan 2017 yılı mevcut araç envanterimiz kullanılacaktır. 11.995.237 adet binek araç envanterimizin %0,006328'i (759 adet) tam elektrikli, %0,006603'ü (792 adet) benzinli hibrit, %0,001092'si (131 adet) dizel hibrit araçtan oluşmaktadır ve envanterin yaş ortalaması 14'tür.



Birçok kamu politikası, dayanıklı malların verimliliğinin veya yakıt ekonomisinin mümkün olan en yüksek düzeyde olmasını hedeflemektedir ve böyle bir politikanın etkinliği kısmen mevcut olan mal stokunun cirosuna ve bu malın beklenen ömrüne bağlı olacaktır.

Otomobillerdeki nispeten uzun araç ömürleri, politikaların işlevselliğini daha da törpüleyebilir ve mevcut araçları değiştirme maliyetleri artarsa bireyler eski ve verimsiz araçlarını daha uzun süre kullanmak konusunda ısrarcı davranabilir (Bento ve diğerleri, 2013).

Fakat madalyonun diğer yüzünde ise, bu politikaların başarılı olması da mutlak fayda sağlamayabilir. Her ne kadar eski ve yüksek kirleticilik oranına sahip araçların kullanımının devam etmesi hava kalitesi sorunları oluştursa ve otomotiv teknolojisindeki son gelişmeler yeni model araçların çevresel performanslarını iyileştirmiş olsa da, hurdaya ayırma politikaları eski ve yüksek emisyonlu araçlardan kaynaklanan emisyonları azaltırken, yaşam döngüsü değerlendirmesi ile ilgili çalışmalar eski araçların hurdaya çıkarılmasının ve yeni araçlar üretilmesinin de önemli bir emisyon hacmi oluşturduğunu göstermektedir.

Hızlandırılmış hurdaya ayırma politikaları, hakkında düzenleme yapılan emisyonları azaltmaktadır ancak sera gazlarının toplam salınımını artırmaktadır. Bu noktada eski araçların iyi kondisyonda tutulması, yüksek emisyonlu araçlardan kaynaklanan kirliliğin azaltılması için başka bir etkili strateji olacaktır (Kim, 2003).

## 1.2. Problemin Tanımı ve Çözümüne Yönelik Yaklaşımlar

Üst başlıkta çevresel ve ekonomik yönleriyle zarar kavramı ve zarar verme potansiyeli olan ‘keskin uçlu’ enstrümanları incelendikten sonra, problem kendiliğinden şekillenmeye başlar. Ülke olarak sahip olduğumuz mevcut araç envanteri, her gün dolaşıma giren ve dolaşımdan çıkan araçlarla karakterlerini çok küçük oranlarla bile olsa kendiliğinden değiştirmektedir. Karakteri günden güne değişen bu envanterin çevresel ve ekonomik etkileri, kendi haline bırakılması durumunda ancak uzun vadede somutlaşarak ölçülebilir hale gelmektedir.

Her ne kadar ‘Pazarların Globalizasyonu’ makalesinde Levitt (1983) zaman içinde evrilerek gelişen teknolojinin tüketici taleplerinde yapacağı şiddetli etkiyi ‘tekdüzeleşmek’ olarak görüp, tüketicilerin her zaman için tek bir yöne, yani ucuz ve kaliteli olana doğru eğilim göstereceğini iddia etse de; bu görüş temelde rasyonel bir

tüketim davranışı varsayımı üzerine kurulmuştur ve bilim insanları aslında tüketicilerin çoğu zaman rasyonel davranmadığını, yani tüketimlerdeki yegane amacın, azami yarar sağlamaktan ibaret olmadığını göstermişlerdir. Milletlerin, refah seviyeleri birbirine yakınsa dahi tüketim alışkanlıklarında keskin farklılıklar görülür ve bu durum televizyon dizilerinden dayanıklı tüketim mallarına kadar çok geniş bir yelpazedeki tüketimin ürünlerinde mevcuttur zira toplumların kendilerine özgün, tarihsel kökleri çok güçlü olan ve değişime direnç gösteren değer sistemleri vardır (Mooij, 2017).

Her koşulda mutlak bir rasyonalite aranmayan bu tüketim alışkanlıkları, sonuçları açısından bakıldığında topluluğun ortak faydasına her zaman için hizmet etmeyebilir. Ferdin kişisel faydaları ile topluluğun ortak faydasının çelişen iki amaç olarak ortaya çıktığı tüketim durumlarında, ulaşmak zorunda olduğumuz bilinç düzeyi yüksek davranış profili; temelde bireyin (yeterli bilgilendirilmiş olduğu varsayımıyla) dünya topluluğunun ve gelecek nesillerin çıkarları adına kendi faydasından feragat edebilme erdemine dayanmaktadır.

Özellikle çevresel birtakım meselelerde, bu erdemli tüketim davranışı profili, bireyin inisiyatifine bırakılamayacak kadar önemli olabilir ve ivedilikle topluluğu oluşturan bireylerin tümüne yayılması gerekebilir. Bu gibi durumlarda devletin, vazifesi tanımı gereği, toplum üzerindeki egemen gücünü kullanarak topluluğu bu erdemli davranışı göstermeye cebren dahi olsa sevk etmesi, geçmişten günümüze sıkça rastlanan bir durumdur.

Hane halkı otomobil kullanım davranışlarında da bu durum görülür. Araç sahibi olup olmamak konusunda veya satın alınacak aracın fayda maliyet oranında, bireyler yeterli eğitim ve bilinç düzeyine sahip olmayabilir veya bireyin tercihleri her zaman için rasyonel olmayabilir. Söz konusu tercihler milyonlara ölçeklendiğinde topluluğun ortak refahını riske atan sonuçlar doğurma potansiyeli vardır.

Bu sonuçlara örnek olarak Delhi vakası gösterilebilir. Delhi'de son dönemlerde trajik şekilde artan araç sayısı, kısa süre önce en yeşil başkentlerden biri olarak gösterilen bu şehri, dünyanın en kirli şehirlerinden biri haline getirmiştir (Kathuria, 2002). Devletler, bu gibi durumlarda sahip oldukları kimi enstrümanlarla (vergi gibi) piyasa üzerinde belirleyici rol üstlenirler ve bu regülasyonlar, kitleyi belirli alanlara kanalize ederek müşteri tercihlerini ve envanter yapılarını değiştirir (Hibiki ve Arimura, 2005; Mabit, 2014)

Bu enstrümanların çeşitleri, bu çeşitlerin işlevselliği ve bu işlevselliğin evrenselliği literatürdeki birinci tartışma konusudur ve meseleyi araçları yönünden ele alır. İkinci tartışma konusu ise konuyu amaçları yönünden inceler.

Envanterin mevcut haline dayanarak, hangi yönde ve hangi hızda yaşanacak bir ilerleyişin, toplumun faydasını tüm yönleriyle maksimize edebileceğini saptamaya çalışır. İki başlık da birbirinin tamamlayıcısı olarak sıkı şekilde incelenmelidir.

Bu çalışmada, amaç ve araç fonksiyonlarının ikisi de ele alınarak, Türkiye özelinde bir derleyici çalışma yapılması hedeflenmiştir.

Literatürde adı geçen kimi araçlar teker teker ele alınarak yerel dinamiklere uygun şekilde tanımlanmaya ve hizmet edebileceği olası amaçlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu politik enstrümanlar, kamu yararını maksimize edecek şekilde çeşitli kombinasyonlarla derlenerek simüle edilmiş, ulaşılan sonuçların analizi, geçmiş çalışmalarla kıyaslanmıştır.

### **1.2.1. Konvansiyonel yakıttan, alternatif yakıtta olan dönüşümün doğası**

Bu tez kapsamında ele alınan konular gerek küçük parçalar halinde gerekse farklı kombinasyonlarla bütünleştirilmiş halde, daha önceden ele alınmış ve hatta uygulanarak on yıllara yayılan sonuçları analiz edilmiştir. Fakat hem bahsi geçen çalışmalarda hem de bu tez kapsamında üst başlıklarda belirtildiği üzere, toplumların tüketim davranışları evrensel bir kalıba oturmamakta ve çoğu zaman rasyonel birtakım varsayımlarla örtüşmemektedir.

Bunun da ötesinde, aynı topluluğun aynı konudaki algıları bile zaman parametresine bağlı olarak değişkenlikler gösterebilmektedir. Topluluğun ihtiyaç ve eğilimlerini doğru analiz edebilmek, anahtar faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bireysel taşıtlardan kaynaklanan kirliliğin geri çevrilmesi, birçok temel bileşen ile entegre bir yaklaşım gerektirir ve bu bileşenler şu şekilde sıralanabilir (Kathuria, 2002) :

1. Toplu taşımada iyileştirme
2. Trafiğin sevk ve idaresinde optimizasyon
3. Karayolu taşıtları için kapsamlı denetimler ve belgelendirme sistematiikleri
4. Ağır kirlletici unsurların sistem dışına itilmesi
5. Yakıt kalitesinde artış (Örn. Oksijenatlar, optimum formüle benzin)
6. Emisyon normlarında katı kurallar

## 7. Araç teknolojilerinde iyileştirmeler

Bu şekilde çok parametrelili ve öznel değişkenlere sahip bir konuyu somut ve güvenilir şekilde analiz etmek oldukça güçtür ve çok sayıda varsayım ve sınırlama içerdiği unutulmamalıdır.

Bu varsayımlar ve sınırlamalar geçmiş örneklere dayanmakta ve somutlaşmış kimi eğilimleri referans almaktadır.

Bu başlıkta bahsedilmesi gereken ikinci mesele ise, yakıt verimsiz araçlardan yüksek verimli araçlara doğru yaşanan dönüşümde en parlak geleceğe sahip olarak görülen elektrikli araçlardır.

İnsanoğlu, yaklaşık 100 yıllık seri üretim geçmişi olan konvansiyonel içten yanmalı araçların üretiminde büyük miktarda bilgi birikimi edinmiş ve ölçek ekonomisinde oldukça iyi bir noktaya ulaşmıştır. Tam elektrikli araçlar (BEV), fişli hibrit araçlar (PHEV) ve yakıt hücreli araçlar (FCEV) için bu inovasyon ve öğrenme süreci henüz emekleme aşamasındadır.

Birim üretim maliyetleri şu an için konvansiyonel içten yanmalı araçların üzerindedir. Bununla birlikte, elektrikli otomobillerin maliyetlerinin kademeli olarak içten yanmalı araçların maliyetlerine yaklaşacağına inanmak için güçlü sebepler de vardır (Fulton ve Bremson, 2014).

### 1.2.2. Vergi enstrümanının tanımı ve mevcut dinamikleri

Devletin obje olarak araç üzerindeki vergi enstrümanı, iki temel başlığa ayrılmaktadır ve bu yalnızca Türkiye özelinde değil, küresel ölçekte bu şekildedir.

Bu vergi türlerinden ilki, tek seferlik vergi olarak aracın sahipliğinin alınmasıyla tahakkuk eden vergidir.

İkinci türü ise dolaşım vergisidir ve araç dolaşımında durduğu müddetçe periyodik olarak tahakkuk eder.

Türkiye özelinde Ocak ve Haziran aylarında olmak üzere yılda iki defadır. Bu iki vergi türünün oranları, aracın çeşitli karakteristikleriyle ilişkili olarak belirlenir. Avrupa devletlerinde uygulanan tek seferlik ve periyodik vergi türleri ve vergiye esas olan karakteristikler, Çizelge 1.6'da verilmiştir (Yang, 2018).

Çizelge 1.6. Devletlere Göre Araç Vergisi Türleri

Yıllık Vergiler				Tek Seferlik Vergiler						
Yakıt Tipi	Fiyat	Araç Özelliği	Motor Özelliği	Emisyon	Yakıt Tipi	Fiyat	Araç Özelliği	Motor Özelliği	Emisy	
YT			MG	C	YT		YŞ	SK	C, AB	Avusturya
		YŞ	MG							Belçika
		YŞ	MG		YT	FY			C	Bulgaristan
			MK		YT				AB	Hrvatistan
YT		AĞ		C	YT	FY	EK			Çekya
				C		FY				Danimarka
				C		FY			C	Finlandiya
				C					C	Fransa
YT			SK	C						Almanya
			MK	C		FY			C	Yunanistan
				C					C	İzlanda
				C		FY			C	İrlanda
YT			MG	AB				MG		İtalya
				C						Lüksemburg
		YŞ		C	YT	FY	UZ		C	Malta
YT		AĞ		C	YT				C, YT	Hollanda
YT							AĞ		C, NO	Norveç
						FY		MK		Polonya
YT			SK	C	YT			SK	C	Portekiz
			SK		YT	FY			C	Slovenya
			MG						C	İspanya
YT				C						İsveç
		AĞ	MG, SK							İsviçre
		YŞ	MK			FY		MK		<b>Türkiye</b>
YT	FY			C	YT				C	İngiltere

Notasyon

C: CO <sub>2</sub> Emisyonu	NO: NO <sub>x</sub> Emisyonu	AB: AB Standartları	YT: Yakıt Tüketimi
SK: Silindir Kapasitesi	MG: Motor Gücü	MK: Motor Kapasitesi	
FY: Fiyatı	YT: Yakıt Tipi		
YŞ: Yaşı	EK: Ekipmanları	UZ: Uzunluğu	AĞ: Ağırlığı

Çizelgedeki vergilendirme ölçütlerine bakıldığında;

- Aracın emisyon değerleri (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> gibi)
- Aracın yakıt tüketimi
- Aracın yakıt tipi
- Aracın silindir kapasitesi
- Aracın motor kapasitesi
- Aracın motor gücü
- Aracın pazar fiyatı
- Aracın ağırlık, ebat gibi özellikleri
- Aracın yaşı

Unsurları görülmektedir. Politika belirlemede obje olarak araçtan alınan vergiler, araç envanteri yapısında değişimlere neden olur [908] ve dolaşımında olan araç sayısını değiştirir. Fakat mevcut ve filoya yeni dahil olacak araçların kullanımında oransal düşüşlerde etkili bir enstrüman olarak görülmez.

Hatta literatürde ‘rebound effect’ olarak tanımlanan geri tepme etkisiyle, yakıt verimli araçları tercih eden bireyler daha uzun yol yapma eğilimine girerek toplam emisyon hacimlerini artırabilirler.

Bu türlü vergiler aracın kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın eşit tutarlarla tahakkuk eder. Bireyler yalnızca araç sahibi oldukları için herhangi bir dış maliyet üretmediklerinden, çoğu iktisatçı bu vergilerin yanlış yönlendirilmiş olduğunu iddia eder (Fridstrøm ve Østli, 2017).

Bu noktada, bireyi sürüş mesafesini azaltmaya yönlendirmek için araç üzerindeki kullanıma bağlı oranda tahakkuk eden vergiler devreye girer. Prensip olarak araç kullanımından doğan maliyetler emisyon ticareti, trafik ücretlendirmeleri veya yakıt vergisi gibi uygun vergilendirme enstrümanlarıyla nötrleştirilebilir (Pigou ve Aslanbeigui, 2017).

Konu üzerinde en çok tartışılan ve en yaygın kullanılan unsur olarak yakıt vergileri görülebilir. Bir görüşe göre yakıt vergisi çok dolaysız olduğu için araç kullanımını düşürmekte oldukça zayıf bir enstrümandır çünkü kullanıcı tepkilerini seyahat miktarını azaltmaktan ziyade yakıt ekonomisi yüksek araçlar tercih etmeye kaydırır.

Bu görüş, yakıt vergilerinden ziyade, seyahat miktarı (araçla yapılan km miktarı) üzerinden doğrudan alınacak verginin daha iyi performans gösterdiğini savunur (Parry ve Small, 2002). Diğer görüşe göre ise yakıt vergileri yalnızca yakıt tasarruflu araçların

popülaritesinin artmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bireylerin yakıt verimsiz araçlar alma ve mevcut yakıt verimsiz araçlarını kullanma konusunda cesaretlerini kırar, araç kullanımını terk etmeye teşvik eder (Lin ve Prince, 2009).

Daha yüksek vergiler araç kullanımını azaltacak, verimsiz araçları piyasadan uzaklaştıracak ve sonuç olarak kirletici emisyonlarda, yoğunlukta ve kazalarda düşüşe neden olacaktır (Timilsina ve Dulal, 2008).

Kimi devletler (ABD gibi) bir politika aracı olarak yakıt vergilerini kullanmasa da, birçok devlet (Avrupa devletleri ve Japonya gibi) değişen oranlarda bu enstrümanı kullanmaktadır (Gallagher ve Muehlegger, 2011).

Gakenheimer, gelişmekte olan ülkelerin iddialı trafik ücretlendirmelerine ve mülkiyet/kullanım vergilerine başvurması gerektiğini savunur (Gakenheimer, 1999) fakat vergi enstrümanı kullanımında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer etken ise, artan vergilerin sosyal refah düzeyini düşürdüğü gerçeğidir (Lin ve Prince, 2009).

**Çizelge 1.7.** Trafik tescil vergisi (Türkiye, 2017)

Konvansiyonel İçten Yanmalı Motorlu Araçlar			
Silindir Hacmi	Vergisiz Araç Fiyatı	ÖTV	KDV
1,6 Litreden Küçük	40.000 TL'ye Kadar	%45	%18
	40.001 TL - 70.000 TL	%50	%18
	70.001 TL ve Üstü	%60	%18
1,6 Litreden 2,0 Litreye Kadar	100.000 TL'ye Kadar	%100	%18
	100.001 TL ve Üstü	%110	%18
2,0 Litre ve Üstü	Sınırlanmamış	%160	%18
Elektrikli Araçlar			
Motor Gücü	85kW'den Küçük	85kW'den 120kW'ye kadar	120kW ve Üzeri
Özel Tüketim Vergisi	%3	%7	%15
Katma Değer Vergisi	%18	%18	%18

Ülkemiz özeline bakıldığında, Katma Değer Vergisi (KDV) ve Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) olmak üzere iki ayrı vergi türü uygulanmaktadır.

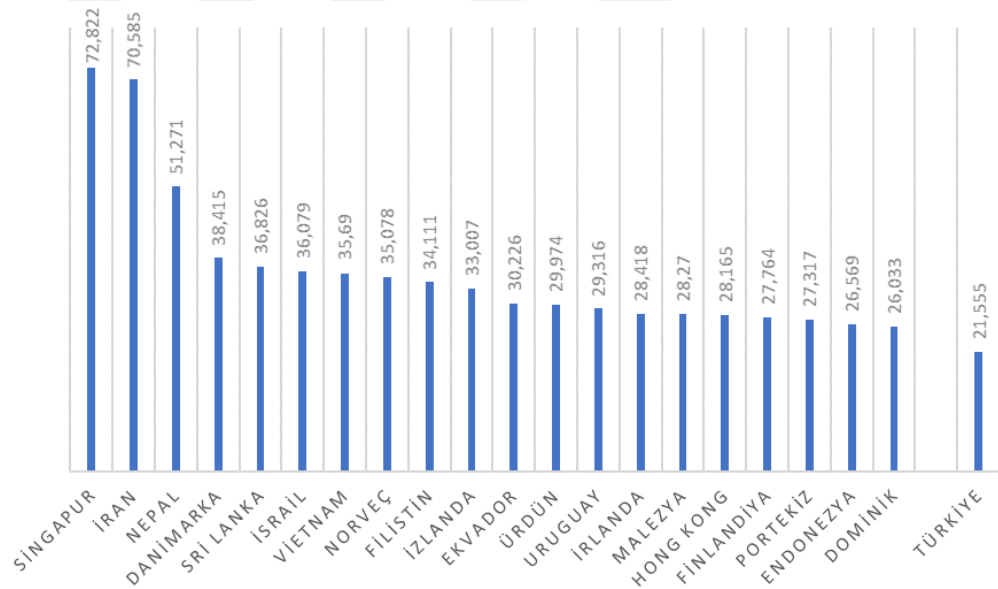
Özel tüketim vergisinin tutarı araçların cinsine, motor gücüne ve satış fiyatına bağlıdır. uygulanan 2017 oranları Çizelge 1.7'de verilmiştir.

Dünya ölçeğinde ve yerel vatandaşların katılımıyla, fiyatlar konusunda ölçek oluşturan NUMBEO sitesinden derlenen verilere göre, spesifik bir aracın (Toyota Corolla 1,6 Litre) dolar cinsinden satış fiyatında Türkiye, 86 ülke arasında en yüksek fiyata sahip 40. Ülke olmuştur. İlk 20 ülke ve Türkiye, Şekil 1.9'de verilmiştir

### 1.2.3. Teşvik enstrümanının tanımı ve mevcut dinamikleri

Devletler, envanter yapılarını ve kamusal çıkarlarını maksimize edebilmek için üst başlıkta bahsedilen vergi enstrümanının yanı sıra, teşvik araçlarını da değişken oranlarla aktif olarak kullanmaktadır. Sunulan teşviğin cinsi de cömertliği kadar önemlidir (Gallagher ve Muehlegger, 2011) ve kronolojik açıdan bakıldığında teşvikler ilk olarak tek seferlik araç vergisinde ve dolaşım vergisinde gözlenir.

ABD’de yeni elektrikli araçlar, akü kapasitesine bağlı olarak 7500\$’a kadar vergi indirimine imkan sağlar. Norveç’te ise elektrikli ve yakıt hücreli araçlar katma değer vergisi ve araç alım vergisinden muaftır, yıllık dolaşım vergileri ise güçlü şekilde azaltılmıştır (Fridstrøm ve Østli, 2017). Fransa’da ve İngiltere’de ise kademeli bir satış vergisi indirimi söz konusudur.



Şekil 1.9. Ülkelere Göre 1.6 L Toyota Corolla Satış Fiyatı (\*1000 USD)

Teşvik enstrümanlarının, vergi enstrümanlarına göre görece daha geniş bir yelpazede yer aldıkları söylenebilir.

Örnek vermek gerekirse, Norveç’te sıfır emisyonlu araçlara feribot ulaşımında ekstra indirimler, halka açık park yerlerinden ücretsiz faydalanma ve ücretsiz şarj, otobüs yollarını kullanabilme ayrıcalığı gibi imkanlar tanınmıştır.

Teşvik konusunun vergi ile melez bir alternatifi olarak ‘feebate’ olgusu da bu başlık altında incelenebilir. İngilizce ‘fee’ (ücret, bedel) ve ‘rebate’ (para iadesi,



tenzilat) kelimelerinin birleşimiyle türetilen ve dilimize indirim ücreti (feebate) (teşvik-vergi), teşvirman (teşvik-virman), teşvik vergisi gibi isimlerle de dönüştürülebilecek olan (bu çalışmada bundan sonra ‘indirim ücreti (feebate)’ olarak anılacaktır) bu enstrüman, yüksek emisyonlu ürünlerin üzerine belirli oranlarda ek ücretler yükleyerek, bu ücreti indirim olarak olduğu gibi enerji verimli ürün üzerine yansıtır.

İlk bakışta emisyon vergisine benzeyen indirim ücreti kavramının alt metinlerinde kendine özgü dinamikleri olduğu görülür.

Kamu hazinesi için bir gelir veya gider kalemi oluşturmayan indirimi ücreti (Feebate) , kendi kazançlarını düşük emisyonlu teknolojilerin market yaygınlığını artırmak için kullanır.

Başlangıç evrelerinde itici güce ihtiyaç duyan düşük emisyonlu ürün pazarı, pazar hacmini büyüttükçe ek bir düzenlemeye ihtiyaç duyulmadan indirim ücreti (feebate)sistemi de doğal olarak kaybolur (Johnson, 2006). İndirim ücreti (feebate)sistemi, Kanada, Fransa, Danimarka, Hollanda ve Norveç gibi ülkelerde ulusal ölçekte kullanılmaktadır (Bunch ve diğerleri, 2011).

Altyapı meselelerinden de teşvik başlığı altında bahsedilmesi gerekir. Bireyi yakıt verimli araçlara yönleltmek için araç ve yakıt ücretlerinde yapılacak yapısal değişikliklerin yanı sıra, alternatif yakıtlı bu araçların altyapılarının oluşturulması / iyileştirilmesi de eş zamanlı olarak gerçekleştirilmelidir. Bu başlık altındaki teşvikler, direkt olarak araç tüketicisine değil, tüketiciye servis sağlayacak olan ikincil işletmelere yönelik olacaktır.

#### **1.2.4. Devlet, üretici ve tüketici ilişkilerinde rollerin dağılımı**

Çalışmanın kapsamından bahsetmeden önce, giriş bölümünde ele alınan amaçlar göz önüne alındığında ortaya çıkması muhtemel tüm potansiyel çözümlerin; devlet, üretici ve tüketici olmak üzere 3 taraflı bir ilişkiye sahip olduğu ve yine bu sırayla tarafların hamlelerini yaptığı görülecektir.

Yine sıralı şekilde her oyuncunun hamlesinin, diğer iki oyuncunun çıkarlarını ve kararlarını etkilediği gözlemlenecektir.

Konuya bir örnek vermek gerekirse, devlet tarafının ilk hamlesini yaparak belirli bir sebebe dayanarak belirli bir ürünün tüketimini kısıtlamaya çalıştığını ve ürün üzerinde radikal bir vergi artışına gittiğini varsayalım.

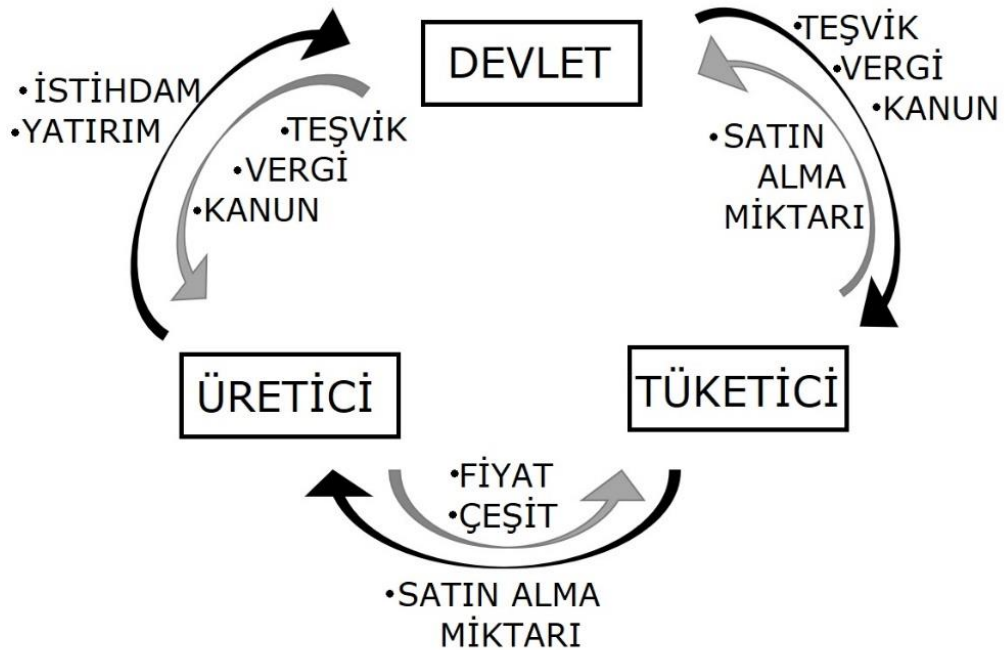
Böyle bir durumda, yapılan hamleye ilk karşılık verecek olan üretici tarafıdır. Üretici, ürünü piyasadan çekme, ürünün çeşitli niteliklerinde değişikliğe giderek vergi yükünü hafifletme, ürüne muadil olabilecek yeni bir teknoloji veya yöntem geliştirmesine ve sair çok sayıda enstrümana başvurabilir.

Örneğimizde üretici tarafının, ürünün temel niteliklerini değiştirerek vergi yükünü hafiflettiğini varsayalım. Bu durumda hamle sırası üçüncü ve son taraf olan tüketiciye geçer. Tüketici ise, kendi çıkarlarını gözeterек tercihlerini yapar.

Tüketicinin tercihleri, devleti tekrar önlem almaya zorlayıcı şartları da beraberinde getirebilir ve böylece döngü tekrar başa döner. Söz konusu oyuncular, enstrümanları ve oyuncular arası ilişki vektörleri, Şekil 1.10'da sunulmuştur.

Bu üç oyunculu oyunun dinamikleri; oldukça karışık, çok değişkenli, başlı başına incelenmesi gereken bir konudur ve sınırları çalışmamızın dışına çıkmaktadır. Keza, bu çalışmada bu şekilde bir arayışa girilmeyecek ve yalnızca tüketici ile devlet arasındaki ilişki ele alınacaktır.

Üreticinin göz ardı edilerek yalnızca devlet ve tüketicinin üzerinde durulmasındaki temel sebep, Fridström ve Østli'nin de dikkat çektiği üzere, yerli otomobil üretimimiz olmadığından dolayı, devletin alacağı kararlar kurumsal paydaşları bağlamaz veya cezalandırmaz. Yalnızca politik bir işaret olarak görülebilir.



Şekil 1.10. Devlet, üretici ve tüketici ilişkisi ilüstrasyonu

Devlet ile tüketici arasındaki ilişkide, devletin elindeki muhtelif enstrümanları (teşvik ve vergi gibi) kullanarak belirli bir amaca hizmet edecek politika üretmesi ve tüketicinin kendi enstrümanlarını kullanarak bu etkiye gösterdiği tepki metodik olarak incelenecektir.

Bu başlık altında, ilişkinin şeması Şekil 1.11’de verildiği üzere ele alınmıştır. İlişkinin devlet ve kullanıcı uçlarının ikisinde de kullanılan enstrümanlar, etkileri ve amaçları üçüncü bölümde teker teker ve detaylı şekilde ele alınacaktır.

Bu çalışmada, devletin elindeki enstrümanları kullanarak bir çevre oluşturduğu ve kullanıcıların kendi ellerindeki enstrümanlarla bu çevreye nasıl uyum sağladıkları analiz edilecektir.

Ön koşul olarak, devlet istediği enstrümanları istediği oranlarda kullanmakta özgürdür ve kendini bağlayıcı herhangi bir unsur bulunmamaktadır. Devletin koyduğu kurullarla oluşturduğu çevrede, tüketici için yalnızca 3 olası aksiyon bulunmaktadır. Bu aksiyonlar, üçüncü başlık altında detaylı şekilde incelenecektir.



Şekil 1.11. Devlet ve tüketici ilişkisi illüstrasyonu

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kaynak araştırması, çalışma kapsamında ele alınan üç temel başlığın altında sunulacaktır. Bu başlıklar araç sınıflandırma, kullanılan enstrümanlar ve analiz şeklindedir.

## 2.1. Araç Sınıflandırma Yöntemleri

Çalışmaya esas problemin ilk aşaması, tüm araç envanterinin belirli bir sistematığe dayanarak sınıflandırılmasıdır. Bu çalışmanın özelinde sınıflandırma ile işaret edilen mesele, önceki başlıkta ele alındığı üzere araçların topluluğa olan zararına göre gruplandırılması ve derecelendirilmesidir ve böyle bir derecelendirme çalışmasına literatürde rastlanmamıştır. Söz konusu derecelendirmeyi bilimsel esaslara dayandırabilmek için, işleme esas niteliklerin (aracın yaşı, verimi, teknolojisi gibi) benzer amaçlarla kullanıldığı çalışmalar referans alınmıştır. Bu nedenle sınıflandırmada incelemek üzere seçilen araştırmalarda, araçların yaşam döngüsünü ele alan makaleler ağır basmaktadır.

Spitzley ve ark. (2004) çalışmalarında, bir aracın yaşam döngüsünü, gerçek bir kullanıcıdan temin ettikleri 12 yıllık verilere dayanarak detaylıca incelemişlerdir. Bir aracın 12 yıl boyunca tüm masraflarını (sigorta, beklenmedik masraflar, yakıt ekonomisi faktörü, amortisman, kimi senaryolar için finansman giderleri gibi çeşitli dışsal maliyetler de dahil olmak üzere) detaylıca analiz etmiş ve belirledikleri muhtelif senaryolar altında sıfır kilometre bir aracın, kilometre başına maliyetine dayanarak, optimum sahiplik süresini hesaplamışlardır.

Bento ve ark. (2013) ABD özelinde kullanıcıların araçlarını hurdaya ayırma davranışlarını incelemişler ve araç yaşam döngüsünün 1969 yılından 2014 yılına kadar olan değişimini analiz etmişlerdir.

Peck ve ark. (2015) ABD verilerini referans alarak; araçların yaş ve kilometre değişkenleriyle ilişkili şekilde (trafiğe çıkmaya elverişsiz düzeyde olan) arıza oranlarını incelemiştir. Bu analizlere dayanarak, periyodik olarak yapılmakta olan araç muayenelerinin işlevselliği sorgulanmıştır.

Jacobsen ve Van Benthem (2015) kullanıcıların araçlarını hurdaya ayırma kararları ile hem araçların ikinci el pazar fiyatları arasındaki ilişkiyi, hem de petrol fiyatları ile arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Gruenspecht (1982) çalışmasında hurdaya ayırmanın ekonomik modelini çıkartmıştır. Bu çalışma, ileriki yıllarda Howard'ın soy ismi ile anılacak olan Gruenspecht Etkisini literatüre kazandırmıştır. Bu etki; yakıt verimsiz araçlar üzerine eklenen ekstra vergi gibi ekonomik yaptırımların söz konusu araçların fiyatını yükselttiğini, yükselen araç fiyatlarının aynı zamanda bu verimsiz araçların ikinci el

Pazar fiyatlarını da yukarıya sürüklediğini, bu fiyat artışının da beraberinde verimsiz araçların daha geç hurdaya ayrılmasıyla sonuçlandığını ortaya koyar.

Kim (2003) doktora tezi çalışmasında, araçların yaşam döngüsü optimizasyonunu baz alarak, araç filosu yapılandırması için sürdürülebilir politikalar konusunu ele almıştır. Çalışmanın odak noktası emisyonudur. Hyung, çalışması kapsamında benzer çalışmalardan farklı ve bu çalışma ile benzer şekilde; filonun hurdaya ayrılan araçları yerine üretilecek yeni muadillerinin üretim emisyonlarını da göz önünde bulundurarak, eski araçların muhtelif teftiş ve bakım programları ile iyi kondisyonda tutulması seçeneğini de göz önünde bulundurmıştır.

Ou ve ark. (2010) çalışmalarında Çin özelindeki artan araç talebinin enerji talebi ve sera gazı emisyonları üzerindeki etkisinin gelecek trendi ile ilgili analizde bulunarak, alternatif araçlar ve/veya yakıtların verimliliğini hesaplar.

Huo ve ark. (2015) elektrikli araçlar için en büyük iki Pazar olarak gördükleri Çin ve ABD için yakıt döngüsü emisyonları (yakıtın ham şekilde yeraltından çıkartılıp rafine edilmesinden, tüketilmesi ve atık yönetimine tabi oluşuna kadar geçen süredeki toplam emisyonu ifade eder) konusunda incelemede bulunmuşlardır. Elektrikli araçlar için üretilecek olan elektriğin temin şekline göre, konvansiyonel araçlara görece olarak durumları hesaplanmıştır.

Message ve ark. (2014) çalışmalarında otomobillerin 'çevreci' olma kavramını incelemişlerdir. Araçların çevreciliğinin yalnızca egzoz emisyonuna indirgenemeyeceğine işaret eden Maarten; hem konvansiyonel (benzin, dizel gibi) hem de alternatif (elektrik, biyoetanol gibi) yakıtların üretimi esnasında oluşan karbon maliyetlerinin yanı sıra, araçların üretimi için katılan karbon yüklerini ve araçların üretildikten sonra ekonomik ömürlerinin ve ekonomik ömrüyle yapabilecekleri mesafenin uzunluğu ile ilişkili olarak bu karbon salınımlarının oransal farklılıklarını ele almışlardır.

Karabasoglu ve Michalek (2013) yaptıkları çalışmada, çeşitli senaryolara dayanan sürüş davranışı profilleri oluşturmuşlar ve bu profillerin, alternatif yakıtlı araçların yaşam döngüsü maliyetlerine olan etkilerini incelemişlerdir.

## 2.2. Kullanılan Enstrümanlar

Çalışmada kullanılacak olan vergi, teşvik, indirim ücreti (feebate) gibi enstrümanlar bütününün kullanıcı tercihlerinde ve araç envanteri kompozisyonunda

yapacağı etki konusunda yapabileceği muhtemel etkiyi mümkün olan en doğru şekilde tahminlemek için geçmiş nümerik çalışmalar bu başlık altında incelenmiştir.

### 2.2.1. Vergi enstrümanları hakkında araştırma

Hibiki ve Arimura (2005) Japonya özelinde olmak üzere; akaryakıt vergilerinin, kullanıcıların araç tercihleri ve NO<sub>x</sub> emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Oluşturdukları model, NO<sub>x</sub> emisyonunun doğru vergilendirme ile %7,7 azaltılabileceğine işaret etmiştir.

Benzer şekilde, Timmins ve ark. (2009) ABD özelinde 8 yılı kapsayan bir veri setine dayanarak akaryakıt fiyatlarının araç envanteri kompozisyonunu nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çeşitli yakıt fiyatı politikaları senaryoları oluşturarak yaptıkları ekonometrik tahminler, yakıt fiyatındaki %10'luk bir artışın, yakıt ekonomisi üzerinde kısa vadede %0,22 uzun vadede ise %2,04 artışa neden olacağını işaret etmiştir.

Mabit (2014) çalışmasında akaryakıt fiyatlarındaki değişimlerin ve vergi reformlarının, araç cinsi seçimlerine olan etkisini karma logit model kullanarak analiz etmiştir.

Burke ve Nishitatenno (2013) 132 ülkeyi kapsayan çalışmalarında, ülkeler özelindeki pompa fiyatlarının gösterdiği farklılığın yakıt tüketimi ve yakıt ekonomisi ile olan ilişkisini incelemişlerdir.

Mogridge (1978) Birleşik Krallık özelinde olmak üzere, 1973 yılında yaşanan küresel petrol krizinin araç sahipliği ve araç kullanımı üzerindeki etkilerini incelemiş, petrol krizinin oluşturduğu oransal değişimi hesaplanmıştır.

Liu (2015) hane halkı seviyesinde akaryakıt talebinin fiyat elastisitesini ve yakıt verimi elastisitesini tahminlemiş, aynı zamanda akaryakıt vergilerinin ve yakıt verimliliği standartlarının işlevselliğini hesaplayarak karşılaştırmıştır. Araçların yakıt verimi arttıkça fiyat elastisitesinin azaldığını ve tüketicinin yakıt fiyatındaki hassasiyetinin zayıfladığını gözlemlemiştir.

Lin ve Prince (2009) California eyaleti özelinde olmak üzere, optimum akaryakıt vergisini belirlemek için çalışmada bulunmuşlardır. Yaptıkları analizlere göre, mevcut durumla optimum vergi arasında %300'lük fark ortaya çıkmıştır.

Blackman ve diğerleri (2010) Costa Rica örneğini ele alarak, gelişmekte olan ülkeler için akaryakıt vergilendirmeleri üzerine çalışmışlardır. Benzin ve dizel

fiyatlarındaki artışların, toplumun farklı kesimleri için fayda ve zararlarını incelemiştir.

Steinsland ve ark. (2018) Norveç özelinde yaptıkları çalışmada; akaryakıt vergisi, geçiş ücretleri ve vergi indirimleri olmak üzere üç farklı kamu enstrümanını göz önüne alarak; bu enstrümanların farklı senaryolar altında kullanımının iklimsel etkilerini, ekonomik etkilerini ve farklı sosyo-ekonomik gruplara olan etkilerinin adil olup olmadığını incelemiştir.

Santos (2017) 22 Avrupa ülkesi özelinde yaptığı çalışmada, akaryakıt vergilerinin ulaşımdaki negatif dışsallıklara olan çözüm yetisini ele almıştır. Aynı zamanda dizel ve benzin fiyatları arasındaki dengeyi ele alarak, söz konusu devletlerdeki mevcut durumla mukayese etmiştir.

Sterner (2012) Fransa, Almanya, Birleşik Krallık, İtalya, Sırbistan, İspanya ve İsveç özelinde olmak üzere yaptığı çalışmada; akaryakıt vergilerinin varlığının pozitif etkilerini göz önünden ayırmadan, yüksek akaryakıt vergilerinin sosyoekonomik çevresi ortalamasının altında olan gruplar için beraberinde oluşturduğu negatif dışsallıkları irdelemiştir.

Zimmer ve Koch (2017) Avrupa özelinde yaptıkları çalışmalarında, yakıt tüketiminin dinamiklerini irdeleyerek, vergi reformlarının araç kaynaklı emisyonlar üzerindeki frenleyici etkisini ele almaktadır.

Fiyatlardaki değişimin tüketim miktarlarında da keskin hareketlere neden olduğunu öne süren çalışma, farklı vergi yapılandırmalarının benzin ve dizel yakıt arasındaki fiyat elastisitesini ele almaktadır.

Bajo-Buenestado (2016) İspanya özelinde olmak üzere yaptığı çalışmada, akaryakıt türleri üzerindeki vergi artışını ve vergiden bağımsız olarak petrol ürününün çıplak fiyat artışını ele almıştır. Bu iki farklı sebepten kaynaklanan artışın da tüketiciye getirdiği ekonomik yükün aynı olduğu varsayımıyla, tüketici taleplerinin vergisel artışlara ve yakıtın vergisiz fiyatının artışına bağlı olarak simetrik oranlarda değişip değişmediğini araştırmıştır.

Dizel yakıt tüketicilerinin ödedikleri ücretin oransal dağılımı konusunda daha iyi bilgilendirilmiş oldukları ve vergisel artışlara daha asimetric tepkiler verdikleri sonucuna ulaşmıştır.

Giblin ve McNabola (2009) İrlanda özelinde yaptıkları çalışmalarında, İrlanda hükümetinin 2008 yılında çıkartmış olduğu karbon salınımı temelli vergilendirme

sistemini ele alarak, bu reformun CO2 salınımlarında sebep olması muhtemel indirgeme oranını hesaplamaktadır.

Domingues (2012) çalışmasında Brezilya'daki vergilendirme sistemini ve çevresel vergileri ele almış ve elektrikli araçlar özelinde Japonya örneği ile mukayese etmiştir.

(Fridstrøm ve Østli (2017) çalışmalarında CO2 tabanlı araç vergilerinin, araç envanteri üzerinde elektrikli araçlar lehine ciddi kaymalar oluşturabileceği ve 20-30 yıl içerisinde sera gazı emisyonları ve fosil yakıt tüketimi konularında ciddi düşüşler yaşanabileceğine işaret ederler. Bu söz konusu düşük karbon politikasının maliyeti konusunda uzun vadeli projeksiyonu incelerler ve bir ton CO2 salınımının engellenmesinin maliyeti konusunda tahminlemede bulunurlar.

Filippini ve Heimsch (2016) İsviçre özelinde yaptıkları çalışmalarında, CO2 temelli vergilerin kısa ve uzun vadeli fiyat elastisitesine bağlı olarak etkinliğinin değişeceğini kabul eder ve akaryakıt üzerine koyulan farazi bir CO2 vergisinin bölgesel etkilerini, bir talep fonksiyonu oluşturarak tahminler.

Jagers ve Hammar (2009) İsveç özelinde yaptıkları çalışmalarında, yakıt üzerinden alınan karbon vergilerinin kamu gözündeki pozisyonunu ele alır. İklim değişikliği ile mücadelenin finansman yöntemleri ve söz konusu bu yöntemlere kamunun potansiyel bakış açılarını inceler.

David ve Montag (2014) araç kaynaklı CO2 emisyonlarının vergilendirilmesi konusunda yöntem incelemesi yapmaktadır. CO2 vergileri ve yakıt vergileri arasında yapılan mukayesede, doğru vergi formu sorgulanmaktadır.

### **2.2.2. Teşvik enstrümanları hakkında araştırma**

Brand ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışma, Birleşik Krallık özelinde olmak üzere; düşük emisyonlu araçların sisteme entegrasyonunun hızlandırılmasında satın alma vergilerinin, indirim ücretlerinin, yol vergilerinin ve hurda teşviklerinin rolünü analiz etmektedir.

Mersky ve ark. (2016) Norveç özelinde yaptıkları çalışmalarında, elektrikli araçların kentsel ve bölgesel satışlarının, lokal demografik veriler ve elektrikli araç teşvikleri ile çapraz analizini yapmıştır.



Çalışmada, şarj altyapısının, birbirine yakın olan büyük şehirlerde olmanın ve bölgesel refah seviyesinin elektrikli araç envanterinin büyümesinde önemli etkenler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Lévay ve ark. (2017) 7 farklı Avrupa ülkesi üzerinde yaptıkları çalışmalarında, konvansiyonel içten yanmalı motorlu araçlarla elektrikli araçlar arasındaki satın alma maliyeti farkı nedeniyle oluşan asimetrik rekabet avantajını, elektrikli araçlar lehine kırabilmek için toplam sahiplik maliyetinin kompozisyonunda yapılabilecek değişiklikleri ele almaktadır.

Palmer ve ark. (2018) Birleşik Krallık, ABD ve Japonya özelinde yaptıkları çalışmalarında; konvansiyonel, hibrit, fişli hibrit ve tam elektrikli araçların satın alma ve işletme maliyetlerini 1997-2015 yılları arasındaki değerleriyle ele alarak, toplam sahip olma maliyeti ve Pazar payı arasındaki ilişkiyi analiz ederler.

Gallagher ve Muehlegger (2011) hibrit ve elektrikli araçlara olan tüketici adaptasyonu ile teşvikler arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda teşviklerin cömertliği kadar, türlerinin de etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Saulsbury ve ark. (2015) ABD hükümeti için yapmış oldukları ‘Birleşik Devletlerde Tüketici Yakıt Ekonomisinin Durumu ve Sorunları: Alternatif Yakıt ve Gelişmiş Araç Piyasası Trendleri’ adlı çalışmada yakıt ekonomisinin mevcut dinamiklerini ele almış, konuyla ilgili teşvik türlerini (yerel, eyalet ölçeğinde ve federal ölçekte) irdelemiştir.

Alhulail ve Takeuchi (2014) Japonya özelinde olmak üzere, vergi indirimlerinin çevreci araç satışları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçları, oransal şekilde sunmuşlardır.

Davis ve ark. (1995) ABD özelinde yaptıkları çalışmalarında, federal indirim ücreti (feebate) uygulamalarının ulusal araç envanterinin yakıt ekonomisine olan yansımaları ele almaktadır. İndirim ücreti (feebate) konusunda kavramsal tanımlar içeren çalışma, farklı indirim ücreti (feebate) yaklaşımlarının mukayeselerini yapar.

Greene ve ark. (2005) ABD özelinde yaptıkları çalışmalarında, indirim ücreti (feebate) kavramını tekrar ele alarak tüketicilere olan yakıt ekonomisi yansımaları, yakıt ekonomisi teknolojilerine olan fiyat hassasiyetini ve araç talebi üzerindeki fiyat elastisitesini inceler.

Langer (2005) çalışmasında indirim ücreti (feebate) kavramını tarihçesi, üretici tarafına etkileri, nümerik örnekler, indirim ücreti (feebate) ve diğer kimi teşvik

mekanizmalarının mukayesesi, indirim ücreti (feebate) getirileri ve indirim ücreti (feebate) tasarımı gibi kavramsal konulara detaylıca yer verilmiştir.

### 2.2.3. Diğer bazı bütünsel yaklaşımlar hakkında araştırma

Fullerton ve Gan (2005) çalışmalarında akaryakıt vergilerinin, mesafe vergilerinin ve yeni araç alımındaki teşviklerin tüketici üzerindeki etkilerini ele alarak maliyet etkin bir politika geliştirebilmek üzerine çalışmada bulunmuşlardır. Farklı vergi oranlarını kullanıcılar üzerindeki olası etkilerini; araçlarını daha az kullanmak, sahip olunan araç sayısını azaltmak ve araç türünü değiştirmek olarak varsayan çalışma, farklı oranların sonuçlarını simüle ederek, vergi politikaları oluşturur.

Hirota (2010) 10 Asya ülkesi üzerinde yaptığı incelemede, araçların tescil sistemlerinin, yakıt kalitelerinin, araç muayenelerinin ve araç bakımlarının takip edilmesindeki aksaklıkları, hava kirliliği konusunda bir etken olarak görmüş ve söz konusu bu etkenlerin izlenebilirliği üzerinde çalışmada bulunmuştur.

Mazzi ve Dowlatabadi (2007) Birleşik Krallık özelinde yaptıkları çalışmalarında, 2001-2002 yıllarında çıkan CO<sub>2</sub> emisyonuna dayalı vergilendirme sistemini ele alarak, belirlenen politikaların tüketici üzerinde dizel araçlara doğru kayma yarattığını ve bu durumun partikül madde oranlarında asimetrik artışlara neden olduğuna işaret ederek; salt olarak CO<sub>2</sub> emisyonu düşürmeye ve akaryakıt tüketimini düşürmeye dayalı politikaların her zaman sağlıklı olup olmayacağını sorgular. Birleşik Krallık özelinde olmak üzere, tüketicilerin benzinli ve dizel tercih trendlerinin 20 yıllık projeksiyonunu tahminler.

Yayar ve ark. (2015) Tokat ili özelinde yaptıkları araştırmalarında, otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Belirli istatistik ayrımlara göre (yaş, eğitim, meslek, gelir gibi) yaptıkları lojistik regresyon analizin sonuçlarını yorumlamışlardır.

Ozaki ve Sevastyanova (2011) anket verilerine dayanarak yaptıkları incelemede, tüketiciyi düşük emisyonlu çevreci araçlara yönlendiren motivasyonlar, sosyal ve ekonomik yönleriyle incelenmiştir.

Chowdhury (2016) bireylerin şehir içindeki entegre toplu taşıma sistemlerini kullanmaya olan hevesliliği ve bireyin toplu taşıma kullanım alışkanlığının psikolojik açıdan incelenmesi konusunda literatür taraması yapmıştır.

### 2.3. Tüketici Eğilimleri ve Eğilimlerin Yorumlanmasına İlişkin Yöntemler Hakkında Araştırma

Analiz başlığı, temelde iki ana ayrıma sahiptir. Bu ayrımlardan ilki, tüketicilerin tercihlerine ve eğilimlerine ilişkin analizdir.

Kahraman (2003) yaptığı çalışmada otomobil alımında tüketici davranışlarını etkileyen faktörleri ele almış, araç tercihinde tüketici kriterlerini tanımlayarak tüketicileri sosyal sınıflara ayırmış ve tüketicinin karar sürecini analiz etmiştir. Tüketicinin otomobilden olan beklentilerini, kullanım amaçlarını, seyahat alışkanlıklarını ve benzer istatistikleri de çizelgeler halinde sunmuştur.

Noblet ve ark. (2006) çalışmalarında, yeşil (doğa dostu) araçların tercih kriterleri üzerinde teorik bir yaklaşım geliştirilmesini hedeflemişlerdir.

Baltas ve Saridakis (2013) çalışmalarında anket yoluyla toplanan verileri referans alarak 12 araç tipi alternatifini üzerinde, tüketicilerin davranışsal ve psikografik eğilimlerini incelemişlerdir.

Sanitthangkul ve ark. (2012) Tayland özelinde yaptıkları araştırmalarında, tüketicilerin yeşil araç tercihlerini etkileyen faktörleri ele almışlardır. Ankete dayalı çalışmalarında, Tayland hükümetinin yeşil araçlar konusundaki politikalarını analiz ederek, politika geliştirme için tavsiyede bulunulmuştur.

Nayum ve Klöckner (2014) Norveç özelindeki çalışmalarında, konvansiyonel araç kullanıcıları ve elektrikli araç kullanıcılarının katıldığı anket verilerine dayanarak geniş kapsamlı bir davranış modellemesi ile ilgilenmişlerdir.

Analizin ikinci yüzünde ise, üst başlıklarda derlenen tüm verilerin işleneceği çalışma sistematigi bulunmaktadır. Bu noktada çalışmanın temel hedefi olan politika belirleme sürecine ilişkin yöntemler incelenecektir.

Çalışmanın hareket tarzını belirleyecek olan bu aşamada; çalışmanın verilerine, koşullarına ve kendine özgü dinamiklerine en iyi şekilde uyum gösterecek yöntemin tespit edilmesi ciddi önem arz eder.

Birkland (2016) 'Politika prosesine başlangıç' adlı kitabında; kamusal politikaların belirlenmesi meselesini tarihçesiyle birlikte ele alarak kamusal politikaların elementlerini, resmi ve gayri resmi kimi aktörlerini ve bu aktörlerin kamusal politikadaki rollerini, politikaların formasyonu, analizi ve tasarımı konularını ele almıştır.

Birkland'ın da bu çalışmasında belirgin şekilde işaret ettiği üzere, politika belirleme meselesinin sosyal bilimlerde uzanan derin kökleri olduğu; mühendislik hesapların yanında ve hatta ötesinde felsefe, hukuk, sosyoloji, ve ekonomi gibi disiplinlerle eş zamanlı yürütülmesi gereken, disiplinler arası karmaşık bir süreç olduğu göz ardı edilmemelidir.

Keza bu başlık altında ele alınacak yaklaşımlar süreci yalnızca endüstriyel mühendislik cephesinden ele alacaktır. Söz konusu yöntemlere örnek olarak; çok kriterli karar analizi ve ilişkili bir teknik olan Kepner-Tregoe Matrisi, eşli karşılaştırma yöntemi, analitik hiyerarşi prosesi, lineer programlama ve fayda/maliyet analizleri gösterilebilir.

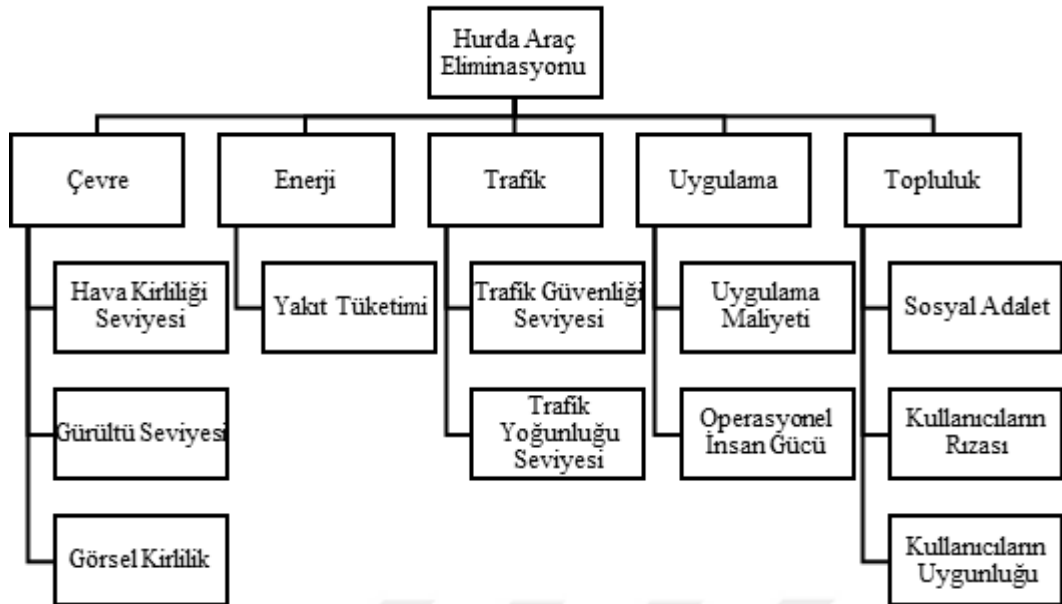
Renzi ve ark. (2017) yaptığı çalışmada, otomotiv endüstrisi özelindeki mühendislik tasarımlarına kullanılabilecek 22 farklı enstrümanı ele almış ve bu enstrümanların hangi problemlerin tasarımında işlevsel çalışacağından bahsetmiştir.

Greening ve Bernow (2004) çalışmalarında, çelişen amaçları olan ve bu doğrultudaki tercihleri her zaman için önceden veya kesin olarak belirlenemeyen çok sayıda paydaşın oluşturduğu bir çevre politikasının oluşturulmasında, geleneksel ekonomik modelleme araçlarının beraberinde getirdiği sınırlamalarından kurtulmak için daha iyi bir alternatif olarak tanımladığı çok kriterli karar verme yaklaşımını önerir. Bu yaklaşımın çerçevesini oluşturur ve metodik tanımlamalarını sunar. Kavramsal bir çalışmadır.

Tzeng ve Tsaun (1993) Tayvan özelinde yaptıkları çalışmalarında, eski araçların eliminasyonu için çok ölçütlü karar verme yöntemini kullanmışlardır. Karar vermede kullandıkları hiyerarşi şeması, Şekil 2.1'de sunulmuştur. Bu şekil, aynı zamanda 3 numaralı başlık altında bahsedilecek ve oluşturulacak olan zarar unsurlarına ve bunların ağırlıklandırılmasına farklı bir yaklaşım olarak görülebilir.

Jain ve diğerleri (2014) Delhi özelinde yaptıkları çalışmalarında, şehir halkının şehir içi olan ulaşımında kişisel araçları yerine toplu taşımayı kullanmaya geçişlerini değerlendirmek için çok kriterli karar verme yöntemini kullanmışlardır.

Tarrow (2010) çalışmasında eşli karşılaştırma metodunu ele almıştır. Politik analizlerde sıkça başvurulan bu enstrümanı tek vakalı ve çok vakalı politikalarda mukayese etmiş, avantaj ve dezavantajlarını masaya yatırmış ve metodun daha efektif kullanılmasının önünü açacak kritik noktaları işaret etmiştir.



Şekil 2.1. Tzeng ve Tsaur'un kullandığı hiyerarşi şeması

Poh ve Ang (1999) Analitik hiyerarşi prosesi kullanarak, taşımacılıkta kullanılan akaryakıtlar için 4 farklı senaryo oluşturmuş ve bu senaryolara dayanan politika planlaması üzerine çalışmışlardır.

Tsita ve Pilavachi (2012) Yunanistan özelinde yaptıkları çalışmalarında, 7 farklı yakıt türünün (konvansiyonel petrol ürünleri, 1. Ve 2. Derece biyo-yakıtlar, yakıt hücreleri, hibrit araçlar, fişli hibritler ve elektrikli araçlar) taşımacılıkta kullanımını analitik hiyerarşi prosesi kullanarak değerlendirmiştir.

Arunraj ve Maiti (2010) çalışmalarında, araçların bakım politikalarını çok ölçütlü karar verme problemi olarak görmüşler ve alternatif olarak analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama kullanarak çözülen bir örneğin mukayesesini gerçekleştirmişlerdir.

Bu enstrümanların ötesinde, çalışmada kullanılmak üzere oyun teorisi yöntemi tercih edilmiştir.

### 2.3.1. Oyun teorisi ve evrimsel oyunlar hakkında araştırma

Tarihi 20. Yüzyılın ortalarına dayanan 'oyun teorisi' kavramına hızlı bir bakış atmak gerekirse; rekabetin söz konusu olduğu ve bireyin vereceği kararın, rakibinin vereceği karara bağlı olduğu durumlardaki stratejilerin analiziyle ilgilenen bir

matematik dalıdır. Ekonomi yoğunluklu kullanılmasına karşın; savaşıardan ticarete, biyolojiden günlük hayata kadar geniş bir skalada kullanım alanı bulunmaktadır.

Bu çalışma için bakıldığında, problem konvansiyonel bir optimizasyon problemi değildir zira iki taraflı ilişki içermekte (devlet ve vatandaş) ve taraflardan herhangi birinin vereceği karar diğer tarafın aksiyonuna sıkı şekilde bağlıdır. Bu durum, yöntem olarak oyun teorisinin kullanımını ideal kılmaktadır.

Oyun teorisi özelinde kullanılacak yöntem ise, evrimsel oyun teorisi olarak belirlenmiştir. Bu yöntem, temelde doğal seçilimin mekanizmasına oyun teorisine entegre edilmesi olarak özetlenebilir. Bu türlü oyunlarda da oyuncular, kurallar, stratejiler, kazançlar ve kayıplar vardır. Oyuncular organizmalar olarak görülür. Stratejiler, organizmaların kalıtsal davranış yatkınlıklarıdır ve bu oyunun kazancı hayatta kalmak, kaybı ise hayatını kaybetmek olarak görülür. Organizmalar, kendi stratejilerini kazanan stratejilerle değiştirerek hayatta kalabilirler. Oyunun kural belirleyicisi doğadır ve bu kurallar çerçevesinde en uygun stratejiye sahip bireyler hayatta kalarak çoğalır, uygun olmayan stratejiye sahip organizmaların popülasyon yoğunluğu ise azalır ve/veya tükenir. Başka bir deyişle; evrimsel oyun teorisi, doğal seleksiyonu matematik diliyle ifade etmeye yarar.

Bu çalışmada tek bir popülasyon içerisinde 3 farklı stratejiye sahip 3 farklı grup olduğu varsayılacaktır. Her strateji, bir grubun saf stratejisidir. Fertler, çıkarlarını gözetererek stratejiler arasında geçiş yapabilir. Bu stratejiler, ilerleyen bölümlerde detaylıca ele alınacağından bu başlık altında ifade edilmeyecektir.

Tanım kısmında bahsedildiği üzere, evrimsel oyunda kural koyucu doğa olarak görülmüştür. Bu çalışmada da doğa rolünde devlet vardır. Seçilimin yaşanacağı çevrenin kurallarını, yani kanunları çıkartan mutlak otoritedir. Oyuncuların stratejilerinin kar veya zararları devletin belirlediği politikaya göre şekillendirilir. Devletin oyuncu ile olan ilişkisi ise, oyun başlamadan önce hedeflediği amaca ulaşmak veya ulaşamamaktır. Bu amaca en yüksek düzeyde ulaşıldığına kanaat getirene kadar, evrimsel oyunun iç dinamikleri proaktif şekilde değiştirilerek döngü yeniden başlatılır. Eğer işlem, bu çalışma gibi kavramsal değil, pratik bir uygulama ise ve oyun kurucu olası maliyetlerine katlanmaya razıysa, aynı zamanda her döngüde bireylerin etkilere olan tepkileri analiz edilerek daha doğru yargılarda bulunabilir. Devlet (doğa) ve vatandaş (oyuncular) arasındaki ilişki, Şekil 2.2’de sunulmuştur.



Şekil 2.2. İki oyuncunun (devlet ve vatandaş) etkileşimli ilişki döngüsü

Schechter ve Gintis (2016) tarafından kaleme alınan Eylemde Oyun Teorisi (Game Theory in Action) isimli kitapta, oyun teorisinin tüm süreç ve dinamikleri, jenerik örnekler üzerinde nümerik olarak tanıtılmış, aynı zamanda evrimsel dinamikler konusu hakkında da hem teorik bilgi, hem nümerik örnekler sunulmuştur.

Vincent ve Brown (2005) tarafından kaleme alınan kitapta, doğal seleksiyonun kavramsal anlamından başlayarak evrimsel oyun teorisi, doğal seleksiyon ve Darwin dinamikleri detaylıca ele alınmaktadır.

Postrel (1991) çalışmasında oyun teorisinin probleminin, sisteme giren her türlü durumun rasyonel olarak ifade edilebileceğini iddia eder ve eleştirel bir bakış getirir. Öyle ki, bir banka yöneticisinin, sokakta pantolonunu ateşe vermesinin bile oyun teorisinde rasyonel olarak görülebileceğini iddia eder ve bu konudaki yorumunu sunar.

McCain (2009) Oyun Teorisi ve Kamu Politikası (Game Theory and Public Policy) adlı eserinde oyun teorisini; ekonomi, felsefe, siyaset bilimleri gibi kamusal politika alanlarındaki uygulamaları açısından ele almıştır.

Damme (1994) yaptığı çalışmada biyolojik oyun teorisi konseptinin kavramsal tanımlamalarını yapmakta ve biyolojik oyun teorisinin ekonomik bağlamda daha uygulanabilir olması için muhtelif değişiklikler önermektedir.

McGill ve Brown (2007) poligenik kalıtımda oyun teorisi ile ilgilenen çalışmalarında, evrimsel oyun teorisinin tarihçesi, çalışma mekanizması ve iç dinamikleri hakkında bilgi ve nümerik örnek sunmaktadır.

Roumboutsos ve Kapros (2008) şehir içi toplu taşıma entegrasyonu politikaları için oyun teorisi yaklaşımı kullanmışlardır. Strateji belirleyici bir araç olarak kurdukları model, toplu taşımanın en etkin maliyetli formunun tespiti ve uygulanması için kullanılabilir

Hobbs ve Kelly (1992) ABD özelinde yaptıkları çalışmalarında, elektrik dağıtım ücreti politikaları üzerinde çalışmışlardır. Artan üretici, dağıtıcı ve tüketici sayılarının, pazarda alternatif ücretlendirme politikaları ihtiyacı doğurduğundan bahseder ve bu durumu iş birliği modelinde oyun olarak görerek kısa vadeli muhtemel çıktıları hesaplar.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında, önceki başlıklarda belirtildiği üzere, öncelikle TÜİK'ten temin edilen 2017 yılı araç envanteri; aracın yakıt tüketimi, aracın yaşa bağlı verimi ve aracın güvenliği ölçütleri ışığında sınıflandırılacaktır. Bu ölçütler bir otomobilin topluluğa verdiği zararı, 1.1.1 ve 1.1.2 numaralı başlıklarda yapılan tanımlamaları üzere, temsil eder ve belirli bir ceza puanı ile cezalandırır. Bir aracın topluluk için oluşturmakta olduğu risklerin şeması, Şekil 3.1'de sunulmuştur.



**Şekil 3.1.** Bir aracın topluluk açısından oluşturduğu riskleri gösterir şema

Araçlara, 100'lük bir skala üzerinden ceza puanı verilecektir. Aracın ceza puanı ne kadar yüksekse, aracın kamu için o kadar zararlı olduğu kabul edilecektir. Birbirine yakın tarihlerde üretilen ve motor hacimleri bakımından aynı sınıfta bulunan araçlar, işlem yükünün hafifletilmesi ve grupların daha sağlıklı oluşturulabilmesi adına beşer yıllık kümeler haline getirilmiştir. Bu kümelerin tanımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.



**Çizelge 3.1.** Yıl kümelerini gösterir Çizelge

Küme Adı	A	B	C	D	E	F	G	H
Araç Üretim Yılı	1985 Öncesi	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2020

Ceza puanları oluşturulup, kümelerin kamuya zararları oransal olarak tespit edildikten sonra, en zararlı kümeleri hedef alacak şekilde enstrüman şekillendirmeleri yapılacak ve söz konusu senaryoların tüketici üzerindeki etkileri, evrimsel oyun dinamikleri ile ele alınacaktır.

### 3.1. Araçların Topluluğa Verdiği Zararın Ceza Puanı Skalasının Oluşturulması

Yakıt, verim ve güvenlik başlıkları teker teker incelenmiş, başlıkların oluşturduğu içsel ve dışsal maliyetler farklı açılardan ele alınarak her biri birbirine denk olacak şekilde ve her başlık için ayrı skalalar oluşturulmuştur.

#### 3.1.1. Yakıt kaynaklı zararların ceza puanı

Yakıt tüketimi ile ilgili veriler, Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (EPA) çatısı altında faaliyet gösteren ve ABD'nin vatandaşlarını yakıt ekonomisi konusunda bilinçlendirmek için kurduğu "fueleconomy.gov" adresinden ve Kanada Açık Hükümet resmi sitesi "open.canada.ca" adresinden temin edilmiştir. Yaklaşık olarak 42 bin farklı marka, model, yaş ve motor hacmindeki aracın, yaşları ve motor hacimleri ile ilişkili değerlerinin ortalaması hesaplanmıştır. Araçların motor hacimleri, TÜİK verileriyle uyumu açısından 6 farklı gruba ayrılmıştır ve bu gruplar, Çizelge.9'da verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Motor kümelerini gösterir çizelge

Motor Hacim Grup No.	1	2	3	4	5	6
Motor Hacmi	1,3 Litreden Az veya Eşit	1,4 Litreden Az veya Eşit	1,5 Litreden Az veya Eşit	1,6 Litreden Az veya Eşit	2,0 Litreden Az veya Eşit	1,4 Litreden Büyük

Her grubun kendi verileri, teker teker grubun başlığı altında ele alınmıştır. Detayları aşağıdaki başlıklarda verilen analizler sonucunda, en düşük ortalama yakıt tüketimi 5 litre /100 km ile 1 numaralı motor hacmi grubunda, en yüksek ortalama yakıt

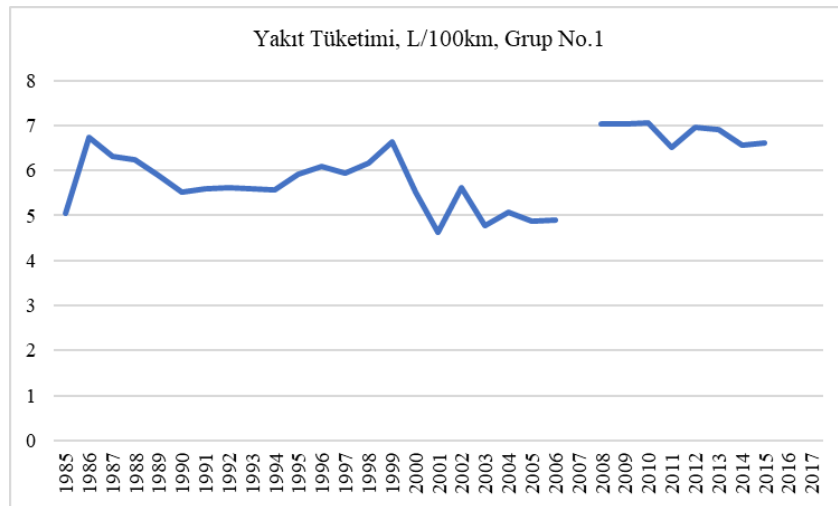
tüketimi ise 19 litre / 100 km ile 6 numaralı motor hacmi grubundadır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus, ABD kaynaklı verilerin içinde Avrupa devletlerinde ve dolayısıyla Türkiye’de ender rastlanan araç tiplerinin (örneğin ABD pazarında 6 litre üzeri hacimli araçlar rahatlıkla bulunmakta ve hane halkı tarafından sıkça tercih edilebilmektedir fakat bu çeşit araçlara Avrupa ve Türkiye pazarında rastlamak oldukça güçtür) bulunmasıdır. Bu nedenle maksimum tüketim 15 litre / 100 km olarak sabitlenmiştir.

Diğer tüm ceza puanları 100 üzerinden değerlendirileceğinden ötürü, 0-15 Litre / 100 km arasındaki yakıt tüketimi ceza puanı, ‘y’ aracın yakıt tüketimini temsil etmek üzere;

$$YCP = \frac{100}{15} * y$$

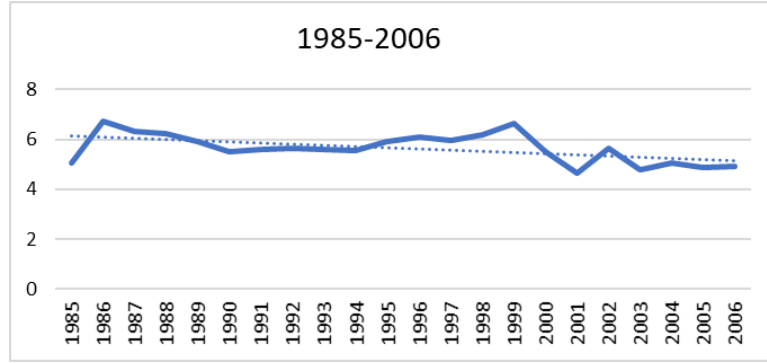
Formülü ile hesaplanmıştır. Çıkan değerler daima yukarı yuvarlanmıştır. Yakıt tüketiminde en düşük miktar olan 5 Litre/100 km 34 puan cezalandırılmıştır. En düşük tüketimin (5 Litre/100 Km) 0 puan kabul edilmemesinin sebebi, fosil yakıt tüketmeyen araçların ve listedeki araçlardan daha düşük yakıt tüketebilen hibrit araçların üzerinde yapılacak olan işlemlerdir.

**1 no.lu motor hacmi:** Gruba dair en eski kayıt 1985 yılında başlamaktadır. 2006 yılına kadar azalan bir trend izleyen yakıt tüketimi kayıtları, 2007 yılında yine bir kesintiye uğramış ve 2008 yılında kademeli bir yükseliş olduğu halde azalan trendini devam ettirmiştir. Bu söz konusu ham veriler, Şekil 3.2.’de görülmektedir.



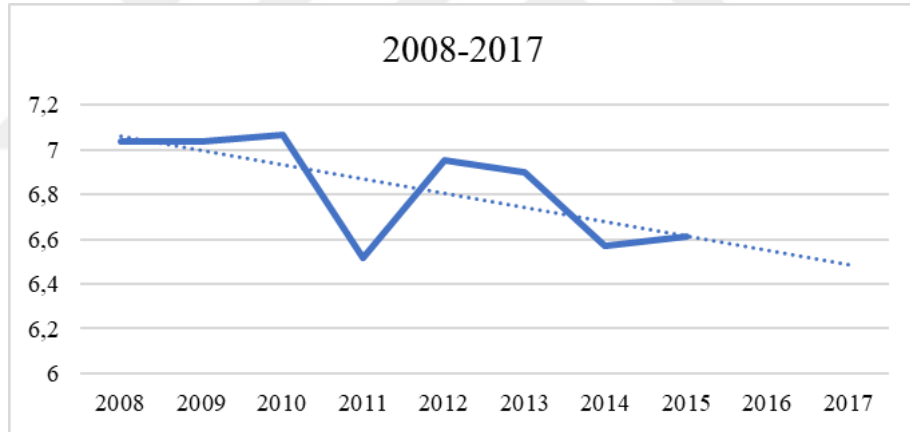
Şekil 3.2. 1 numaralı motor hacmi kümesinin yıllara göre yakıt tüketimi (grup.1)

2007 yılındaki kesikli atlayıştan dolayı, bu grubun yakıt tüketimi regresyonu iki parça halinde (2007 öncesi ve 2007 sonrası olmak üzere) yapılmıştır. Söz konusu iki parça, Şekil 3.3. ve Şekil 3.4'te verilmiştir.

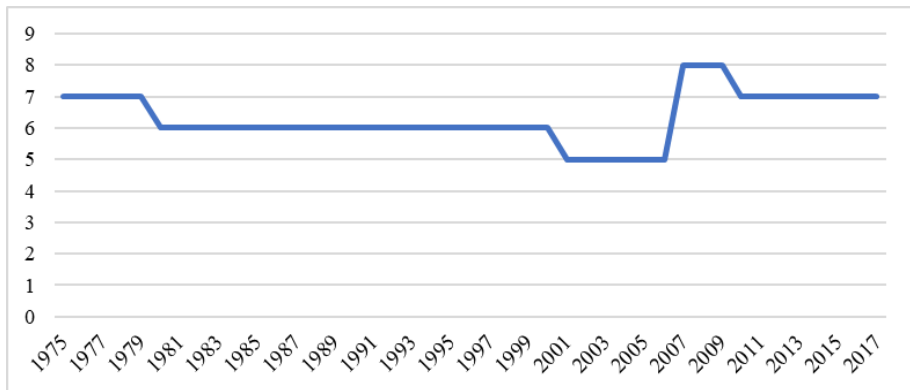


Şekil 3.3. 2007 yılı öncesi eğim (grup.1)

Bu iki grafiğin eğilimlerine bakarak oluşturulan ortalama yakıt tüketim değerleri (Litre/100km) Şekil 3.5'te verilmiştir



Şekil 3.4.. 2007 yılı sonrası eğim (grup.1)

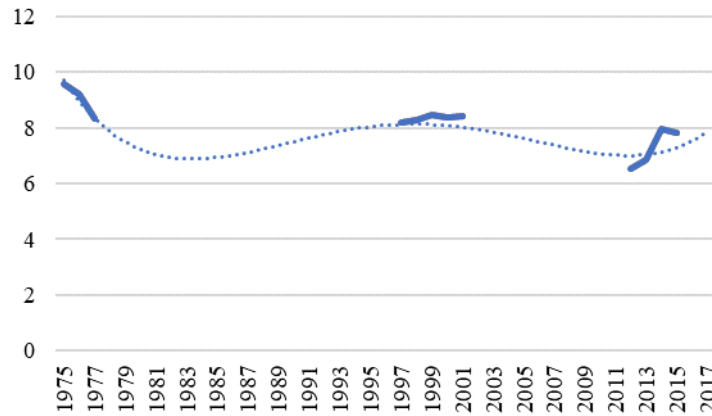


Şekil 3.5. 1 No.lu motor hacminin yıllara göre yakıt tüketim kabul değerleri

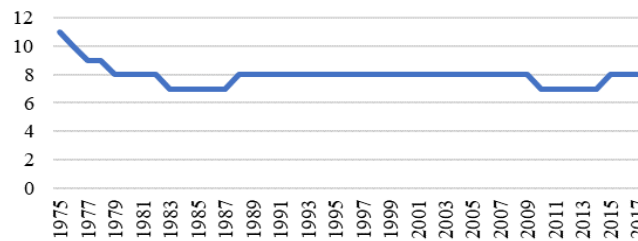
**2 no.lu motor hacmi:** Gruba dair en eski kayıt 1975 yılında başlamaktadır fakat 2017 yılına gelene kadar eksiklikler mevcuttur. Bu eksiklerin tamamlanması için 4. Derece polinomsal regresyon eğrisi oluşturulmuştur. Eğrinin doğruluğu  $R^2=0,7151$ 'dir ve kabul edilebilir.

Ham veriler ve regresyon eğrisi, Şekil 3.6'da verilmiştir. Bu eğim referans alınarak oluşturulan tam sayılı ortalama yakıt tüketim değerleri ise, Şekil 3.7'de verilmiştir.

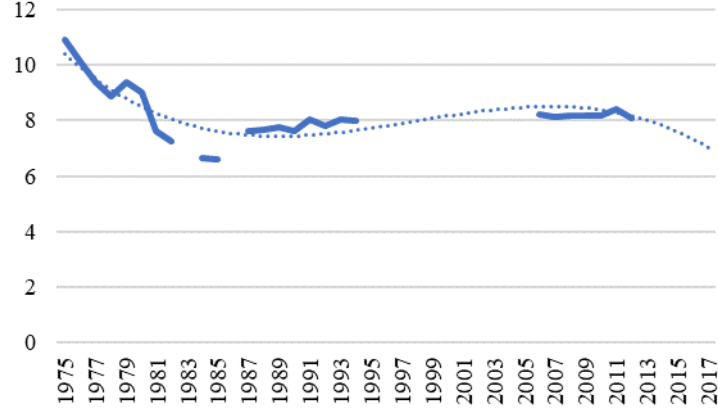
**3 no.lu motor hacmi:** Gruba dair en eski kayıt 1975 yılında başlamaktadır fakat 2017 yılına gelene kadar eksiklikler bu grupta da mevcuttur. Bu eksiklerin tamamlanması için 3. Derece polinomsal regresyon eğrisi oluşturulmuştur. Eğrinin doğruluğu  $R^2=0,7365$ 'tir ve kabul edilebilir. Ham veriler ve regresyon eğrisi, Şekil 3.8'de verilmiştir. Bu eğim referans alınarak oluşturulan tam sayılı ortalama yakıt tüketim değerleri ise, Şekil 3.9'da verilmiştir.



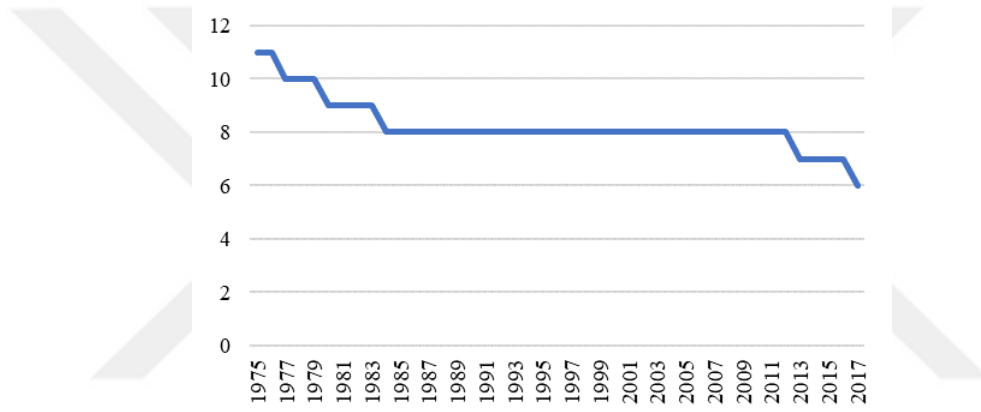
Şekil 3.6. 2 No.lu motor hacminin yakıt tüketim verileri ve eğrisi



Şekil 3.7. 2 No.lu motor hacminin yıllara göre yakıt tüketim kabul değerleri



Şekil 3.8. 3 No.lu motor hacminin yakıt tüketim verileri ve eğrisi

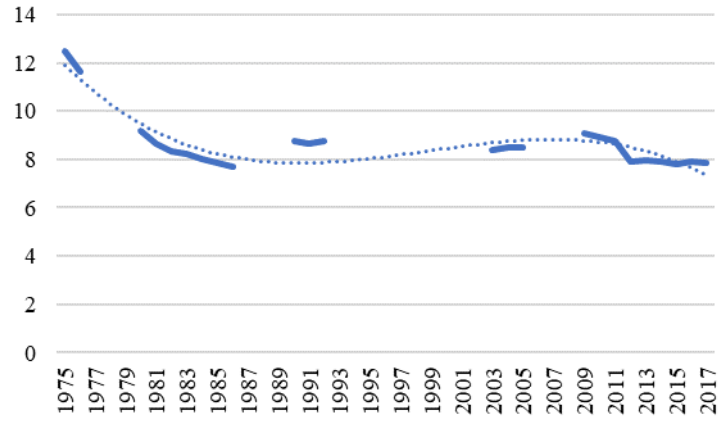


Şekil 3.9. 3 No.lu motor hacminin yıllara göre yakıt tüketim kabul değerleri

**4 no.lu motor hacmi:** Gruba dair en eski kayıt 1975 yılında başlamaktadır fakat 2017 yılına gelene kadar eksiklikler, diğerlerine nazaran daha aralıklı olsa bile bu grupta da mevcuttur.

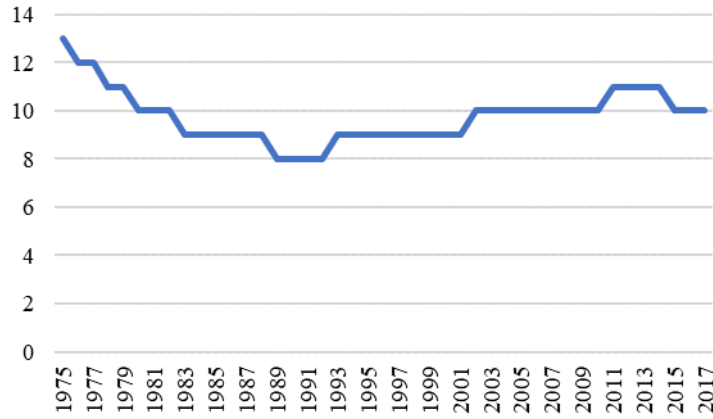
Bu eksiklerin tamamlanması için 3. Derece polinomsal regresyon eğrisi oluşturulmuştur. Eğrinin doğruluğu  $R^2=0,8293$ 'tür ve eğri anlamlıdır. Ham veriler ve regresyon eğrisi, Şekil 3.10'da verilmiştir. Bu eğim referans alınarak oluşturulan tam sayılı ortalama yakıt tüketim değerleri ise, Şekil 3.11'de verilmiştir.

**5 no.lu motor hacmi:** Gruba dair en eski kayıt 1976 yılında başlamaktadır ve kesintisiz şekilde 2017 yılına kadar gelmektedir. Diğer gruplarla yapısal bir çelişkiye düşmemesi açısından, verilerin 3. Derece polinomsal regresyon eğrisi oluşturulmuştur ve eğrinin doğruluğu  $R^2=0,7345$ 'tir.

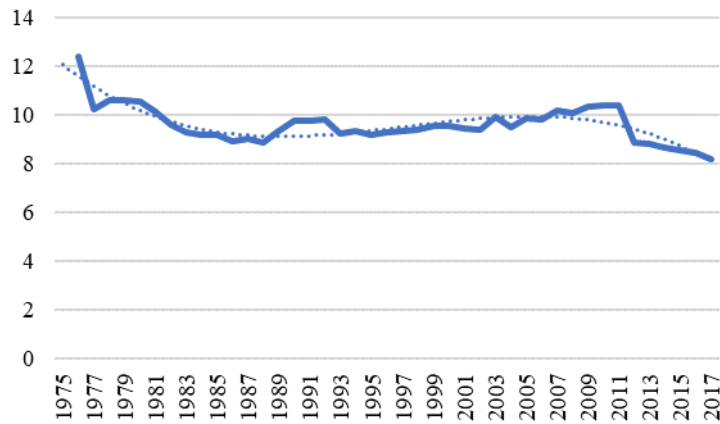


Şekil 3.10. 4 No.lu motor hacminin yakıt tüketim verileri ve eğrisi

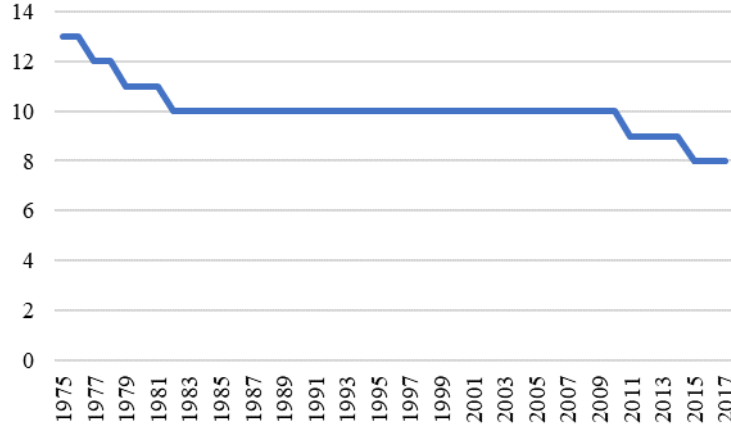
Ham veriler ve regresyon eğrisi, Şekil 3.12’de verilmiştir. Bu eğim referans alınarak oluşturulan tam sayılı ortalama yakıt tüketim değerleri ise, Şekil 3.13’de verilmiştir.



Şekil 3.11. 4 No.lu motor hacminin yıllara göre yakıt tüketim kabul değerleri

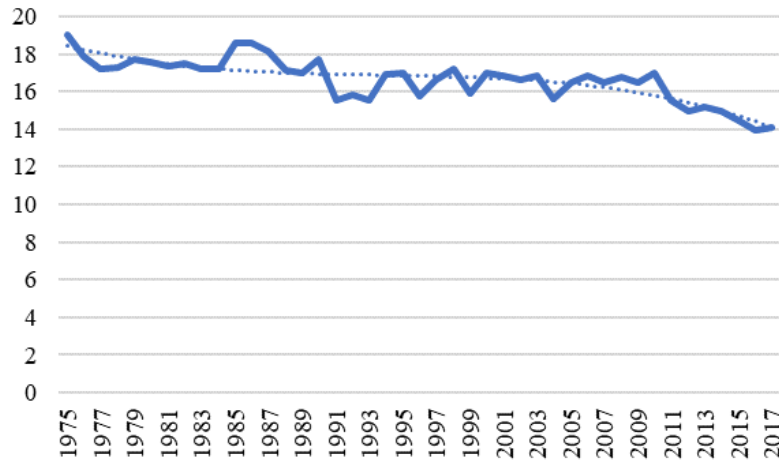


Şekil 3.12. 5 No.lu motor hacminin yakıt tüketim verileri ve eğrisi



Şekil 3.13. 5 No.lu motor hacminin yıllara göre yakıt tüketim kabul değerleri

**6 No.lu Motor Hacmi:** Gruba dair en eski kayıt 1975 yılında başlamaktadır ve eksiksiz olarak 2017 yılına kadar gelmektedir. Diğer gruplarla yapısal bir çelişkiye düşmemesi açısından, verilerin 3. Derece polinomsal regresyon eğrisi oluşturulmuştur ve eğrinin doğruluğu  $R^2=0,7601$ 'dir. Ham veriler ve regresyon eğrisi, Şekil 3.14'te verilmiştir. Bu eğim referans alınarak oluşturulan tam sayılı ortalama yakıt tüketim değerleri ise, Şekil 3.15'te verilmiştir.



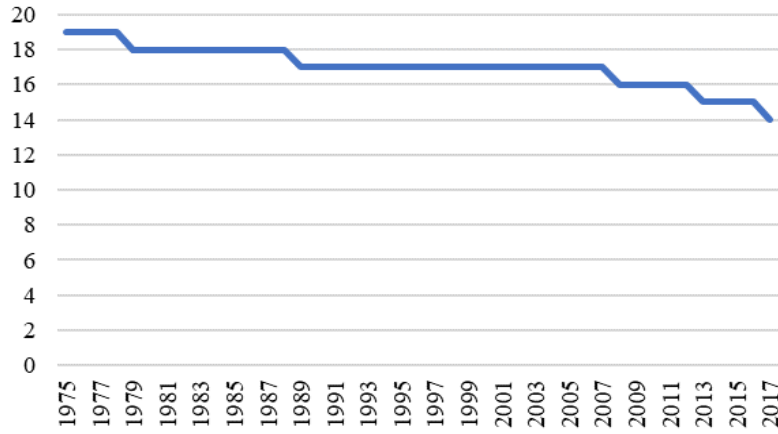
Şekil 3.14. 6 No.lu motor hacminin yakıt tüketim verileri ve eğrisi

### 3.1.2. Verim kaynaklı zararların ceza puanı

Aracın yaşı (her yıl düzenli olarak kullanıldığı varsayımıyla) ilerledikçe, verimde bir düşüş yaşanacağı beklentisi, rasyonel bir beklentidir. Peck ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre, yeni araçların trafiğe çıkmasına engel olarak görülecek arıza oranları (bundan sonra yalnızca arıza denecektir) çok küçük dahi olsa,

sıfır değildir. 0 ve -1 yaşındaki araçlarda yapılan muayene sonucunda arıza oranları sırasıyla %0,5 ve %0,2 olarak tespit edilmiştir.

Bir yaşın sonunda ise bu oran %3,2'ye çıkmakta, 8 yaşın üzerinde ise %20 arıza oranı görülmektedir.



Şekil 3.15. 6 No.lu motor hacminin yakıt tüketim verileri ve eğrisi

Aracın yaşının veya yaptığı yol miktarının, motor ve diğer aktarma organlarındaki organize yorulmaya bağlı olarak aracın çevresel verimini mutlak şekilde ve ölçümlenebilir miktarda düşürüp düşürmediği konusunda bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

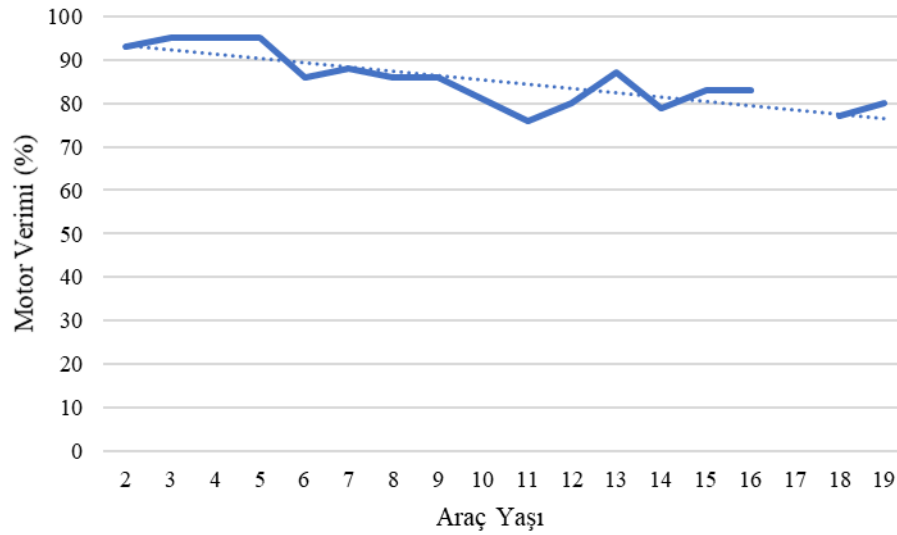
Bilakis, Kim ve arkadaşları (2004), yaşa göre yakıt ekonomisindeki değişimin tahmin edilemez olduğunu açık ifadelerle savunmuştur (Spitzley ve diğerleri, 2004). Bu görüşe saygı göstermekle birlikte, görüşün temelinde

Kim ve diğerlerinin araç yaşam döngüsü ile ilgili olan çalışmalarının doğası gereği, verimi etkileyebilecek çoğu parametreyi eş zamanlı irdeliyor olmaları yatmaktadır. Bu çalışmamızda ise, araç kilometresi, motor hacmi, aracın bakım durumu gibi parametrelerden bağımsız olarak, ülke ortalamasında anlamlı bir verim kaybı trendinin yalnızca yaş değişkenine bağlı olarak gözlemlenebilir olması yeterlidir.

Bu nedenle, 100 adet ikinci el aracın dinamometre sonuçları incelenmiştir. Örneklem her ne kadar küçük olsa da ulaşılan sonuçlar şaşırtıcı derecede anlamlıdır. Sonuçların grafiği Şekil 3.16'da verilmiştir.

Daha standart sonuçlara ulaşabilmek için yapılan regresyon türleri ve hata oranları ise, Çizelge 3.3'de verilmiştir.





Şekil 3.16. Araç yaşı ve motor verimi ilişkisi grafiği

En doğru sonuçlar 4 numaralı denklemde elde edilmiş olsa dahi, denklemin gelecek projeksiyonu çok kısa sürede çok keskin bir düşüşle ve olasılık dışı bir şekilde sıfıra yakınsamaktadır.

3 numaralı modele göre 19 yaştan sonra verimde az da olsa artış gözlenmektedir. Nitekim ABD örneğinde de, ortalama 13 yaştan sonra araçların arıza oranında düşüş gözlenmektedir (Peck ve diğerleri, 2015).

Denklem Tipi	Eğri Denklemi	R <sup>2</sup>
1 Doğrusal	$y = -0,9746*x + 95,155$	$R^2 = 0,6593$
2 Logaritmik	$y = -8,138*\ln(x) + 102,77$	$R^2 = 0,7074$
3. Derece Polinomsal	$y = -6E-05*x^3 + 0,0724*x^2 - 2,4567x + 100,97$	$R^2 = 0,7385$
4. Derece Polinomsal	$y = -0,0034*x^4 + 0,1421*x^3 - 1,9235*x^2 + 8,2157*x + 83,863$	$R^2 = 0,8059$

Çizelge 3.3. Araç verim kaybı eğrilerinin çeşitleri ve R<sup>2</sup> değerleri

Bunun sebebi olarak, artık ekonomik ömrü dolan araçların belirli oranlarda dolaşımdan çıkmaya başlaması ve dolaşımda kalanların üzerindeki ilginin zamanla artarak, yüksek maliyetlerine rağmen rasyonel olmayan kimi tüketici talepleri doğrultusunda optimizasyonlarının yapılması görülebilir. ABD örneğinde görülen bu durumun, araç envanterlerinin ortalama yaşı arasındaki olası bir fark ile ilişkisi olduğu çekincesi ise yersizdir. Nitekim, ABD araç envanteri yaş ortalamasının, Türkiye araç envanteri yaş ortalamasından (yaklaşık olarak) yalnızca 2 yaş gençtir (Anonymus, 2019b). Fakat tüm bu olumlu taraflarına rağmen, 3 numaralı denklem 1975 yılına kadar

uzatıldığında şiddetli bir artış eğilimi göstererek %132 verimlere çıkmaktadır ve geçmiş projeksiyonunda anlamsız veriler üretmektedir.

Bu nedenle, doğruluğu nispeten daha düşük olsa dahi daha akla yatkın sonuçlar veren 1 numaralı doğrusal denklem hesaplamalarda esas alınmış ve bu denkleme dayanarak araçların -1 ilâ 25 yaş arası çevresel verim kayıpları hesaplanmıştır.

Bu hesaplama göre; en düşük verime sahip olan araç grubu (1975 yılı üretimi) %52 verimle, en yüksek verime sahip araç grubu (2019 yılı üretimi) %95 verimle çalışmaktadır.

Yani verim kayıpları %48'e kadar yükselmektedir. Diğer tüm hesaplamalar, 100'lük bir skala üzerinden yapılacağından, verim kaybı ceza puanının (VCP) hesaplaması 100'lük bir skalaya standardize edilmiştir. Bu dönüşümün denklemi, 't' araç yaşı olmak üzere;

$$VCP = \frac{100}{48} * [100 - [(-0,9746 * t) + 95,155]]$$

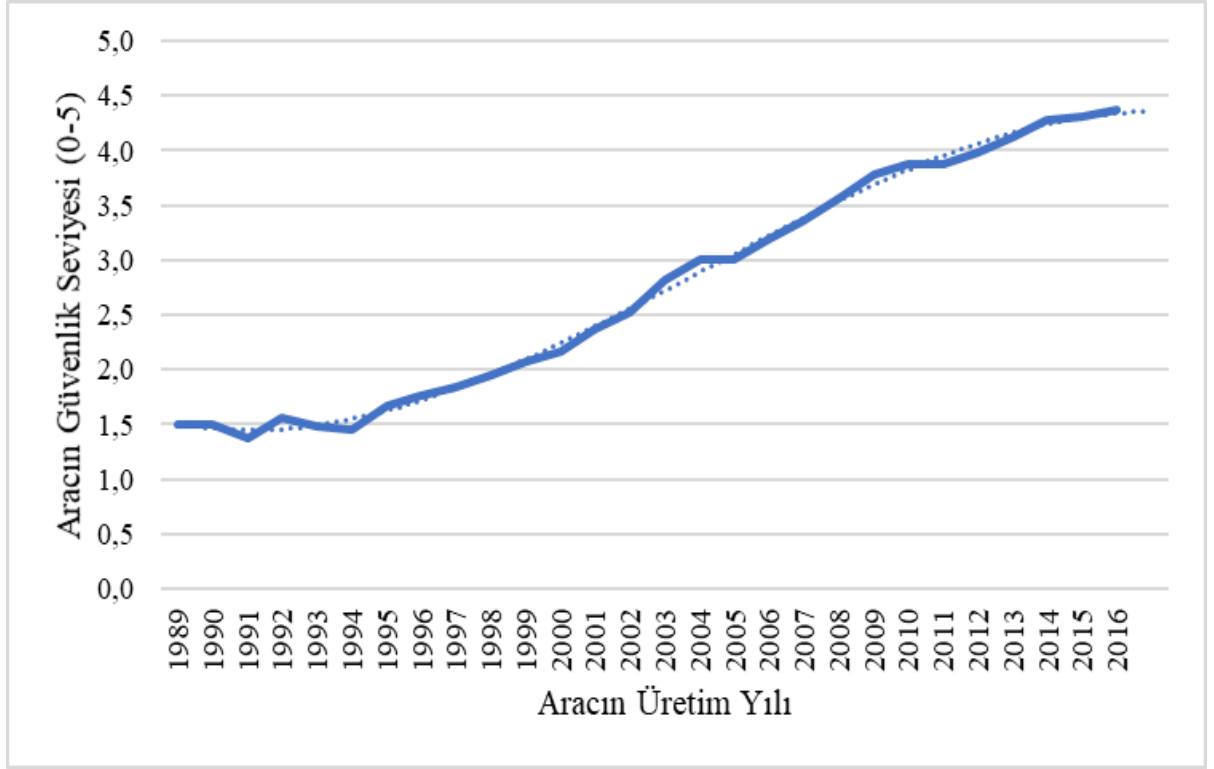
Şeklindedir.

### 3.1.3. Güvenlik kaynaklı zararların ceza puanı

Verim konusuna benzer şekilde, araçların yolcu ve yaya güvenliğindeki başarısı da birden fazla ölçütle analiz edilmesi gereken karmaşık bir meseledir. Bu bağlamda, aracın fabrika çıkışı teknolojik güvenlik donanımları ve bu donanımların işleyişindeki yaşa bağlı aksaklıklar, en baskın iki unsur olarak görülebilir. Bu çalışmada ise güvenlik unsuru, uluslararası otoritelerin araçlar üzerinde yaptığı güvenlik testleri sonucu aldıkları puanlarla sınırlandırılacaktır. Söz konusu puantaj cetveli, NSW (New South Wales) hükümeti tarafından ikinci el araçların güvenlik testleri sonucu çıkan 2018-2019 yılı güncel sonuçlarına dayanmaktadır (Anonymus, 2019c).

Avrupa komisyonunun koyduğu ve ülkemizde de yaygın kullanılmakta olan standartlara göre araçlar, uzunluklarına göre A'dan J'ye kadar sınıflandırılmaktadır. Amerikan federal yasaları ise araçları iç hacimlerine göre sınıflandırmaktadır. Amerikan ölçü birimlerine göre en küçükten başlayarak 5 sınıf (light, small, mid-size, large, med-suv) aracın (iç hacmi 4 bin 814 litreden küçük araçlar) güvenlik verileri analiz edilmiştir. 5 farklı araç sınıfına ait yaklaşık olarak 250 farklı marka ve model aracın (üretime başlama ve bitiş yılları ile ilişkili olarak) güvenlik derecelendirmeleri incelenmiş, yıllara göre açılımı yapılarak her yılın ortalama değeri alınmıştır.

Bu inceleme sonucunda, üretilen araçların sahip olduğu güvenlik standartlarında her geçen yıl dikkat çeken bir iyileşme olduğu görülmüştür. Örneklem 2016 yılında son bulmaktadır ve 3. Derece polinomsal regresyon ile 2017 yılına uzatılmıştır. Eğrinin doğruluğu  $R^2 = 0,9968$ 'dir. Analizin sonuçları, Şekil 3.17'de sunulmuştur



Şekil 3.17. Yıllara göre araç güvenlik seviyesinin değişimi

Gruplandırma işleminde, her yıl için aracın güvenlik çarpanı olarak bu veriler kullanılacaktır.

Güvenlik ile ilgili hesaplamalar 5'lik bir skalada gerçekleştiği için, bu çizelgenin 100'lük sisteme dönüşümü;

$$GCP = g * 20$$

Formülü ile gerçekleştirilmiştir. Bu formülde g, söz konusu yılın hesaplanmış ortalama güvenlik katsayısını (5 üzerinden) temsil eder.

### 3.2. Mevcut Ulusal Araç Envanterinin Analizi

2017 yılı araç envanteri, yıllara göre 6 ayrı motor hacmine ayrıldığı haliyle Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Söz konusu çizelge, (1984 ve öncesi 1'inci motor grubu dışında) en az adet tam yeşil, en çok adet tam kırmızı olacak şekilde oransal olarak renklendirilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Yıllara ve motor kümelerine göre envanter adetleri

	Motor Hacmi					
	1- (-,1.3]	2- (1.3,1.4]	3- (1.4,1.5]	4- (1.5,1.6]	5- (1.6,2.0]	6- (2.0,++)
2017	82561	77792	147922	230316	21420	3571
2016	119542	122054	199480	311995	25871	6873
2015	122094	110314	174087	300537	26189	9916
2014	104708	78250	119407	228765	23073	8000
2013	136060	104431	124981	260642	31250	9175
2012	155433	164739	141029	268516	56985	13916
2011	114369	167433	129733	210460	66152	18756
2010	44837	106594	72207	121567	25709	9329
2009	37829	97804	48419	90154	24447	9691
2008	55928	99423	70640	103531	34975	16723
2007	37721	77279	59713	86220	25152	12259
2006	64540	107649	80283	139267	30207	16617
2005	59666	99209	53596	139566	25419	12462
2004	59099	101158	37982	185130	25600	13541
2003	13557	22861	12617	54929	31500	11132
2002	9869	19894	4159	37113	15048	4489
2001	20114	77086	12407	158277	40122	7963
2000	16651	107990	20590	178200	49544	7276
1999	11018	78641	13035	115556	32218	5522
1998	17216	116797	13093	142533	50457	8856
1997	14002	92832	4890	118674	36556	7712
1996	7274	74623	3274	106336	27674	5014
1995	5743	62047	2190	106047	18582	2905
1994	18437	84641	14659	173976	28000	2733
1993	27542	106497	20420	185486	26694	2502
1992	11812	89778	9602	131573	20677	1783
1991	10472	46137	6577	89210	22360	2018
1990	11429	54482	9138	94487	16324	2265
1989	3689	33125	691	53901	10380	2069
1988	3937	40283	859	58996	5670	2994
1987	3916	32980	583	49638	3694	4098
1986	4342	23078	885	37402	3419	3926
1985	3381	22915	597	22577	3796	1995
1984 ve Öncesi	863701	96058	4239	72121	23731	22636

Envanterdeki adetlere bakıldığında, devletin vergilendirme politikasındaki ilk basamak olan 1.6 litre sınırı, kamu üzerinde çok güçlü etki göstermiştir. 4 numaralı motor grubu (1985 öncesi 1'inci ve 2'nci, 2009 yılı 2'nci motor grubu dışında; 34 farklı üretim yılına ait 6 motor grubu olmak üzere toplam 204 küme içerisinde) tüm tarihlerde diğer motor gruplarından sayıca üstün durumdadır.

Envanter yapısındaki bu sıkı şekillenmenin ekonomik yorumunu yapmak gerekirse, temelde üç ayrı unsurun varlığı görülecektir; tek seferlik vergi, dolaşım vergisi ve yakıt tüketimi. Bu kalemler teker teker incelemek gerekirse, söz konusu şekillenmede baskın unsur olarak araçların satışındaki tek seferlik vergilerin görülmesi doğru olmaz. Aracın satış fiyatını yükselten bu vergiler, aynı zamanda aracın ikinci el market fiyatlarını da yükseltmekte olduğundan trajik düşüşler göstermez, bilakis ekonomik değeri yüksek olan aracın hurdaya ayrılma yaşını büyütürken markette daha

uzun süre yaşama olanağı bulmasıyla sonuçlanır. Bu geri tepme etkisi, kaynak araştırmasında da bahsedildiği üzere, mucidi olan ekonomist Howard Gruenspecht'in adıyla, Gruenspecht Etkisi olarak literatüre girmiştir.

*Varsayım 1: Tek seferlik vergilerin, araç envanteri yapısındaki şekillenmeye olan etkisi nispeten zayıftır.*

Yakıt tüketimlerinin bu yapılanmada etkinliğini ölçümlemek oldukça güçtür. Kullanıcı tercihindeki baskın unsurun yakıt olduğu düşünülürse, araç sayısındaki yığılmanın 1 numaralı motor hacminden başlayıp, 6 numaralı motor hacmine doğru gevşeyerek ilerlemesi beklenir. Fakat çizelge, 1'den 4'e doğru sıkılaşıyor artan ve 5 numaralı motor hacminde aniden kesilen bir yığılmayı işaret etmektedir.

Yanı sıra, yakıt tüketimi bölümünde hesaplaması yapılan verilere dayanarak, 2'nci motor grubundaki 2009 model bir aracın (0,08 L/Km), kendinden daha yüksek hacimli olan 3'üncü motor grubundaki 2017 model bir araçtan (0,06 L /Km) yaklaşık %33 daha fazla yakıt tükettiğini söylenebilir.

Bu durum gelişen motor teknolojileriyle birlikte beklenen ve akla yatkın bir veridir. Bu analize dayanarak, yakıt tüketimi öncelikli bir envanter yapılanmasında motor hacmi ile araç yaşının sıkı şekilde ilişkili olduğu, araç yaşının büyüdükçe yakıt tüketim miktarındaki ve tabiatıyla motor hacmindeki hassasiyetin de kaybolacağı, çizelgenin üst kısımlarında kırmızı-yeşil kontrastının yüksek olacağı fakat çizelgede aşağı indikçe bu kontrastın azalmaya başlayacağı yorumu yapılabilir.

Fakat çizelgede tam aksi durum göze çarpmaktadır. Görüldüğü üzere, 4 numaralı motor grubundaki çarpıcı yığılma, tüm tarihlerde (2017'den 1985'e kadar) açık şekilde devam etmektedir. Buna rağmen, eldeki verilere bakarak yakıt tüketiminin etkisiz faktör olduğu da asla söylenemez.

*Varsayım 2: Yakıt tüketiminin araç envanteri yapısındaki şekillenmeye olan etkisi yüksek değildir.*

Son faktör olarak dolaşım vergileri ön plana çıkmaktadır. Dolaşım vergileri, aracın yaşı ve fiyatına bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, Çizelge.11'de verilen 20 satırlık MTV sınıflandırmasının ilk 6 satırı 4'üncü motor grubu ve öncesini işaret

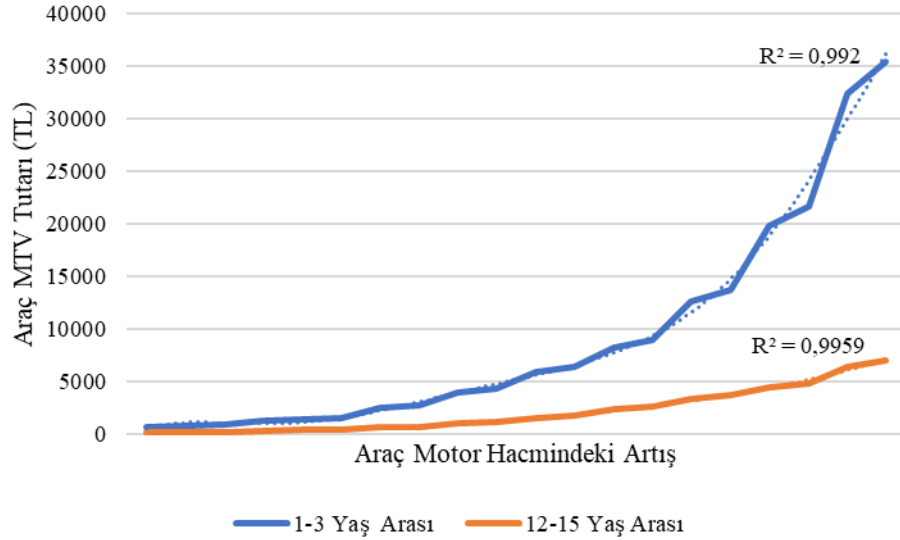
etmektedir. Rakamlar analiz edildiğinde, Şekil.21’de görüleceği üzere  $R^2 = 0,992$  doğrulukla parabolik şekilde artan bir vergilendirme uygulanmaktadır.

Sürekli olarak kendini katlayarak ilerleyen vergi oranlarına karşı tüketici algısı; 4’üncü motor grubuna kadar olan vergileri kabul edilebilir bulmakta fakat bir üst grupta kendini tekrar katlayan vergi oranına dahil olmak istememektedir.

**Çizelge 3.5.** T.C. motorlu taşıtlar vergisi hesap cetveli (2019)

Motor Silindir Hacmi (cm <sup>3</sup> )	Taşıt Değeri (TL)	Satır Numarası	Taşıtların Yaşları ile Ödenecek Yıllık Vergi Tutarı (TL)				
			1 - 3 yaş	4 - 6 yaş	7 - 11 yaş	12 - 15 yaş	16 ve yukarı yaş
<b>1- Otomobil, kaptıkaçtı, arazi taşıtları ve benzerleri<sup>(3)</sup></b>							
1300 cm <sup>3</sup> ve aşağısı	40.000’i aşmayanlar	1	743	518	290	220	78
	40.000’i aşp 70.000’i aşmayanlar	2	817	570	319	242	86
	70.000’i aşanlar	3	892	622	348	264	94
1301 - 1600 cm <sup>3</sup> e kadar	40.000’i aşmayanlar	4	1.294	970	563	398	153
	40.000’i aşp 70.000’i aşmayanlar	5	1.423	1.067	619	437	168
	70.000’i aşanlar	6	1.553	1.164	675	477	183
1601 - 1800 cm <sup>3</sup> e kadar	100.000’i aşmayanlar	7	2.512	1.964	1.156	705	274
	100.000’i aşanlar	8	2.741	2.142	1.262	770	299
1801 - 2000 cm <sup>3</sup> e kadar	100.000’i aşmayanlar	9	3.957	3.048	1.792	1.067	421
	100.000’i aşanlar	10	4.317	3.326	1.955	1.164	459
2001 - 2500 cm <sup>3</sup> e kadar	125.000’i aşmayanlar	11	5.936	4.309	2.692	1.609	637
	125.000’i aşanlar	12	6.476	4.701	2.937	1.755	695
2501 - 3000 cm <sup>3</sup> e kadar	250.000’i aşmayanlar	13	8.276	7.200	4.498	2.420	888
	250.000’i aşanlar	14	9.029	7.854	4.907	2.640	969
3001 - 3500 cm <sup>3</sup> e kadar	250.000’i aşmayanlar	15	12.603	11.340	6.831	3.410	1.251
	250.000’i aşanlar	16	13.749	12.371	7.452	3.720	1.365
3501 - 4000 cm <sup>3</sup> e kadar	400.000’i aşmayanlar	17	19.815	17.111	10.077	4.498	1.792
	400.000’i aşanlar	18	21.617	18.666	10.994	4.907	1.955
4001 cm <sup>3</sup> ve yukarısı	475.000’i aşmayanlar	19	32.431	24.320	14.403	6.474	2.512
	475.000’i aşanlar	20	35.379	26.531	15.713	7.062	2.741
			Taşıtların Yaşları ile Ödenecek Yıllık Vergi Tutarı (TL)				
			1 - 3 yaş	4 - 6 yaş	7 - 11 yaş	12 - 15 yaş	16 ve yukarı yaş
<b>2- Motosikletler</b>							
100-250 cm <sup>3</sup> ’e kadar			50.000.000	40.000.000	30.000.000	20.000.000	10.000.000
251-650 cm <sup>3</sup> ’ e kadar			100.000.000	75.000.000	50.000.000	30.000.000	20.000.000
651-1200 cm <sup>3</sup> ’e kadar			250.000.000	150.000.000	75.000.000	50.000.000	30.000.000
1201 cm <sup>3</sup> ve yukarısı			600.000.000	400.000.000	250.000.000	200.000.000	100.000.000

Bu davranış kalıbı, yalnızca yeni araçlar için değil, aynı zamanda eski araçlar için de geçerlidir zira eski araçlarda da  $R^2 = 0,9959$  doğruluk oranıyla üstel bir artış gerçekleşmektedir ve kırılım noktası olan 1,6 Litrelik motor kriteri değişmemektedir.



Şekil 3.18. Motor hacmi iler ödenen MTV tutarı arasındaki ilişkiyi gösterir Şekil

Burada altı çizilmesi gereken nokta, tüketici davranışının, miktar odaklı olmaktan ziyade oran odaklı oluşudur. Vergilendirme esaslarına göre araç yaşı arttıkça, vergi tutarı parabolik artış oranlarını korusa da, ödenen verginin tutarı radikal şekilde düşmektedir.

Örnek vermek gerekirse, Çizelge.11’de, 6’ncı satırdaki 1,6 L motor hacminden 1,8 L motor hacmine geçişte, 1-3 yaş arası grupta oluşan 959 TL tutarındaki fark, 16 ve üstü yaş grubunda 91 TL’ye kadar düşmektedir.

Bu düşük tutardaki farklılıklara rağmen tüketici 90 TL’lik farkı ödeyerek üst motor hacmine geçmekte isteksiz davranarak oransallıkta ısrarcı davranış sergilemektedir ve 2017 yılında görülen dağılım tüm senelere yayılmaktadır. Bu realiteyi iki gerekçeye bağlayabiliriz.

Varsayım 3: Eski araç kullanıcılarında, yeni araç kullanıcılarına kıyasla fiyat hassasiyeti daha yüksektir.

Varsayım 4: Kullanıcı davranışı, tutardaki değişime olduğu kadar orandaki değişime de hassastır.

Bu varsayımlar, senaryo oluşturulmasında parametreler belirlenirken temel fonksiyonlar olarak kullanılacaktır.

### 3.3. Mevcut Ulusal Araç Envanterinin Gruplandırılması

Araçların gruplandırmasında (ve bundan önceki başlıklarda) araçların yakıt cinsleri göz ardı edilmiştir. Teknik olarak benzin, motorin ve petrol gazı ile çalışan araçlar arasında yakıt tüketimleri, emisyon cins ve miktarları bakımından önemli farklılıklar mevcut olsa da bu farklılıkların ekonomik çıktıları kullanıcı davranışlarına da yansımaktadır. Kilometrede tükettikleri yakıt tutarları (sırasıyla) görece olarak daha ekonomik olan dizel ve petrol gazlı araçlarda geri tepme etkisi olarak kullanım miktarlarının arttığı gözlenmektedir ve farklı yakıt türlerindeki bu araçlar için aynı şablonun kullanılmasının örnekleri, literatürde görülmektedir (Mazzi ve Dowlatabadi, 2007). Bu bilgilendirmenin ardından araç sınıflandırılmasına geçilebilir.

12 milyon 620 bin araç, motor hacim gruplarına (1,2,3,4,5,6) ve üretim yıllarına göre adetleriyle sınıflandırılmıştır. Daha sonra bu araçlar, araç verimi zarar faktörü (VCP), yakıt tüketimi zarar faktörü (YCP) ve güvenlik zarar faktörü (GCP) ile, aşağıda belirtilen haliyle oranlanarak, 100 üzerinden aldıkları toplam ceza puanı hesaplanmıştır.

$$TCP = GCP * 0,25 + YCP * 0,5 + VCP * 0,25$$

Bir sonraki aşamada, 3'üncü başlık altında Çizelge.8'de verildiği üzere, 8 farklı yaş grubuna (A,B,C,D,E,F,G,H) ayrılarak, her grubun envanterdeki yüzdesi ve yine her grubun ceza puanı ortalaması hesaplanmıştır. Bu envanter yüzdeleri ve ceza puanı ortalamaları çarpılarak, grubun verdiği zarar hesaplanmış, daha sonra tüm grupların verdiği toplam zararlara oranlanmıştır. Böylece karar aşamasında kullanılacak olan, nihai zarar çizelgesi elde edilmiştir.

Bu çizelgenin pareto görseli, Şekil 3.19'da, yıllara göre verdiği zararlar ve - yılların gruplanmış haliyle- grupların verdiği zararlar Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Bu çizelgeden çıkan sonuçlar şu şekildedir (toplamda 48 farklı grup içerisinde);

- Envanterin verdiği toplam zararın %9'u tek bir gruptan kaynaklanmaktadır.
- En zararlı ilk 3 grup, toplam zararın %24'lük kısmını oluşturmaktadır.
- Toplam zararın yaklaşık %50'lik kısmı, 8 gruptan kaynaklanmaktadır.
- Tüm zararın yaklaşık yarısını oluşturan bu 8 grubun 6'sı aynı motor hacminde

Söz konusu 8 grupla ilgili veriler ise, Çizelge 3.7'de sunulmuştur.



Çalışma kapsamında, yukarıda yer alan 8 grubun profillerinin çıkartılması, bu grubun oluşturduğu (ve araç kaynaklı toplam zararın yaklaşık olarak yarısını oluşturan) zararın olabildiğince minimize edilmesi ve envanterin gelecek yapısının optimize edilmesiyle ilgili kullanılacak enstrümanlar, bu enstrümanların olası etkileri ve evrimsel dinamiği incelenecektir.

**Çizelge 3.6.** Nihai Zarar Çizelgesi (Verilen toplam zarardaki yüzdelik katkılar)

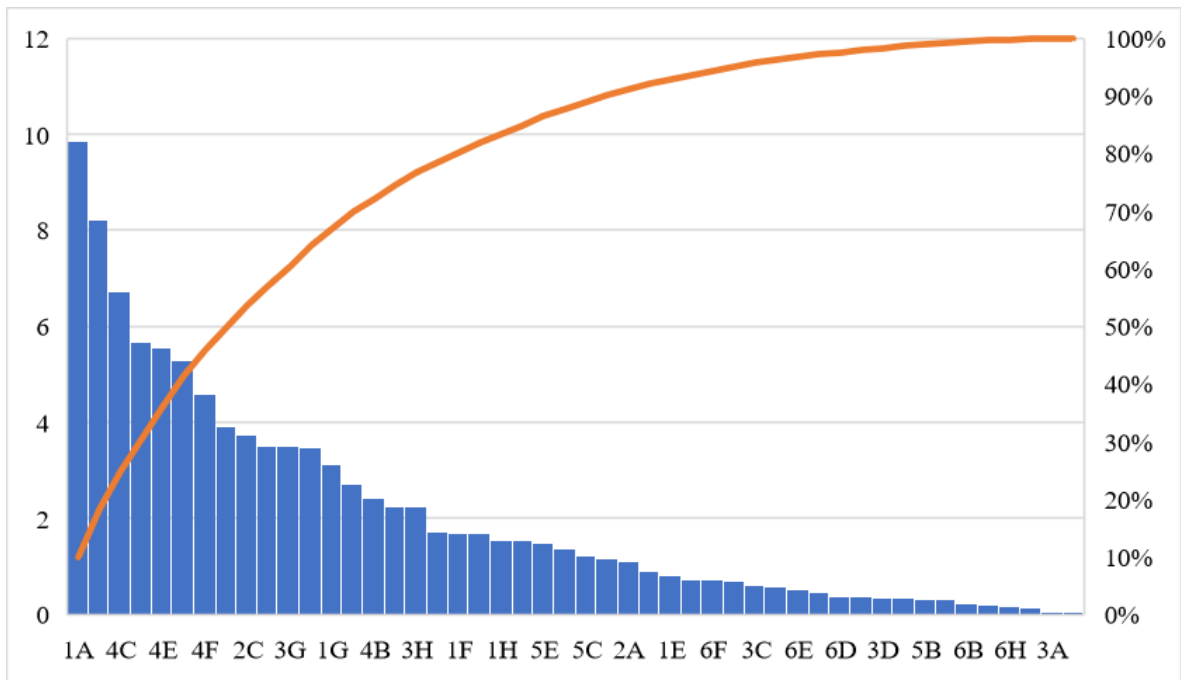
	Motor Hacmi						Motor Hacmi					
	(-,1,3]	(1,3,1,4]	(1,4,1,5]	(1,5,1,6]	(1,6,2,0]	(2,0,++)	(-,1,3]	(1,3,1,4]	(1,4,1,5]	(1,5,1,6]	(1,6,2,0]	(2,0,++)
2017	0,39712	0,41479	0,63429	1,451337	0,114212	0,029693						
2016	0,589094	0,665187	0,983023	2,002823	0,140996	0,061035	2,6046	2,8852	3,7560	8,8743	0,6117	0,2850
2015	0,622348	0,619888	0,887371	1,980167	0,147164	0,089737						
2014	0,552615	0,412978	0,630192	1,667966	0,14414	0,073841						
2013	0,743944	0,571004	0,683367	1,949932	0,201163	0,08643						
2012	0,880716	0,933446	0,872719	2,062124	0,378134	0,133853	3,1624	3,5384	3,5290	8,2945	1,3758	0,5716
2011	0,671536	0,98311	0,829471	1,65951	0,452554	0,184261						
2010	0,272734	0,648388	0,476913	0,92078	0,194727	0,093618						
2009	0,258003	0,667047	0,330229	0,702273	0,190435	0,099339						
2008	0,393659	0,699806	0,497212	0,82909	0,280084	0,175074						
2007	0,273807	0,560948	0,433441	0,709435	0,206956	0,131038	1,7096	3,5069	2,2778	4,6143	1,1578	0,7268
2006	0,386441	0,805118	0,600445	1,176606	0,255206	0,181283						
2005	0,370344	0,763753	0,412605	1,209742	0,220329	0,138687						
2004	0,379645	0,800702	0,300641	1,644847	0,227451	0,153633						
2003	0,089979	0,185827	0,102558	0,499746	0,286588	0,128674						
2002	0,067556	0,16585	0,034672	0,34538	0,140039	0,052823	0,8294	2,7505	0,7336	5,5990	1,5103	0,5240
2001	0,141742	0,658193	0,105936	1,422257	0,381476	0,095308						
2000	0,128019	0,943011	0,1798	1,635847	0,480669	0,088497						
1999	0,086747	0,701262	0,116237	1,082148	0,318531	0,068184						
1998	0,138548	1,061882	0,119038	1,359642	0,507656	0,110896						
1997	0,114961	0,859099	0,045254	1,151349	0,373741	0,097825	0,4545	3,9412	0,3383	5,7288	1,6959	0,3816
1996	0,060809	0,701744	0,030788	1,047548	0,287071	0,064351						
1995	0,048786	0,591861	0,02089	1,059023	0,195267	0,037676						
1994	0,158819	0,817476	0,141579	1,758132	0,297573	0,035771						
1993	0,240062	1,039437	0,199304	1,893384	0,286419	0,033003						
1992	0,103943	0,883761	0,094521	1,295184	0,223587	0,023668	0,7029	3,7651	0,5960	6,7797	1,2365	0,1504
1991	0,092819	0,457107	0,065162	0,883858	0,243211	0,026916						
1990	0,102277	0,544434	0,091315	0,944201	0,17895	0,030404						
1989	0,033425	0,334721	0,006982	0,544658	0,114951	0,028004						
1988	0,037287	0,423573	0,009032	0,646737	0,065117	0,041752						
1987	0,03738	0,332026	0,006174	0,547852	0,042699	0,057454	0,1832	1,5613	0,0381	2,4298	0,3109	0,2112
1986	0,04177	0,234059	0,009438	0,415593	0,039775	0,055335						
1985	0,032778	0,234114	0,006411	0,252549	0,044444	0,028267						
1984 ve Öncesi	8,952942	1,09314	0,050516	0,898723	0,302975	0,330015	8,9856	1,0971	0,0507	0,9020	0,3040	0,3312

Bu gruplar irdelenirken, grupların verdiği zararın hesabında gruptaki araç adedinin çarpan olarak sürece dahil olduğu asla göz ardı edilmemelidir.

Örnek vermek gerekirse, ultra-verimli bir araç grubuna ait araçların sayısı trajik şekilde arttırılırsa, grubun verdiği zarar az sayıda araç içeren ultra-verimsiz bir gruba göre yüksek çıkabilir. Bu durum teknik olarak bir yanılsama değildir.

Bunun yanında, envantere giriş ve çıkışlar konusunun da eş zamanlı olarak göz önünde bulundurulması gerekir. Envantere kaydı yapılan ve envanterden kaydı silinen araç adetleri (1994 yılından itibaren), Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Kaydı yapılan ve kaydı silinen araç adetleri, kendi sütunlarında bağımsız olarak yüksekten (kırmızı) düşüğe (beyaz) olacak şekilde renklendirilmiştir.



Şekil 3.19. Verilen toplam zarardaki grup yüzdelerinin Pareto grafiği

Çizelge 3.7. 8 hedef grupla ilgili veriler

No.	Grubun Toplam Zarar İçindeki Yüzdeleri (%)	Yüzdelerin Kümülatif Toplamı (%)	Grubun Üretim Yılı Aralığı	Aracın Motor Hacmi (Litre)
1	8,985618	8,985618	1985 ve Öncesi	1,3 Litreye ve Altı
2	8,214704	17,20032	2010-2014	1,501-1,6 Litre Arası
3	6,714528	23,91485	1990-1994	1,501-1,6 Litre Arası
4	5,673749	29,5886	1995-1999	1,501-1,6 Litre Arası
5	5,545143	35,13374	2000-2004	1,501-1,6 Litre Arası
6	5,273406	40,40715	2015-2019	1,501-1,6 Litre Arası
7	4,56996	44,97711	2005-2009	1,501-1,6 Litre Arası
8	3,903374	48,88048	1995-1999	1,301-1,4 Litre Arası

Çizelgede görüldüğü üzere, her yıl kaydı yapılan araç sayısı ve petrol fiyatı (referans olarak benzin fiyatı alınmıştır) düzenli artış eğilimi göstermekte fakat trafikten çekilen araç sayısı düzensiz şekilde dağılmaktadır ve bu düzensizliğin temelinde konuyla ilgili yasal düzenlemeler yatmaktadır.

Akaryakıt fiyatı ve trafikten çekilen araç sayısı arasındaki ilişki tamamen anlamsızdır.

Nitekim, mevcut literatürün de işaret ettiği üzere, kullanıcının aracını hurdaya ayırma davranışı, yakıt fiyatıyla ilişkili değil, araç fiyatı ile ilişkilidir (Bento ve diğerleri, 2013).

**Çizelge 3.8.** Envantere giriş ve çıkışlarla ilgili yıllık veriler (Kaynak: TÜİK)

	Trafiğe Kaydı Yapılan Araç Adedi	Trafikten Kaydı Silinen Araç Adedi	Trafikten Silinen Araç Değişim Yüzdesi (Önceki Yıla Göre)	Akaryakıt Fiyatı (Benzin, Litre/TL, Yıl Ortalaması)	Akaryakıt Fiyatı Değişim Yüzdesi
1994	244289	3490			
1995	200658	3787	8,510029		
1996	219230	3166	-16,3982		
1997	299108	2783	-12,0973		
1998	271843	3317	19,18793		
1999	238074	3340	0,693398		
2000	349473	4147	24,16168		
2001	117017	4573	10,27249		
2002	70191	4854	6,144763		
2003	176217	76014	1466,007	1,817802	
2004	432728	250630	229,7156	1,989179	8,615464
2005	406807	34502	-86,2339	2,540833	21,71155
2006	396542	28295	-17,9903	2,794167	9,066508
2007	353495	22331	-21,0779	2,896075	3,518843
2008	353168	28695	28,4985	3,226058	10,22868
2009	357986	60651	111,3643	3,137592	-2,81957
2010	485619	34712	-42,7676	3,701367	15,23154
2011	602248	34008	-2,02812	4,20195	11,91312
2012	565791	30027	-11,7061	4,502267	6,670344
2013	654905	29713	-1,04573	4,791117	6,028866
2014	585814	31589	6,313735	4,930417	2,825319
2015	746395	17039	-46,0603	4,503342	-9,48351
2016	746074	16735	-1,78414	4,53105	0,611521
2017	741902	22610	35,10607	5,301533	14,53322
2018	526235	162901	620,4821	6,264833	15,37631

Hurdaya ayrılması söz konusu olan bu nevi araçların eski teknolojileri, zayıf yapılan bakımları ve yaşla beraber gelen doğal yorgunlukları sebebiyle yakıt

sarfiyatları, modern motor teknolojisine sahip ve yeni model muadillerine nispeten daha yüksek olacaktır. Bu durumdan, eski araç kullanıcılarının yakıt için ayırmak zorunda olduğu bütçe konusunda yeni araç kullanıcılarına göre daha elastik davrandığını söylemek mümkün olabilir.

*Varsayım 5: Araç yaşı arttıkça, yakıt fiyatına olan tüketici hassasiyeti azalmaktadır.*

Söz konusu 5 varsayım göz önünde bulundurularak, bahsi geçen 8 farklı grubun verdiği zararı elimine edebilmek için oluşturulacak stratejiler 3.5 başlığı altında incelenecektir. Bu stratejilerin oluşturulmasında kullanılacak olan başlıklar ise enstrüman incelemesi başlığı altında irdelenecektir.

### **3.4. Politika Yapmada Kullanılacak Enstrümanların İncelemesi**

Birinci bölümün son kısmında bahsedildiği üzere, enstrümanlar temel olarak iki kaynağa dayanmaktadır. Bunlardan ilki devlet tarafından tüketim çevresinin koşullarını değiştirmek amacıyla kullanılan araçlardır. Diğerisi ise, kullanıcıların değişen çevreye karşı verdikleri tepkiler olarak görülebilir. Devlet enstrümanlarının kabiliyetlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle kullanıcı tepkileri ele alınacaktır.

#### **3.4.1. Kullanıcı cephesindeki enstrümanlar**

Devletin oluşturduğu tüketim çevrelerinin etkilerine tepki olarak, tüketicilerin davranışları oluşur. Bu davranışlar tanımlanırken, tüketici olarak işaret edilen bireyin halihazırda konvansiyonel yakıtlı araç sahibi olduğu varsayımı geçerlidir. Bu varsayıma dayanarak, tüketici için 3 farklı olası aksiyondan bahsedilebilir.

Bu aksiyonlardan ilki, kullanıcının mevcut aracını satarak, devletin regülasyonlarıyla daha iyi uyum sağlayan yeni bir alternatif yakıtlı araç modeli tercih etmesidir. Bu noktada yeni model ile kastedilen araç grubu; tam elektrikli, hibrit, şarjlı hibrit, yakıt hücreli araçlar ve gelecekte ortaya çıkacak ve/veya yaygınlaşacak diğer alternatif yakıtlı araçların tümüdür. Konvansiyonel içten yanmalı motorlu bir aracın satın alınması, çalışma kapsamında yeni araç alımı olarak görülmemektedir ve mevcut konvansiyonel aracın muhafazası olarak yorumlanmaktadır.

Tüketicinin ikinci alternatif aksiyonu, devletin oluşturduğu yeni çevreye duyarsız kalması ve mevcut pozisyonunu değiştirmemesidir. Bu durumda tüketici

halihazırda sahip olduğu konvansiyonel yakıtlı aracını muhafaza eder. Bu maddede dikkat edilmesi gereken husus ise yeni çevrenin araç sahipliği veya sahip olunan aracın cinsi konusunda tüketiciyi yönlendirememiş olmasına rağmen, tüketicinin mevcut aracı üzerinde olan kullanım alışkanlıklarını değiştirebileceğidir.

Örnek vermek gerekirse, dizel yakıt üzerine koyulacak ağır bir vergi türü, araç dağılımında hızlı bir değişikliğe neden olabilir. Fakat yakıt türüne bakılmaksızın aracın yaptığı km üzerine koyulacak bir vergi türünün araç dağılımında bir değişikliğe neden olması beklenmez. Bunun yerine, yakıt türüne bakılmaksızın tüm araçların yapacağı km üzerinde benzer oranlarda bir düşüş beklenir. Yani araç sahipliği ve aracının cinsi konusunda tepkisiz kalan tüketici, yeni tüketim çevresine kullanım miktarlarını değiştirerek adapte olmaya çalışabilir. Bu kapsamda, ileriki başlıklarda yapılacak incelemelerde vergi yüklerinin artışına rağmen mevcut konvansiyonel yakıtlı aracını muhafaza eden kullanıcıların, araç ile yaptıkları km miktarlarını düşürdükleri varsayılacaktır.

Tüketicinin son olası aksiyonu ise mevcut konvansiyonel yakıtlı aracını satarak, yerine alternatif yakıtlı araç almaması, yani araç sahibi olmaktan belirli bir süre için tümüyle vazgeçmesidir.

### **3.4.2. Devlet cephesindeki enstrümanlar**

Bu başlık altında, karar vericilerin kamu yararını sağlamak için verebileceği alternatif kararlar öncelikle teker teker incelenecek, daha sonra birbiriyle uyumlu kombinasyonlar oluşturularak, mantıksal derlemeleri sonraki başlık için hazır hale getirilecektir.

Uzak ufukta ulaşılmak istenen temel amaç, mevcut literatürün de gelişmekte olan ülkeler özelinde ısrarla vurguladığı üzere, bireysel araç sahipliğinin mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesi ve hane halkının araç sahibi olmama konusunda cesaretlendirilmesidir (Timilsina ve Dulal, 2008).

Bu amacın yanı sıra, daha önce de tekrar edildiği üzere yalnızca araç sahibi olmak dışsal bir zarar üretmemektedir. Keza araç kullanımının düşürülmesi de aynı yönde bir hedef olarak görülmektedir. Muhtelif sebeplerle araç kullanımını düşürmemekte ısrarcı tüketiciler için ise, alternatif yakıtlı araçlara yönelmek üretilen dışsal zararları en küçükleme için en etkili yöntemdir. Ulaşılmak istenen bu üç temel hedef, yol haritası çıkartırken kolaylık sağlama amacıyla listelenirse;

- A. Düşük ve orta menzilde dolaşımı olan hane halkının araç sahibi olmamak için teşvik edilmesi
- B. Orta ve yüksek menzilde dolaşımı olan hane halkının, dolaşım miktarlarını düşürmesi için teşvik edilmesi
- C. Yüksek menzilde dolaşımı olan hane halkının araçlarının alternatif yakıtlı araçlara değişimine teşvik edilmesi

Şeklinde görülür. Söz konusu bu amaçlara ulaşabilmek için uygulanacak enstrümanlar, sonraki başlıkta ele alınmaktadır ve Çizelge 3.9’da, her enstrümanın bu 3 farklı amaçla olan ilişkisi gösterilmiştir.

**Çizelge 3.9.** Enstrümanların, tanımlı 3 farklı amaçla olan ilişkisi

Enstrüman Türü	A ile İlişkisi	B ile İlişkisi	C ile İlişkisi
<i>Vergiler</i>			
Satın Alma Vergileri	Endirekt	Yok	Direkt
Dolaşım Vergileri	Direkt	Endirekt	Endirekt
Mesafe Vergileri	Endirekt	Direkt	Direkt
Yakıt Vergileri	Yok	Direkt	Direkt
Trafik Vergileri	Yok	Direkt	Direkt
<i>Teşvikler</i>			
Satın Alma Teşvikleri	Endirekt	Yok	Direkt
Dolaşım Teşvikleri	Endirekt	Direkt	Direkt
Altyapı Teşvikleri	Yok	Yok	Direkt
<i>İndirim Ücretleri (feebate)</i>			
Satın Alma İndirimi Ücretleri	Yok	Yok	Direkt
Dolaşım İndirimi Ücretleri	Yok	Direkt	Direkt
Yakıt İndirimi Ücretleri	Yok	Direkt	Direkt

### 3.4.2.1. Vergi

Vergi enstrümanı; satın alma vergisi, dolaşım vergisi, mesafe vergisi, yakıt vergisi ve trafik vergisi olmak üzere 5 farklı vergi türü başlığı altında incelenecektir.

#### **Mesafe Vergisi**

Aracın dönem içerisinde yaptığı yola bağlı olarak değişkenlik gösteren vergi türünü işaret etmektedir. Yapılan birim mesafe başına katlanarak birikimli şekilde artmaktadır. Doğası gereği, belirli bir fonksiyon üzerinde sürekli olarak artmasına karşın, bu çalışma kapsamında teorik yaklaşımlar üzerinden gidildiğinden ve hesaplama kolaylığı açısından kesikli olarak değerlendirilecektir. Bu değerler; sıfır, düşük, orta ve yüksek şeklinde dört adet olarak ele alınacaktır.

### **Yakıt Vergisi**

Yakıt fiyatlarındaki değişikliklerin, kullanıcıların araç sahipliğinden sahip oldukları aracın cinsine kadar çoğu tercihiyle direkt olarak ilişkili olduğu, önceki çalışmalarda da ele alınmıştır (Hibiki ve Arimura, 2005). Bu konuda literatürde mevcut çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, yakıt fiyatına olan hassasiyetin yeni araçlarda en yüksek seviyede olduğu ve aracın yaşı arttıkça bu hassasiyetin zayıfladığı (varsayım 5) kabul edilmiştir.

### **Trafik Vergisi**

Araçların, belirli saatler arasında veya sürekli olarak, belirli alanlara girişini kısıtlayıcı etken olarak trafik vergisi düşünülebilir.

Nümerik bir örnek vermek gerekirse, Londra şehir merkezinde hafta içi saat 07.00 ila 18.00 arasında trafiğe çıkan sürücülerden araçları 3,5 ton altında olanlara günlük 11.5£, bu tonaj değerinin üzerinde olanlara ve ağır vasıtalara günlük 100£ ücret yansıtılmaktadır (Anonymus, 2019d).

Bu türlü bir uygulama; araç kullanımının ürettiği dışsal zararların ve verimsizliğin en büyüklendiği yoğun trafik hatlarının pik noktalarının gevşetilmesi ve bireyi sahip olduğu aracı değil toplu taşıma araçlarını kullanmaya teşvik etmesi açısından stratejiktir.

### **3.4.2.2. Teşvik**

Teşvik konusu; satın alma teşviki, dolaşım teşviki, altyapı teşviki ve hurda teşviki olmak üzere 4 başlık altında incelenecektir.

#### **Satın Alma Teşviki**

Dönemlik dolaşım menzili yüksek olan bireylerin daha verimli ve/veya alternatif yakıtlı araçlara yönelmelerini sağlamak için, satın alma esnasında uygulanan tüm teşvikler bu başlık altında yer alır. Eş zamanlı olarak, ömrünü tamamlamış araçların hurdaya ayrılması konusunda tetikleyici en güçlü unsurdur. Birey, hurdaya ayırdığı aracın niteliğine göre satın alma teşvikinden faydalanabilir.

Çalışma kapsamında satın alma teşvikleri, yeni tescil edilecek olan aracın emisyon değerine göre düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 göreceli değer olarak ele alınacaktır.

Ayrıca, hurdaya ayırma işlemi de satın alma teşviği başlığı altında görülecek ve stratejiler ve senaryolar başlığı altında yeniden incelenecektir.

### **Dolaşım Teşviki**

Dolaşım teşvikleri, enstrümanın odaklandığı alana göre söz konusu üç hedefin üçü ile de direkt olarak ilişkilidir zira dolaşım ücretleri her kategorideki kullanıcı için mevcuttur.

Her sene düzenli olarak tekraren ödendiğinden, karar alımında ciddi etkisi olacağı öngörülebilir. Söz konusu bu etkiye nümerik bir örnek vermek gerekirse; 1.8 Litre motor hacmi olan, 1-3 yaş arası, 100 bin TL üzerinde satış bedeline sahip bir dizel aracın (Çizelge.11, Satır.20) 2019 yılı, yıllık MTV tutarı 4317TL olarak belirlenmiştir. Aynı aracın, standart bir kullanıcı tarafından yılda 10.000 km yaptığı ve 8L/100km yakıt tükettiği ortalama bir senaryoda, yakıt fiyatının 5,5 TL olarak alınması halinde yıllık yakıt masrafı, MTV tutarına yaklaşık olarak eşit olmaktadır. Konu hakkında iyi bilgilendirilmiş, farkındalığı yüksek ve rasyonel davrandığı varsayılan bir tüketiciden, tercih edeceği aracın yakıt tüketimine eşit oranda yıllık dolaşım vergisine de dikkat etmesi beklenir

### **Altyapı Teşvikleri**

Altyapı teşvikleri, ağırlıklı olarak alternatif yakıtlı araçların kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik, kullanıcıyı dolaylı olarak etkileyen altyapı yatırımlarını işaret etmektedir. Örnek olarak; kullanıcı istasyonlarına verilen elektrik tarifelerindeki kullanıcı lehine ayrıcalıklar, kamusal şarj istasyonlarında fiyat avantajları, köprü-otoyol-kavşak geçiş ücretlerinde indirimler ve sair çeşitli teşvikler gösterilebilir.

### **Hurda Teşviği**

Devletin yeniden düzenleyeceği tüketim çevresinde beklenen durum, verimsiz ve eski araçların piyasada ağır ekonomik yük altında kalmış olmasıdır. Bu durumun, söz konusu araçların ikinci el pazar fiyatlarında şiddetli bir düşüşe neden olması beklenir. Sert şekilde düşen araç fiyatları ise, araçların daha genç, tecrübesiz ve bilinçsiz tüketiciler tarafından sahiplenilmesini ve belki de mevcut olandan daha fazla zarar oluşturmasını beraberinde getirebilir.

Düşen pazar fiyatları konusunda hem bahsedilen türden dışsal geri tepme zararlarını hem de mevcut araç sahibinin ekonomik zararını en küçükleyecek kaçış



noktası olarak hurda teşvikleri işaret edilebilir. Dikkat edilmesi gereken mesele ise, söz konusu teşvikin mutad olduğu üzere yeni araç alımlarında geçerli bir vergi indirimi şeklinde yansımamasıdır.

Zira bu durum grubun araç sahibi olma konusunda teşvik edilmesini beraberinde getirir ve amaç ile çelişir. Bu nedenle, söz konusu hurda teşviki, Amerikan teşvik sisteminde uygulandığı üzere araç sahibinin gelir vergisi üzerine yansıtılacak bir indirim olarak görülmelidir.

### 3.4.2.3. İndirim ücreti (feebate)

Bu noktada indirim ücreti (feebate) uygulanabilecek unsurlar; araç satışında indirim ücreti (Feebate) , araç dolaşımında indirim ücreti (Feebate) , yakıt tüketiminde indirim ücreti (feebate) olacak şekilde 3 başlık altında sıralanır.

#### Araç satışında indirim ücreti (feebate)

Çeşitli dünya devletlerinde ve çoğunlukla Avrupa'da uygulanan bu sistem, yüksek emisyonlu araçların fiyatında şişmeye, düşük emisyonlu araçların fiyatında ise düşmeye neden olur. Fransa örneğinde; 20 g/km'den düşük CO2 emisyonuna sahip araçların değerinin %27'si, 20 ilâ 60 g/km arasında CO2 emisyonuna sahip araçların ise 1.000 Euro'luk kısmı bu kapsamda sübvansede edilmiştir (Anonymus, 2017b).

İndirim ücretinin hangi kriterlere göre ne oranlarda verileceği ise temelde araçların verim standartları (Euro 1-6 gibi), yakıt cinsleri ve motor hacimleri olmak üzere 3 boyutlu bir zarar matrisi ile ilişkilidir ve bu çalışmanın sınırlarının çok ötesine taşmaktadır.

Bu çalışma kapsamında genelleyici bir yaklaşımla konuya değinilerek, rasyonel birtakım değerler varsayımsal olarak atanacaktır. Bu değerler ve süreç aşağıda belirtilmiştir;

- Araç satışı indirim ücretinin referansı, söz konusu araç benzinli ise CO<sub>2</sub>, dizel ise NO<sub>x</sub> salınımıdır.
- Euro-6 standartları üzerindeki her birimlik artış için aracın baz fiyatı üzerinden %1 oranında indirim ücreti (feebate) alınır ve fona aktarılır.
- Dönem içerisinde satılan, Euro-6 standartlarından daha düşük emisyonlu araçların (hibrit ve tam elektrikli dahil), Euro-6 standartlarına göre oluşturdukları

eksik emisyonlar (bundan sonra kurtarılmış emisyon olarak anılacaktır) tespit edilir ve toplanır.

- Fondaki toplam birikim, kurtarılmış emisyon miktarına bölünür ve araç sahiplerine kurtardıkları emisyon oranınca dağıtılır.

### **Araç Dolaşımında İndirim Ücreti (Feebate)**

Trafikteki araçların yıllık dolaşım vergilerinin üzerine, yaptıkları kilometre bazında dolaşım indirim ücreti uygulanması da alternatif olarak kullanılabilen bir enstrümandır.

Vergilendirme döneminde, çok fazla yol yaparak çok fazla dışsal zarar üreten sürücülerden alınacak ek ücretlerle, trafikte çok az yol yaparak çok az dışsal zarar üreten araçların dolaşım vergilerini sübvansetmek mümkün olabilir. Sistem işleyişine nümerik bir örnek olarak;

- Hane halkının fosil yakıtlı araçları için belirlenen sınır değer kendi döneminde aşıldığında (örneğin 6 ay için 3000 km); 1500 km'ye kadar yapılan km başına 0,1 TL indirim ücreti (feebate) tahakkuk eder. Aşım döneminde yapılacak her 1500 km'lik mesafe için, km başına indirim ücreti (feebate) birikimli olarak 0,1 TL daha artırılır.

- Fon bünyesinde toplanan indirim ücreti, sınır değer altında kalan kullanıcılara oranlanarak, dolaşım vergisi indirimi halinde yansıtılır. İndirim miktarı, en düşük dolaşım vergisi tutarı kadardır. Dönem sonunda fonda indirim ücreti (feebate) kalması durumunda, bir sonraki döneme aktarılır.

- Tam elektrikli araçlar, dolaşım indirim ücretinin ücret kısmından muaf, indirim kısmından değildir.

### **Yakıt tüketiminde indirim ücreti (feebate)**

Araç dolaşımının ölçümünde yaşanabilecek teknik zorluklara ve potansiyel olumsuz yan etkilerine karşı, alternatif bir yöntem olarak yakıt tüketiminde indirim ücreti (feebate) faktörü devreye sokulabilir. Sistem işleyişine nümerik bir örnek olarak;

- Araç başına tanımlı fosil yakıt sınırını (örneğin 6 ay için 60 litre) aşan her litre yakıt alımı için, yakıtın fiyatı üzerine %0,2'lik indirim ücreti (feebate) uygulanır.

### 3.5. Politika Yapımında Kullanılacak Stratejiler ve Senaryolar

Metodik olarak kullanılacak olan stratejiler ve takip edilecek senaryoların tümü bu başlık altında incelenecektir.

#### 3.5.1. Stratejiler

Çalışmanın bu noktasında, 3.3 numaralı başlıkta verilen 8 grubun eliminasyonuna yönelik senaryolar ele alınacaktır.

Söz konusu 8 grup, kimi benzerliklerinin yanında nitelik olarak temel değişkenlikler de gösterebilmektedirler.

Temel olarak hane halkı, 3 farklı tüketim eğilimi ile sınırlandırılmıştır ve bu söz konusu eğilimlere göre gruplandırılmıştır.

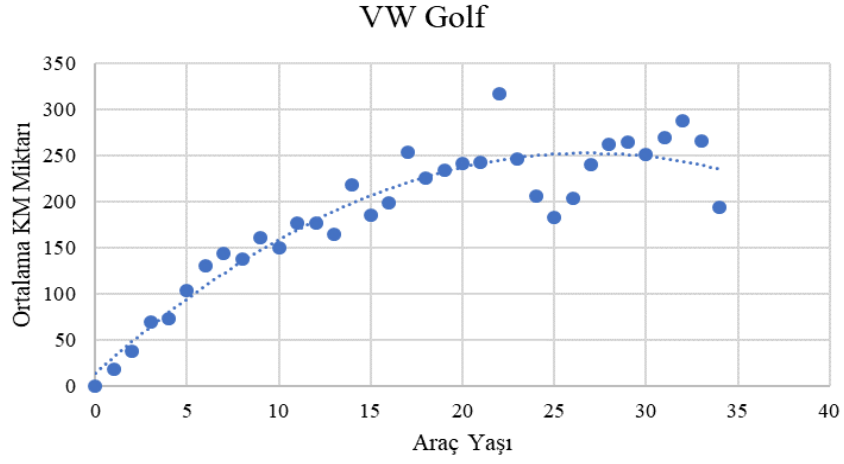
Bu tüketim eğilimi, belirli zaman diliminde düşük, orta ve yüksek yol yapma talebine göre sıralanmaktadır.

Göreceli kavramlar olan düşük, orta ve yüksek değişkenlerinin tanımları, bu çalışma kapsamında nümerik olarak yapılmamakta, yalnızca kavramsal olarak ele alınmaktadır.

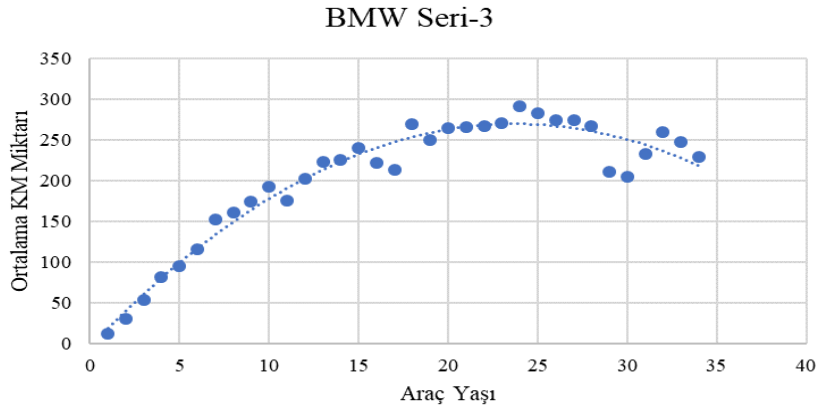
Nitekim, söz konusu grupları ilgilendiren enstrümanların uygulanmasında ve diğer ilişkili değişkenlerde de nümerik değerlerle işlem yapmak yerine, analizler kavramsal olarak gerçekleştirilecektir.

D, O ve Y olarak refere edilen bu üç grubun temel ayrımı, aracın yaşı ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkinin altında yatan temel varsayım ise, yaşı düşük olan araçların birim zamanda görece fazla miktarda yol yaptığı; aracın yaşı arttıkça yapılan yol miktarının düşüş trendine girdiği düşüncesidir.

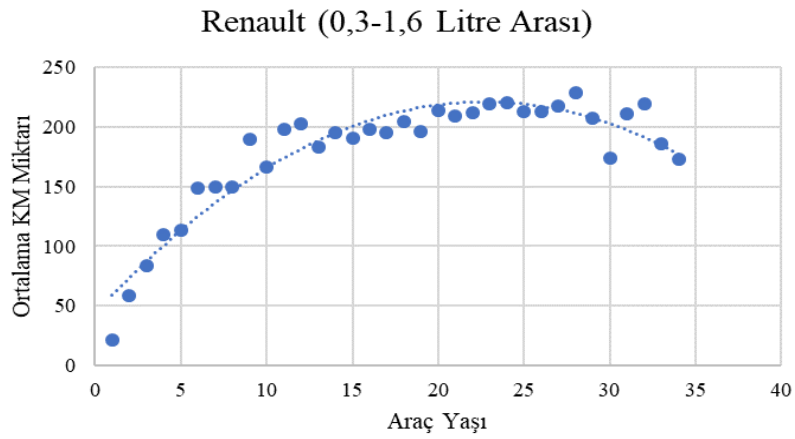
Varsayımın doğruluğunu sınamak amacıyla, piyasada hâkim durumda olan bir ikinci el araç satışı sitesinden, 1985 yılından 2019 yılına kadar üretimi devam eden 3 farklı model (Volkswagen Golf, BMW 3, Renault) araçtan her üretim yılı için 50'şer (bir model için toplam 1700 adet) örnek seçilerek kilometre bilgilerinin ortalaması alınmıştır (sıralamanın rassal olması açısından ilanlar yayın tarihlerine göre sıralanmıştır).



**Şekil 3.20** Birinci model aracın km ve yaş ilişkisini gösterir şekil



**Şekil 3.21.** İkinci model aracın km ve yaş ilişkisini gösterir şekil



**Şekil 3.22.** Üçüncü model aracın km ve yaş ilişkisini gösterir şekil

Çıkan sonuçlarda, araç yaşı arttıkça aracın yaptığı km miktarının üstel şekilde azalarak seyrettiği görülmüştür. Şekil 3.20’de birinci model aracın, Şekil 3.21’de ikinci model aracın, Şekil 3.22’de ise üçüncü model aracın KM/Yaş Şekilleri sunulmuştur. Veri setinde çeşitlilik olması amacıyla, üçüncü araç spesifik bir model seçilmemiş, belirli bir markanın belirli bir motor aralığındaki tüm araçlarından rassal alınmıştır. Böylece belirli tiplere (örneğin sedan, hatchback) özgün davranışlardan arınılmaya çalışılmıştır.

Üç farklı model için oluşturulan eğim çizgilerinin denklemleri, doğrulukları ve korelasyonları Çizelge 3.10’da sunulmuştur. Birbirinden tam bağımsız olan bu İki modelin birbiri ile olan korelasyonları hesaplanmış ve birbirleri ile sıkı şekilde ilişkili oldukları görülmüştür.

Bu sonuçlara dayanarak, 1985-2019 arası 34 yıllık dönem 3 periyoda ayrılmıştır. Ortalamada görülen en yüksek km değeri %100 olarak kabul edildiğinde, 9 yaşına kadar bir araç %60 oranında menzilini doldurmuş olacağı varsayımıyla Y grubu (yüksek menzilli yol yapma talebi), 10 yaşından 19 yaşına kadar pik noktaya ulaşacağı varsayımıyla O grubu (orta menzilli yol yapma talebi) ve son olarak 20 yaş üstü araçların D Grubu (düşük menzilli yol yapma talebi) olacağı kabul edilmiştir. Grupların ayrımı görsel olarak Çizelge.16’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.10.** Araç veri setlerinin eğimleri, R<sup>2</sup> değerleri ve kolerasyonları

Model	Eğim Denklemi	R <sup>2</sup> Değeri	Korelasyon
VW Golf	$y = -0,3337*x^2 + 17,864*x + 13,665$	R <sup>2</sup> = 0,9502	0,9854 0,992732
BMW 3	$y = -0,487*x^2 + 23,114*x - 4,4242$	R <sup>2</sup> = 0,8831	
Renault	$y = -0,3447*x^2 + 15,654*x + 43,463$	R <sup>2</sup> = 0,9013	

Söz konusu üç davranış türü için kavramsal olarak 3 saf strateji oluşturulmuştur. Bu stratejiler, Çizelge 3.12’de toplu şekilde gösterilmektedir.

3.3 numaralı başlıkta Çizelge 3.7’de verilen 8 hedef grup, bahsedilen 3 tüketici profiline ayrılarak saf stratejileri belirlenecektir. Bir sonraki aşamada ise, devlet perspektifinden bakılarak topluluğun ortak çıkarlarını sağlamak üzere uygulanacak stratejiler belirlenerek, bu stratejilerin topluluk üstündeki strateji tercihlerine olan etkisi incelenecektir.

Hedef olarak belirlenen 8 farklı grubun kategorilere göre (D, O ve Y) araç verileri Çizelge 3.13’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.11.** Araç gruplarının ayrımını gösterir çizelge

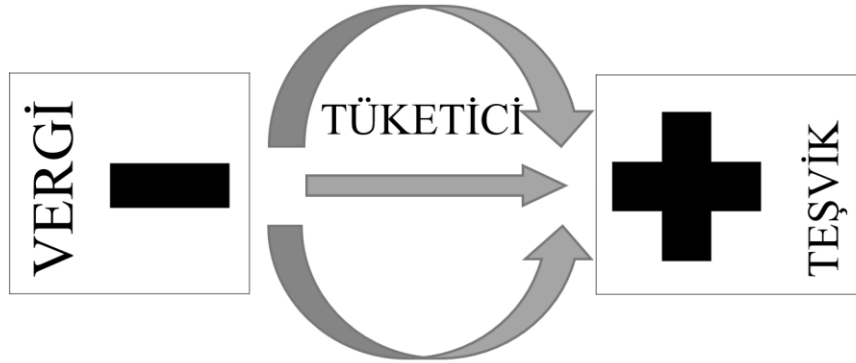
Aracın;	Grubu	Y - Yüksek									
	Üretim Yılı	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
	Yaşı	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Yaşa Göre KM Yüzdesi	0	7	15	22	30	37	43	49	55	61
Aracın;	Grubu	O - Orta									
	Üretim Yılı	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
	Yaşı	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Yaşa Göre KM Yüzdesi	66	71	75	79	83	86	89	92	94	96
Aracın;	Grubu	D - Düşük									
	Üretim Yılı	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990 -
	Yaşı	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29 +
	Yaşa Göre KM Yüzdesi	97	99	99	100	100	100	99	98	97	95

Çizelge 3.12. Araç gruplarını, bu grupların tanımlarını ve saf stratejilerini gösterir tablo

Grup Adı	Grup Tanımı	Grubun Saf Stratejisi
D	Düşük Menzilli Yol Yapma Talebi	Mevcut aracını sat ve araç sahibi olma
O	Orta Menzilli Yol Yapma Talebi	Birim zamandaki menzil talebini düşür
Y	Yüksek Menzilli Yol Yapma Talebi	Mevcut aracını, yeni ve daha verimli olanla değiştir

Çizelge 3.13. D, O ve Y gruplarının İstatistikleri

Araç Grubu	D Grubu	O Grubu	Y Grubu
Toplam Zarara Yüzdeler Katkısı	%25,3	%10,1	%13,6
Adedi	2.552.400	1.172.300	1.932.900
3 Grup İçindeki Yüzdesi	%45,1	%20,72	%34,16



Şekil 3.23. Vergi ve teşvik enstrümanlarının tüketici üzerinde etkisi

Oluşturulacak stratejilerde ve senaryolarda, referans alınan ve Şekil 3.23'te illüstre edilen basit yaklaşım şudur;

Vergi enstrümanı, mıknatısın demir tozunu iten kısmı gibi görülebilir. Devlet oluşturacağı yeni ekonomik çevrede, yoğunluğu dağıtmak ve akışı başlatmak istediği noktalara bu enstrümanını yerleştirecektir.

Teşvik enstrümanı, mıknatısın demir tozunu çeken kısmı gibi görülebilir. Devlet oluşturacağı yeni ekonomik çevrede, yoğunluğu toplamak ve akışı durdurmak istediği noktalara bu enstrümanı yerleştirecektir.

Çalışmanın doğasında, tüketicinin her zaman rasyonel davranacağı ve akışın her zaman vergiden teşvike olacağı varsayımı bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak, birden fazla çeşitte vergi ve teşvikin aynı anda kullanımıyla, tüketici akışları şekillenebilir, yön değiştirebilir, dallanabilir, toplanabilir. Kritik soru, hangi tür ve şiddetteki teşvik ve verginin, hangi noktalara yerleştirileceği olacaktır.

### **D grubu stratejileri**

Çizelge.18'de görüldüğü üzere, tüm ulusal araç envanterimizin verdiği zararın %25,3'lük kısmını, tek başına D grubu, üç grup içerisinde en yüksek paya (dolayısıyla öneme) sahip olan gruptur. Yaklaşık olarak 2,5 milyon aracı temsil eden bu grubun devlet penceresinden bakıldığında temel motivasyonu, bu araçların trafikten çekilmesi ve yerine yeni araç sokulmamasıdır. Bu durumda, tüketicinin bu çeşit bir eğilime ikna edilmesi gerekir. Tüketicinin bu konuda ikna olma eğilimi, diğer iki gruba nazaran oldukça yüksektir. Eski, verimsiz ve sağlıksız araçlarından vazgeçmek üzere tüketicilere yeni alternatifler sunabilecek stratejiler şu şekilde sıralanabilir;

Hurda teşvikleri: Tüketicinin yeni araç alma eğiliminin törpülenmesi amacıyla, söz konusu teşvik gelir vergisi üzerine veya belirli bir hacmin altındaki iki tekerli taşıtlara mahsus olacak şekilde uygulanabilir. Alternatif hurda teşvikleri (kişiyeye özel uzun süreli ve sınırsız toplu taşıma kullanım hakkı gibi) geliştirilebilir. Teşvikin kendi art niyetli pazarını oluşturmaması ve ani fiyat kırılımlarının önlenmesi konusunda önlem olarak gelir vergisi desteği uzun vadeye yayılabilir, belirli süreli sahipliklerle sınırlı tutulabilir, süre ve adet sınırları getirilebilir. Bu grup için yüksek işlevli birincil enstrümandır.

Dolaşım vergileri: Tüketicinin, hurda teşvikleri ile tam anlamıyla tatmin olmadığı ve çeşitli soru işaretlerine sahip olduğu durumlarda, güçlü bir ikna edici

unsurudur. D grubu mensuplarına uygulanacak yüksek dolaşım vergilerinin, fiyat hassasiyeti yüksek olan grup mensuplarını araçlarını satma kararı almaya kaydırması beklenir. Tüketicinin, daha yeni bir araç alarak düşük dilime girme eğilimini engellemek adına, diğer gruplar için de oransal yükselişlere beraberinde ihtiyaç duyar. Bu grup için yüksek işlevli birincil enstrümandır.

### **Y grubu stratejileri**

Çizelge.18'de görüldüğü üzere, tüm ulusal araç envanterimizin verdiği zararın %13,6'lık kısmından sorumludur ve üç grup içerisinde 1,9 milyon araçla en yüksek ikinci paya sahiptir. Grubun araçları yeni, görece olarak verimli ve güvenlidir. Araçların toplam zarara katkılarının düşürülmesi için temel strateji, mevcut araçların yüksek yol talebi olan müşteri kitlesinden; sırasıyla orta ve düşük yol talebi olan müşteri kitlesine doğru el değiştirmesi ve böylece diğer iki grubun verdiği zarar toplamını daralmasına fırsat tanınması; yüksek yol talebi olan bu grubunsa araçlarını alternatif yakıtlı muadilleriyle yenilemesi ve/veya mevcut kullanım miktarlarını azami ölçüde düşürmesidir. Grubun üzerinde bu iki konuda tahrik etkisi oluşturabilecek enstrümanlar şu şekilde sıralanır;

**Yakıt fiyatları:** Grup mensuplarının, yüksek miktarda yol yaptıklarından dolayı yakıt fiyatlarına olan hassasiyetleri diğer iki gruba nazaran çok daha yüksek olacaktır. Yakıt vergileri, kullanıcıları yaptıkları mesafeleri daraltmaya veya vergisiz/düşük vergili alternatif yakıtlı araçları tercih etmeye kaydırabilir. Fakat bu çeşit vergilerin enflasyonist etkileri gözden kaçırılmamalıdır. Bu türlü geri tepme etkilerini enküçükmek adına; yakıt üzerine koyulacak iyi hesaplanmış oranlarda indirim ücretleri (feebate), bireyleri kullanımlarını gözden geçirerek yeniden yapılandırmaları konusunda kamçılayabilir ve hatta indirim ücretlerinin kişisel/kurumsal seviyede ticaretine müsaade edilerek mikro ölçekli ve dolaylı bir karbon ticaretinin önünü açabilir. Yakıt fiyatlarıyla ilgili enstrümanlar, bu grup için yüksek işlevli birinci derece enstrümanlar olarak görülür. Kitleyi belirli bir noktadan dışarı doğru sürükleyecek büyük dalgayı oluşturacak etkendir. Bu enstrümanla başlatılan ana akım, diğer enstrümanlarla yan dallara ayrılarak tüketiciler istenilen oranlarda istenilen sonuçlara sevk edilmeye çalışılır.

**Mesafe vergileri:** Yakıt fiyatlarına paralel şekilde, bu çeşit bir vergi türüne en hassas tepkiyi verecek olan gruptur. Yakıt fiyatları ile aynı gerekçelere dayanarak



grubun bireylerini mevcut araçlarından uzaklaştıracak ve üzerinden mesafe vergisi alınmayan alternatif yakıtlı araçlara kaydıracaktır. Yalnızca bu grubun etkilenmesi ve geri tepme etkisi yaşanmaması için oranlama, güçlü hesaplara dayanarak yapılmalıdır.

Satın alma teşvikleri: Söz konusu teşvik Y başlığında ele alındığından, olası geri tepme etkilerinden arınmak amacıyla Y grubu mensuplarının dışında faydalanan sayısını enküçükleme amacı gözetilir. Zira yüksek satın alma teşvikleri, yersiz şekilde orta ve düşük grubun da yeni araç ithalatına kaymasıyla sonuçlanabilir ve bu durum egzoz emisyonlarını daraltsa dahi ithalat zararlarını ve küresel araç yaşam döngüsü emisyonlarını son derece olumsuz etkiler. Kaş yaparken göz çıkartmak anlamına gelecek bu şekilde bir geri tepme etkisinden kaçınmak için, teşviklerin içermesi gereken ön şartlar çeşitlilik gösterir. Örneğin, söz konusu satın alma teşviki direkt olarak araç fiyatına değil, ilişkili tamamlayıcı ürünlerine ve süreli olarak getirilebilir. Elektrikli bir araç için satın alma teşviki olarak, bireyin elektrik faturası üzerine; belirli bir kW üzerinde ve belirli bir süreyle uygulanmak üzere vergi indirimi örnek olarak verilebilir. Hibrit bir araç alımında, yalnızca belirli bir km üzerinde yol yapan bireyler için avantaj sağlayacak, aksi halde ekonomik sayılmayacak yakıt indirimleri; sık yapılan servis bakımlarında, lastik, otoyol ücretleri ve sair ilişkili ürünlerde düşük tutarlarda vergi indirimleriyle yalnızca belirli bir km üzerinde yol yapan tüketicilere cazip gelecek yöntemler, satın alma teşviklerine çeşitli örnekler olarak görülebilir. Grup üzerinde orta işlevli, birinci derece bir enstrüman olarak görülebilir.

### **O grubu stratejileri**

Çizelge.18'de görüldüğü üzere toplam zarar üzerinde %10,1'lik bir katkıya ve yaklaşık 1,2 milyonluk bir araç popülasyonuna sahiptir. Devletin, bu grup için oluşturacağı senaryolardaki en temel stratejisi, mevcut araçlarını uzun yıllar sağlam şekilde muhafaza ederek ithalat, güvenlik gibi dışsal zarar üretmemeleri ve kullanım miktarlarını düşürmeleridir.

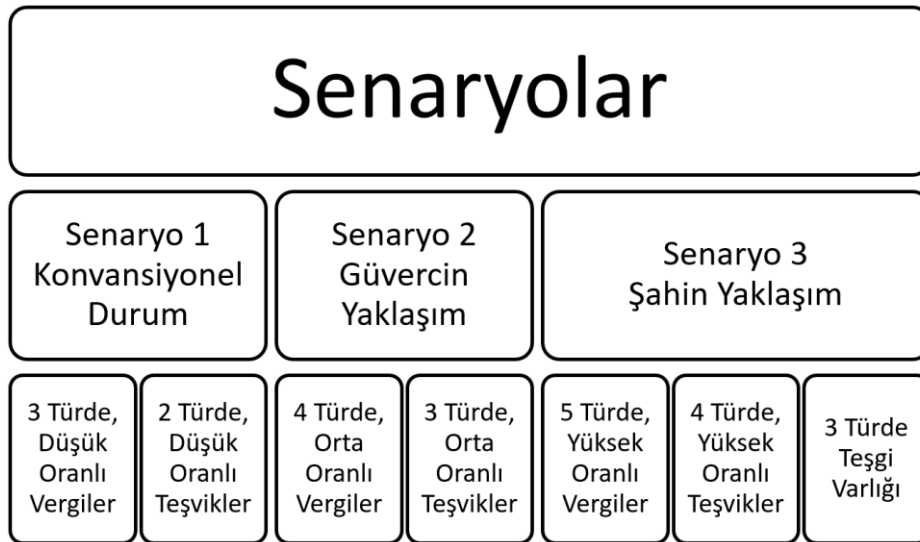
Önceki iki grupta vergi enstrümanı, bireyleri mevcut durumlarından rahatsız hissederek bir akışı başlatmak için tahrik unsuru olarak kullanılmıştır fakat bu grubun bireyler için bir akışa ihtiyaç duyulmaz. Bu nedenle vergiler, yalnızca kullanım miktarının azaltılmasında ikinci derecede kullanılabilir. Grubun üzerinde görece olarak ağırlık teşvikler ve indirim ücretlerindedir (feebate).

### 3.5.2. Senaryolar

Üst başlıkta teker teker ele alınan stratejilerde, 3 temel orjin oluşturulmuştur. Birincil olarak en yüksek paya sahip olan D grubu araçların trafikten çekilmesi hedeflenecektir. Hemen ardından Y grubu araçların kullanım miktarının azaltılması veya alternatif yakıtlı araçlarla değiştirilmesi hedeflenecektir. Son olarak ise O grubu araçların kullanım miktarının azaltılması veya trafikten çekilmesi hedeflenecektir.

Bu amaçla, 3 farklı senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryolarda farklı enstrümanlar, farklı oranlarla kullanılmıştır. Bu oranlar 0-5 skalasında değişkenlik göstermektedir. Kullanıcıya negatif yansıyacak değerler (vergi gibi) negatif olarak gösterilmiştir. Vergi ve teşvikin eş zamanlı olarak artırılması ilk etapta kulağa anlaşılmasa da, bilinmelidir ki teşviğe konu olmayan fakat vergiye konu olan mal skalasının bir kutbunda; vergiye konu olmayan fakat teşviğe konu olan mal ise skalanın diğer ucunda kabul edildiğinde malın nev'ine göre farklı oranlarda değişecek vergi-teşvik kombinasyonlarının değer alabileceği mümkün aralık genişlemektedir.

Bu senaryoların içerikleri ve oranları Şekil 3.24'te sunulmuştur. Söz konusu senaryolar, teker teker ve detaylı şekilde ayrıca ele alınacaktır.



Şekil 3.24. 3 farklı senaryo yaklaşımı, enstrüman adetleri ve oranları

Bu önceden tanımlanmış enstrümanlara ek olarak, tablolarda iki maddeye daha yer verilmiştir. Bunlardan ilki tüketici davranışında en etkili unsurlardan biri olan tüketicinin tüketim dolayısıyla sağladığı faydadır. Kullanıcı, aracı belirli bir fayda sağlama amacıyla satın alır ve bu faydalar yalnızca ulaşım ve yaşam kolaylığı değil,

aynı zamanda prestij, statü, özgürlük benzeri amaçlar da taşıyabilir (Jacobsen ve Van Benthem, 2015). İşte tüketiciyi araç almaya iten bu tatminlerin tümü, fayda olarak nitelenmiştir. Tüketimin maliyetinden bağımsız olarak kullanıcının araç sahibi olmakla sahip olduğu faydanın değeri pozitif; araç sahibi olmaması durumunda mahrum kalacağı faydanın değeri negatif olarak 0-10 skalasında değerlendirilmiştir. İkinci unsur olarak tüketimden kaynaklanan alternatif maliyete yer verilmiştir. Bu maddede kastedilen, aracı satın almak için tüketicinin harcadığı tutarın dönemlik alternatif maliyetidir. Bu maliyet unsuru da 0-5 arasında değerlendirilmiş ve tüketiciye olan yansımalarına göre pozitif veya negatif tanımlanmıştır.

### 3.5.2.1. Senaryo 1

Senaryolardan ilkinde, hazırda kullanılmakta olan enstrümanları mutlak oranlarda kullanarak mevcut durumu canlandırmak için bir referans noktası oluşturulmak istenmiştir. Senaryo adı “konvansiyonel” olarak anılacaktır. Senaryoda kullanılan enstrümanlar ve oranları; D, O ve Y grupları için ayrı ayrı olmak üzere Çizelge 3.14’de sunulmuştur. Söz konusu bu grupların strateji üzerindeki kazanç matrisleri ise, Çizelge 3.15’de derlenerek sunulmuştur.

**Çizelge 3.14.** 1 numaralı ‘konvansiyonel’ senaryo enstrümanları ve oranları

Kullanıcı Tercihi	Aracı Sat			Mevcut Aracı Kuru ve Kullanımı Azalt			Mevcut Aracı Alternatif Yakıtlı Yenile		
	D	O	Y	D	O	Y	D	O	Y
Araç Grubu									
1	Satın Alma Vergileri	0	0	0	0	0	-3	-3	-3
2	Dolaşım Vergileri	0	0	0	-1	-3	-5	-3	-3
3	Mesafe Vergileri								
4	Yakıt Vergileri	0	0	0	-3	-3	-3	-1	-1
5	Trafik Vergileri								
6	Satın Alma Teşvikleri	3	0	0	0	0	0	3	2
7	Dolaşım Teşvikleri	0	0	0	0	0	0	1	1
8	Altyapı Teşvikleri								
9	Satın Alma İndirimi Ücretleri (Feebate)								
10	Dolaşım İndirimi Ücretleri (Feebate)								
11	Yakıt İndirimi Ücretleri (Feebate)								
	Fayda	-3	-6	-10	3	6	8	5	8
	Alternatif Maliyet	3	4	3	1	3	0	-3	-3
	<b>Toplam</b>	<b>3</b>	<b>-2</b>	<b>-7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>

Çizelge 3.15. 1 numaralı 'konvansiyonel' senaryo getiri matrisi

	Aracı Sat	Mevcut Aracı Korumu ve Kullanımı Azalt	Mevcut Aracı Alternatif Yakıtlı Yenile
D	3	0	-1
O	-2	3	1
Y	-7	0	5

Bu kazanç matrisi, 3 farklı tüketici grubunun 3 farklı stratejiye karşı kazanç ve kayıplarını göstermektedir ve oyun teorisi kısmında kullanılacaktır.

### 3.5.2.2. Senaryo 2

Bu senaryo kapsamında, vergi ve teşvik unsurları görece olarak yükseltilmiştir. Daha yüksek oranlarda vergiler ve teşvikler sunulmuş, bunun yanı sıra 1 numaralı konvansiyonel senaryoya göre mesafe vergileri, trafik vergileri ve altyapı teşvikleri de listeye eklenmiştir. Bu senaryo, dengeli oranları ve kalabalık olmayan enstrüman listesiyle "güvercin" olarak adlandırılabilir. Listenin puantaj cetveli Çizelge 3.16'da, senaryonun kazanç matrisi ise Çizelge 3.17'de sunulmuştur.

Çizelge 3.16. 2 numaralı 'güvercin' senaryo enstrümanları ve oranları

	Kullanıcı Tercih	Aracı Sat			Mevcut Aracı Korumu ve Kullanımı Azalt			Mevcut Aracı Alternatif Yakıtlı Yenile		
		D	O	Y	D	O	Y	D	O	Y
1	Satın Alma Vergileri	0	0	0	0	0	0	-4	-4	-4
2	Dolaşım Vergileri	0	0	0	-4	-2	-2	-3	-3	-3
3	Mesafe Vergileri	0	0	0	-4	-2	-3	-1	-1	-1
4	Yakıt Vergileri	0	0	0	-4	-4	-4	-2	-2	-2
5	Trafik Vergileri									
6	Satın Alma Teşvikleri	5	0	0	0	0	0	5	3	3
7	Dolaşım Teşvikleri	0	0	0	0	5	2	1	1	1
8	Altyapı Teşvikleri	0	0	0	0	0	0	1	1	1
9	Satın Alma İndirimi Ücretleri (Feebate)									
10	Dolaşım İndirimi Ücretleri (Feebate)									
11	Yakıt İndirimi Ücretleri (Feebate)									
	Fayda	-3	-6	-10	3	6	8	5	8	10
	Alternatif Maliyet	3	4	5	0	0	0	-5	-5	-5
	<b>Toplam</b>	<b>5</b>	<b>-2</b>	<b>-5</b>	<b>-9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>0</b>

Çizelge 3.17. 2 numaralı 'güvercin' senaryo getiri matrisi

	Aracı Sat	Mevcut Aracı Koru ve Kullanımı Azalt	Mevcut Aracı Alternatif Yakıtlı Yenile
D	5	-9	-3
O	-2	3	-2
Y	-5	1	0

Bu kazanç matrisi, 3 farklı tüketici grubunun 3 farklı stratejiye karşı kazanç ve kayıplarını göstermektedir ve oyun teorisi kısmında kullanılacaktır.

### 3.5.2.3. Senaryo 3

Üçüncü ve son senaryoda, tüm enstrümanlar kullanılmıştır ve bu kullanımın oranları hedefimizle çelişmeyecek şekilde mümkün olan en yüksek seviyelerde tutulmuştur. Tüm enstrümanlar agresif şekilde kullanıldığından, senaryo "şahin" olarak anılabilir. Senaryo içerisinde kullanılan enstrümanların oranları Çizelge 3.18'de, senaryonun kazanç matrisi ise Çizelge 3.19'da sunulmuştur.

Çizelge 3.18. 3 numaralı 'şahin' senaryo enstrümanları ve oranları

	Kullanıcı Tercihi	Aracı Sat			Mevcut Aracı Koru ve Kullanımı Azalt			Mevcut Aracı Alternatif Yakıtlı Yenile		
		D	O	Y	D	O	Y	D	O	Y
1	Satın Alma Vergileri	0	0	0	0	0	0	-5	-5	-5
2	Dolaşım Vergileri	0	0	0	-5	0	-3	-2	-5	-2
3	Mesafe Vergileri	0	0	0	-5	0	-4	-2	-2	-2
4	Yakıt Vergileri	0	0	0	-5	-1	-5	-2	-2	-2
5	Trafik Vergileri	0	0	0	-5	-1	-3	-3	-3	-3
6	Satın Alma Teşvikleri	5	0	0	0	0	0	5	4	4
7	Dolaşım Teşvikleri	0	0	0	0	0	0	5	5	5
8	Altyapı Teşvikleri	0	0	0	0	5	0	5	0	5
9	Satın Alma İndirimi Ücretleri (Feebate)	0	0	0	0	5	0	1	1	1
10	Dolaşım İndirimi Ücretleri (Feebate)	0	0	0	-5	-3	-1	5	1	1
11	Yakıt İndirimi Ücretleri (Feebate)	0	-3	0	-1	-3	-5	1	0	5
	Fayda	-3	-10	-10	3	8	8	5	5	10
	Alternatif Maliyet	2	0	4	0	0	0	-5	-5	-4
	<b>Toplam</b>	<b>4</b>	<b>-10</b>	<b>-6</b>	<b>-23</b>	<b>-17</b>	<b>-13</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>13</b>

Çizelge 3.19. 3 numaralı 'şahin' senaryo getiri matrisi

	Aracı Sat	Mevcut Aracı Korumayı ve Kullanımını Azalt	Mevcut Aracı Alternatif Yakıtlı Yla Yenile
D	4	-23	8
O	-13	10	-6
Y	-6	-13	13

Bu kazanç matrisi, 3 farklı tüketici grubunun 3 farklı stratejiye karşı kazanç ve kayıplarını göstermektedir ve oyun teorisi kısmında kullanılacaktır. Üç senaryonun da oluşturulmasından sonra elde edilen kazanç matrisleri, oyun teorisi için bir girdi olacaktır. Bu aşamadan sonra uygulamaya geçilebilir.

### 3.6. Oyun Teorisi Uygulaması

Oluşturulan kazanç matrislerinin mekanik yorumlaması, 2.3.1 numaralı başlıkta bahsedildiği üzere, evrimsel oyun teorisi disiplini takip edilerek yapılacaktır. 3.5 numaralı başlıkta stratejiler ve senaryolar oluşturulduktan sonra kavramsal tanımlamalar ve uygulama daha rahat anlaşılacağından, evrimsel oyun teorisi ile olan ilişki kısaca tekrar ele alınacaktır.

Önceki başlıkta, 3 adet popülasyon (araç kullanımı düşük miktarda olan bireyler -D grubu-, araç kullanımı orta miktarda olan bireyler -O grubu-, araç kullanımı yüksek miktarda olan bireyler -Y grubu-) ve 3 olası strateji (st.1: aracını sat (veya hurdaya ayır) ve artık araç sahibi olma, st.2: mevcut aracını muhafaza et ve kullanım miktarını düşür, st.3: mevcut aracını alternatif yakıtlı sıfır km araç ile değiştir) tanımlanmıştır. 3 popülasyonun 3 ayrı stratejiye olan getirileri, matris halinde tanımlanmıştır. Bu noktadan sonra replikatör dinamiklerine dayalı bir bilgisayar analizi gerçekleştirilecektir.

#### 3.6.1. Replikator dinamikleri hakkında kısa notasyon

Geleneksel oyun teorisinde, net şekilde tanımlanmış oyuncular vardır ve bu oyuncular genellikle tekil, özel/tüzel kişilerdir. Bu çalışmada ise oyun, yaklaşık 5,7 milyon adetlik bir araç envanteri üzerinde karar verici popülasyonun içerisinde gelişecektir. Oyun içerisinde; sonuçlarını ve şahsi çıkarlarını gözeterek, özgür iradesiyle

3 belirli aksiyon arasında karar alma davranışı gösteren her bireye replikatör adı verilir (evrimsel dinamiklerde tanımlamanın, bu çalışmaya olan uyarlaması bu şekildedir).

Tanım göre 3 adet popülasyonun replikatörleri; yapacakları seçimlerin devletin kurallarına olan uygunluğuna göre popülasyonlarının hacimlerini belirleyeceklerdir. Söz konusu bu uygunluğa, replikatör uygunluğu denir. Uygunluğu ortalamasının üstünde olan grupların kitle içerisindeki hacimleri orantılı şekilde büyürken, uygunluğu ortalama altında kalan grupların kitle içerisindeki hacimleri orantılı şekilde küçülmeye başlar.

Oyun replikatörler tarafından tekrarlandıkça, geleneksel oyunlardaki Nash dengesini beraberinde getiren baskın stratejilere benzer şekilde, replikatörlerin dinamikleri de evrimsel olarak sabit hale gelebilir. Evrimsel sabit strateji (ESS), tanımlanmış olan çevre şartlarında tercih edildiği zaman başka herhangi bir strateji tarafından üstün gelinemeyecek olan stratejidir ve başlangıçta nadir görülür.

Bu replikatör dinamikleri, evrimsel oyun teorisinin dinamiklerini incelemek için matematik olarak ifade edildiğinde replikatör denklemleri adını alır ve bir takım diferansiyel eşitlikler kullanır. Söz konusu bu dinamikler, evrimin ve başarı temelli öğrenmenin olduğu basit bir model oluşturur (Maynard, 1972; Maynard ve Price, 1973).

Bu dinamiklerin çözümlenmesinde *Dynamo* programı kullanılacaktır.

### 3.6.2. *Dynamo* ve çıktıları hakkında kısa notasyon

*Dynamo: Evrimsel Dinamikler için Faz Diyagramları* programı, evrimsel oyun teorisinin dinamik sistemlerinde, faz diyagramları ve diğer ilişkili resimleri oluşturmak ve çözümlmek için kullanılan, *Mathematica* platformu üzerinde çalışan, ücretsiz, açık kaynak kodlu bir yazılımdır (Franchetti ve Sandholm, 2013).

Çıktıların yorumlanması, bir örnek üzerinde kısaca gösterilecektir. Örnekte, bu çalışmaya paralel şekilde 3 farklı popülasyon ve 3 farklı strateji olduğu varsayalım. Popülasyonların, stratejilere göre getiri matrisi Çizelge 3.20'de sunulmuştur. Bu çizelgeye bakarak, A popülasyonunun 1 numaralı stratejiye, B popülasyonunun 2 numaralı stratejiye ve C popülasyonunun 3 numaralı stratejiye kaçan bir dinamik sergileyeceği söylenebilir.

Getiriler eşit oranlardadır. Böyle bir matrisin faz diyagramı, Şekil.25'te sunulmuştur.

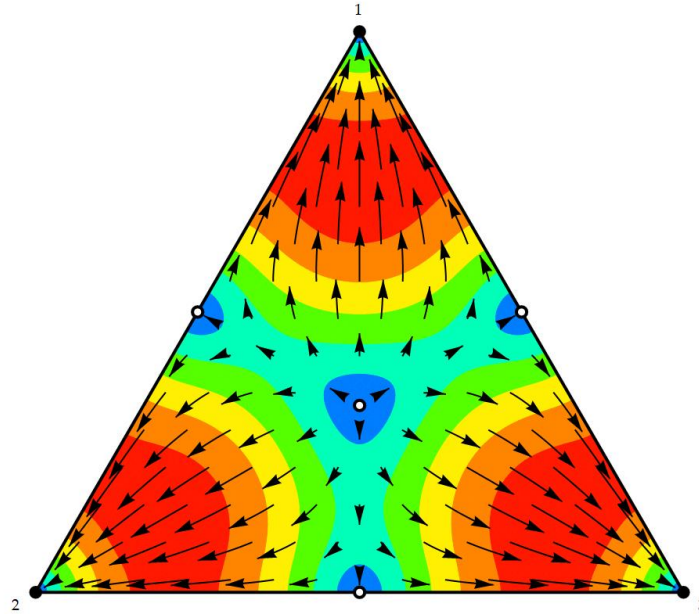
Çizelge 3.20. Örnek vaka için kullanılacak getiri matrisi

	1 No.lu Strateji	2 No.lu Strateji	3 No.lu Strateji
A Popülasyonu	1	0	0
B Popülasyonu	0	1	0
C Popülasyonu	0	0	1

Şekildeki üçgenin her köşesi, bir saf stratejiyi temsil eder. Üçgenin yüzey çizgilerinde iki strateji; iç kısmında ise 3 farklı strateji çevre koşullarını belirlemiştir. Getiri matrisine bakıldığında beklenen durum, 3 popülasyonun da eşit hızda ve eşit hacimde 3 ayrı stratejiye dağılmasıdır. Şekil 3.25'te sunulan faz çıktısı incelendiğinde, durumun aynı bu şekilde olduğu görülür.

Tüm popülasyon, eşit hacimde ve şiddette 3 farklı saf stratejiye bölünmüştür. Oklar, replikatörlerin stratejik hareket yönünü işaret eder. Okların geometrisi ve arka plandaki sıcaklık renklendirmesi ise, hareketin hızını gösterir. Kırmızı, yoğun ve hızlı hareketi, mavi ise seyrek ve yavaş hareketi temsil eder.

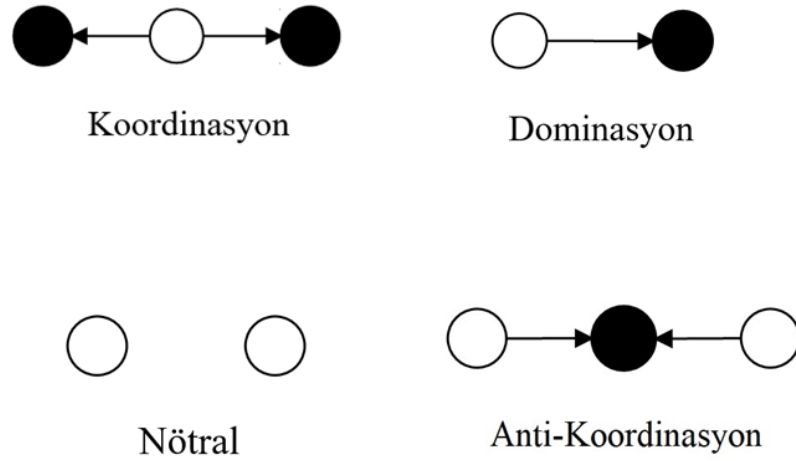
Şekil üzerinde 6 adet daire görülmektedir. Daireler, söz konusu noktalarda Nash dengesinin varlığını sembolize eder. Dairelerin 3 tanesi dolu, 3 tanesi boştur. Dolu daireler Nash dengesinin stabil olduğunu, boş daireler ise Nash dengesinin stabil olmadığını gösterir.



Şekil 3.25. Örnek vaka çözümünün faz diyagramı

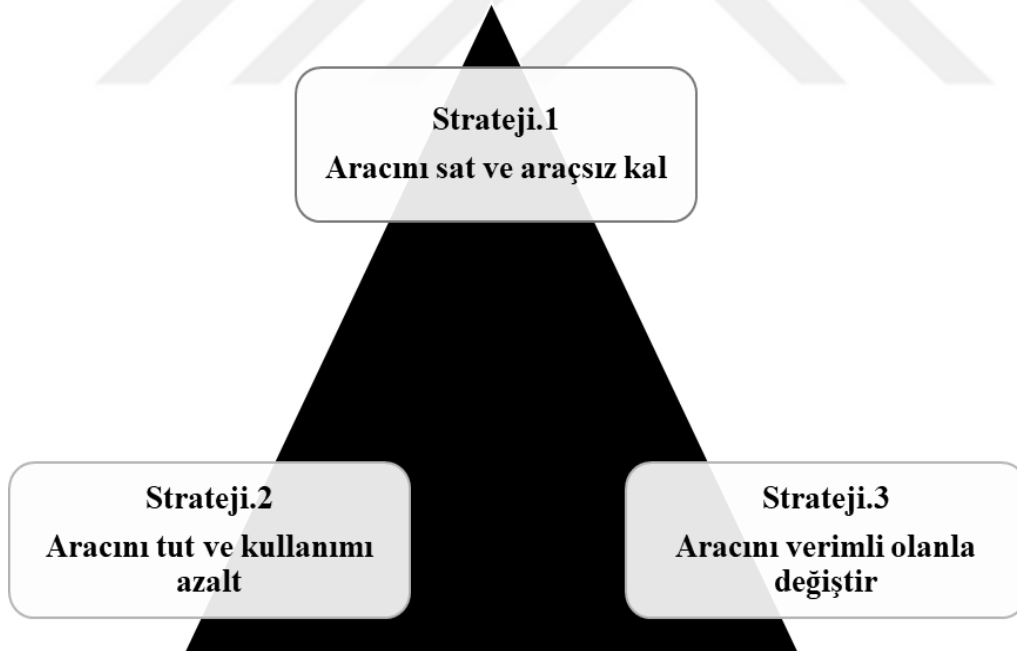
Dynamo çıktılarında iki strateji arasında koordinasyon, anti-kordinasyon, dominasyon ve nötral olmak üzere olası dört durumdan söz edilebilir. Bu dört olası durum, Şekil 3.26. üzerinde gösterilmiştir.





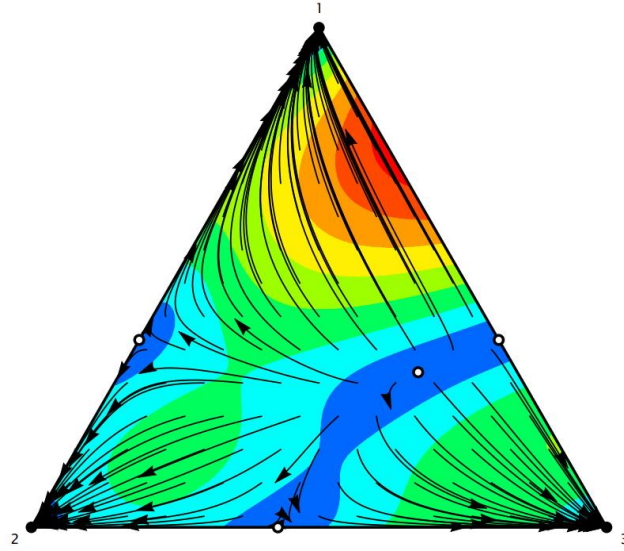
Şekil 3.26 Dinamiğin dört olası ilişki durumu

Verilen faz diyagramlarının yorumlanmasında, Şekil 3.27’de gösterilen üçgenin uçları, şekil üzerinde belirtilen stratejileri göstermektedir.



Şekil 3.27. Faz diyagramı saf strateji uç noktaları haritası

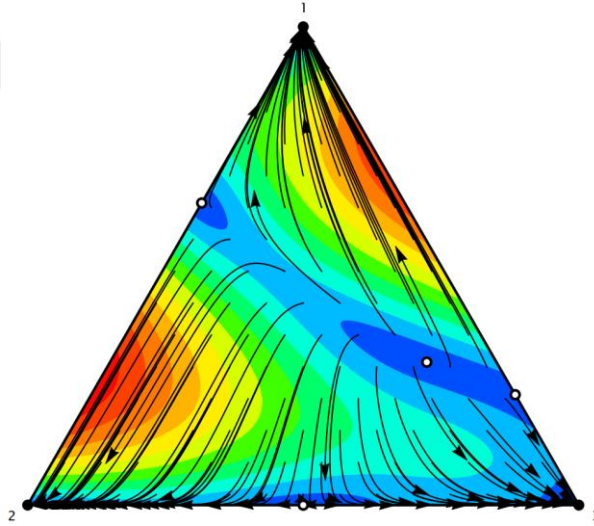
Kısa notasyondan sonra çalışmanın kendi problemine geçilebilir. Çizelge 3.15’te verilen, konvansiyonel senaryo Dynamo ile çalıştırıldığında Şekil 3.28’de verilen faz elde edilmiştir.



Şekil 3.28. 1 numaralı 'konvansiyonel' senaryo sonuç faz diyagramı

Sonuç olarak 3 satbil, 4 stabil olmayan 6 farklı Nash dengesi noktası tespit edilmiştir.

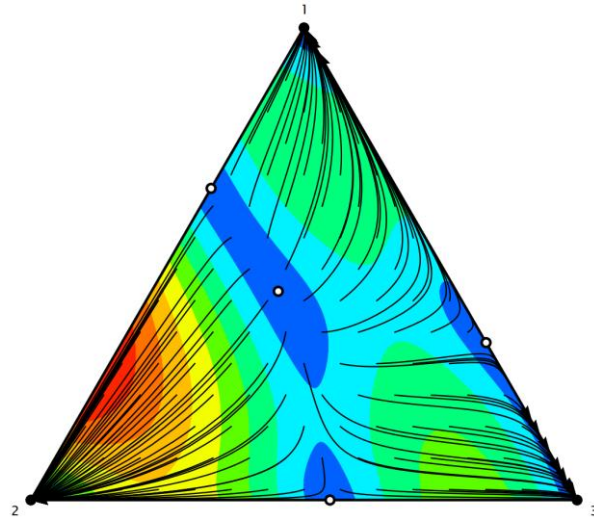
Çizelge 3.17'de verilen, güvercin senaryo Dynamo ile çalıştırıldığında Şekil 3.29'da verilen faz elde edilmiştir.



Şekil 3.29. 2 numaralı 'güvercin' senaryo sonuç faz diyagramı

Sonuç olarak 3 satbil, 3 stabil olmayan 6 farklı Nash dengesi noktası tespit edilmiştir.

Çizelge 3.19'da verilen, 'şahin' senaryo Dynamo ile çalıştırıldığında Şekil 3.30'da verilen faz elde edilmiştir.



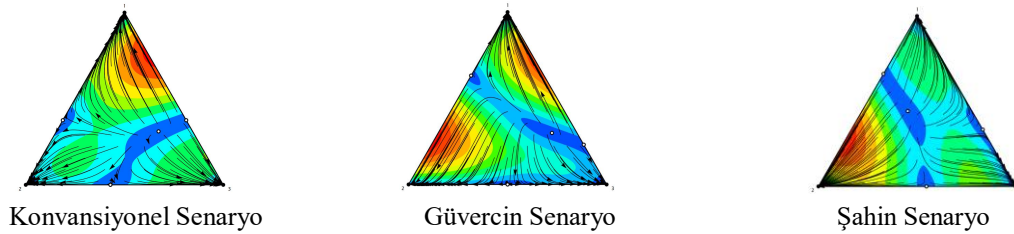
Şekil 3.30. 3 numaralı 'şahin' senaryo sonuç faz diyagramı

Sonuç olarak 3 satbil, 3 stabil olmayan 6 farklı Nash dengesi noktası tespit edilmiştir. Üç stratejiden de elde edilen Nash dengesi noktaları, şu şekildedir;

Strateji 1	Strateji 2	Strateji 3
Nash equilibria :	Nash equilibria :	Nash equilibria :
$(0 \ 0 \ 1)$	$(0 \ 0 \ 1)$	$(0 \ 0 \ 1)$
$(0 \ 1 \ 0)$	$(0 \ 1 \ 0)$	$(0 \ 1 \ 0)$
$(0 \ \frac{4}{7} \ \frac{3}{7})$	$(0 \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2})$	$(0 \ 0.45238 \ 0.54762)$
$(1 \ 0 \ 0)$	$(1 \ 0 \ 0)$	$(1 \ 0 \ 0)$
$(\frac{3}{8} \ 0 \ \frac{5}{8})$	$(\frac{3}{13} \ 0 \ \frac{10}{13})$	$(\frac{1}{3} \ 0 \ \frac{2}{3})$
$(\frac{3}{8} \ \frac{5}{8} \ 0)$	$(\frac{12}{19} \ \frac{7}{19} \ 0)$	$(0.66000 \ 0.34000 \ 0)$
$(0.31034 \ 0.17241 \ 0.51724)$	$(0.29885 \ 0.12644 \ 0.57471)$	$(0.44203 \ 0.32609 \ 0.23188)$

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

İncelemenin sonuçlarını daha rahat görebilmek için, Dynamo ile elde edilmiş faz diyagramları Şekil 4.1'de birlikte verilmiştir.



Şekil 4.1. Üç farklı senaryonun (Sırasıyla Konvansiyonel, güvercin ve şahin) faz diyagramları

Konvansiyonel senaryo incelendiğinde, mevcut enstrümanların hemen hemen dengeli dağıldığı görülmektedir. Üç stratejinin de birbirleri üzerinde belirgin baskınlığı bulunmasa da, 1 numaralı strateji, yani araç sahibi olmama, nispi olarak fazlalığa

sahiptir. Yeni elektrikli araç almak ile, araç sahibi olmamak veya mevcut aracını muhafaza ederek kullanımı azaltmak arasında ayırım belirgindir. Bu durum, mevcut durumla ve mevcut eğilimlerle paraleldir.

Bunun yanı sıra, güvercin senaryoda enstrüman sayısı ve şiddeti bir miktar artırıldığında, popülasyonun daha sert hareketlerde bulunduğu görülmüştür. 1 numaralı stratejiyle 2 ve 3 numaralı stratejiler arasındaki kontrast oldukça yüksektir. Yani araç sahibi olmak veya olmama konusundaki ayırım oldukça belirgin görülmektedir. Fakat aynı durum 2 ve 3 numaralı stratejiler arasında geçerli değildir. Bu iki strateji arasında bulunan koordinasyon ilişkisinde, stabil olmayan Nash dengesinin oturduğu yerin tam orta nokta olduğu görülmüştür. Araç sahibi olmama ihtimalinden tam ayırık bireylerin yeni araç almak ve eskisine sahip olmak konusundaki ayrımları eşit ihtimaldedir.

Son olarak şahin senaryo incelendiğinde görülen durum, 2 numaralı strateji ile 1 ve 3 numaralı stratejilerin ayırımının net olduğu görülmüştür. Yani, araç sahibi olmamak veya yeni elektrikli araç almak ile mevcut aracını muhafaza ederek kullanımı azaltmak arasındaki ayırım net şekildedir.

Çizelge.18 istatistiklerine bakıldığında, popülasyonun %45.1'lik kısmının D grubu olduğu, geri kalan yarının ise ayırımının bu kadar belirgin olmadığı görülür. Bu duruma en yakın görülebilecek tablo, ikinci, yani güvercin senaryoda karşımıza çıkar. Elimizdeki veriler, tüm varsayımlar ve işlemler, güvercin senaryonun politikada belirlemede etkin şekilde kılavuz olması gerektiğini gösterir.

Bu göreceli uygunluk, kullanılan enstrümanların adet ve oranlarındaki değişikliğin kaotik bir ürünü olarak ortaya çıkmış olabilir. Yani oranlar düşürülse dahi, kullanılan enstrüman adetleri artırılarak veya tam aksi durumda, enstrüman adetleri azaltılıp oranlar yükseltilecek ikincil bir şahin senaryoya dönüştürülse de benzer sonuçlar elde edilebilir.

Getiri matrisinde yapılacak en küçük bir değişiklik, kaotik bir şekilde faz diyagramına yansiyabilir. Sonraki başlıkta da bahsedileceği üzere, yapılan çalışma kavramsaldır ve kritik noktalarda çok sayıda varsayımsal ifade içermektedir.

İşte bu nedenle, tabloların farklı kombinasyonlarla belki yüz binlerce kez daha tekrarlanabilecek bu duruma getirdiği olası çıkarsama şu şekilde ele alınmalıdır; düşük oranlarda kazanç matrisi, birim matrise benzer şekilde dengeli sonuçlar verirken, artan oranlar, keskin ayrımlara sebep olmaktadır.

Bu ayrımların kamu yararı için yönlendirilmesi konusunda, politika yapıcılarının başvurabileceği potansiyel binlerce metodun yanı sıra, evrimsel dinamiklerin imkanları bu çalışmada olduğu şekliyle kullanılabilir.

Doğru belirlenmiş amaçlara doğru şekilde ilerlenmesine müsaade edebilecek akılcı stratejilerin geliştirilerek, tüm içsel ve dışsal zararlardan, potansiyel geri tepme etkilerinden ve bu çalışmada belki de gözden kaçmış diğer çoğu etkenden arındırılmasıyla, söz konusu faz diyagramlarına olan güven daha da artacaktır.

Hedefe en uygun çözümü sunacak olan enstrüman setlerinin belirlenmesi ve değerlemelerinin yapılmasında bir dizi deney ve gözlemler yapılması gerekebilir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araç grupları hazırlanırken, önceki yabancı çalışmalar referans gösterilerek yakıt türüne göre ayırım yapılmamıştır. Gelecek çalışmalarda, yakıt türüne göre ayırım yapılarak çalışma detaylandırılabilir.

Motor hacimleri 6 sınıf halinde ve geniş aralıklarla alınmıştır. Gelecek çalışmalarda motor hacimleri tespitinde daha yüksek kapsamlı bir skala kullanarak çalışma detaylandırılabilir.

Araçların yaşına ve km'sine göre yıpranma oranlarına ilişkin, yerli veya yabancı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Makine mühendisliği disiplininde konunun uzmanları ile yapılan görüşmeler sonucunda dyno testlerinin gerçek durumu yansıtacağı görüşü hakim olmuş ve tüketici beyanlarıyla elde edilmiş sonuçlar bu tez kapsamında işlenerek verim kaybı hesaplanmıştır. Konuyu farklı açılardan ele alan detaylı bir çalışma, verim kaybı konusunda başka çalışmalar için de kılavuz görev üstlenebilir.

Bu çalışma kavramsal olarak hazırlanmış ve kavramlar üzerinden ilerlemiştir. Gelecek benzer çalışmalarda, gerektiği hallerde bütünlük parçalara ayrılarak kavramlar nümerik şekilde analiz edilebilir.

Metodik olarak, oyun teorisinin çok dar ve spesifik bir alt başlığı olan evrimsel dinamikler kullanılmıştır. İlerleyen dönemlerde diğer oyun teorisi enstrümanlarıyla veya oyun teorisinden bağımsız kimi disiplinlerle konu tekrar ele alınarak, sonuçlar mukayese edilebilir.

Bu tezin farklı ve birden fazla noktalarında, gerçek veriye erişimin mümkün olmadığı varsayımlar oluşturulmuş ve oluşturulan bu varsayımların üzerine basarak

yola devam edilmiştir. Tezin konusunun parçalanarak anlam birliğini yitirmemesi adına, birçok noktada ele alınan konunun detaylı ve bağımsız olduğu belirtilerek konuların çalışmadan bağımsız detaylarına girilmemiştir. Bunun yerine, rasyonel varsayımlar yapılarak konu bütünlüğü bozulmadan çalışmaya devam edilmiştir.

Çalışma kapsamında bahsedilen yöntemlerin; teknik olarak uygulanabilir olduğu, hesaplanamayan dışsal etkilerden uzak ve verimli şekilde çalışabilir olduğu varsayılmıştır. Yöntemlerin uygulanması için hangi şartların gerekliliği ve nasıl bir altyapı temin edilmesi mecburiyeti bulunduğu, bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Çalışma, deneysel veri yoğun başlamakta ve bölümler ilerledikçe gerçek hayattan objektif şekilde temin edilmiş sayısal veriler azalmakta, kişisel birtakım görüşlerin referansı olabileceği öznel varsayımların miktarı ise giderek artmaktadır.

Bu gelişimin temelinde yatan sebep, evreler ilerledikçe data ihtiyacının ham istatistiklerden yorumlanmış verilere doğru kayması ve söz konusu yorumlanmış verilerin çok sayıda değişkenle eş zamanlı değerlendirilmesi görülebilir.

İlerleyen çalışmalarda, söz konusu değişkenlerin disiplinler arası şekilde ele alınarak varsayımların sıfırlanması veya mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesi, çalışma sonuçlarına duyulan güveni daha yüksek seviyelere taşıyacaktır.

Hesaplar ve analizler yapılırken incelenen kitle toplamda 5,66 milyon aracı kapsayan geniş bir popülasyondur. Bu popülasyonun sahip olduğu çok sayıda iç dinamiğe rağmen yalnızca 3 gruba ayrılması işlem yapmayı mümkün kılsada, portföyün zayıflığı hesap kalitelerini düşürebilir.

## KAYNAKLAR

Alhulail, I. ve Takeuchi, K. (2014). Effects of Tax Incentives on Sales of Eco-Friendly Vehicles: Evidence from Japan. *Discussion paper*, 1–21. <http://www.econ.kobe-u.ac.jp/RePEc/koe/wpaper/2014/1412.pdf> adresinden erişildi.

Anonim. (2017). Dünya Ve Türkiye: Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. *T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı*. 11 Eylül 2018 tarihinde [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FEnerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü%2FSayi\\_15.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FEnerji%2FTabii%2FKaynaklar%2FGörünümü%2FSayi_15.pdf) adresinden erişildi.

Anonim. (2018). Otomotiv endüstrisi aylık raporu. *Otomotiv Sanayi Derneği [online]*. 14 Şubat 2019 tarihinde [http://osd.org.tr/sites/1/upload/files/2017-12\\_OSD\\_RAPOR\\_SB\\_1-3300.pdf](http://osd.org.tr/sites/1/upload/files/2017-12_OSD_RAPOR_SB_1-3300.pdf) adresinden erişildi.

Anonymus. (2016). Reducing CO2 emissions from passenger cars and light commercial vehicles post-2020. *European Automobile Manufacturers Association*. 11 Eylül 2018 tarihinde [https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA\\_Position\\_Paper\\_Reducing\\_CO2\\_Emissions\\_from\\_Passenger\\_Cars\\_and\\_Light\\_Commercial\\_Vehicles\\_Post-2020.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Position_Paper_Reducing_CO2_Emissions_from_Passenger_Cars_and_Light_Commercial_Vehicles_Post-2020.pdf) adresinden erişildi.

Anonymus. (2017a). Statistical report 2017. *FuelsEurope [online]*. 20 Mayıs 2019 tarihinde [https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/2017/06/20170704-Graphs\\_FUELS\\_EUROPE-\\_2017\\_WEBFILE.pdf](https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/2017/06/20170704-Graphs_FUELS_EUROPE-_2017_WEBFILE.pdf) adresinden erişildi.

Anonymus. (2017b). *2017 global automotive tax guide*. <https://michaelamerz.files.wordpress.com/2017/12/2017-pwc-global-automotive-tax-guide.pdf> adresinden erişildi.

Anonymus. (2018a). Sale statistics. *International Organisation of Motor Vehicle Manufacturers [online]*. 22 Şubat 2019 tarihinde <http://www.oica.net/category/sales-statistics/> adresinden erişildi.

Anonymus. (2018b). Passenger cars in the EU. *Eurostat [online]*. 9 Şubat 2019 tarihinde [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Passenger\\_cars\\_in\\_the\\_EU](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Passenger_cars_in_the_EU) adresinden erişildi.

Anonymus. (2018c). Vision 2050. A pathway for the evolution of the refining industry and liquid fuels. *FuelsEurope [online]*. 12 Ocak 2019 tarihinde [https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/DEF\\_2018\\_V2050\\_Narratives\\_EN\\_digital.pdf](https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/DEF_2018_V2050_Narratives_EN_digital.pdf) adresinden erişildi.

Anonymus. (2018d). *The low carbon pathways project: a holistic framework to explore the role of liquid fuels in future EU low-emission mobility (2050)*. Concawe Environmental Science for European Refining. Brussels. [https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2018/04/Working-plan\\_Low-Carbon-Pathways.pdf](https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2018/04/Working-plan_Low-Carbon-Pathways.pdf) adresinden erişildi.

Anonymus. (2019a). Transport infrastructure investment and maintenance spending. *OECD*. 20 Mayıs 2019 tarihinde

[https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ITF\\_INV-MTN\\_DATA](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ITF_INV-MTN_DATA) adresinden erişildi.

Anonymus. (2019b). Average Age of Automobiles and Trucks in Operation in the United States. *Bureau of Transportation Statistics*. 20 Mayıs 2019 tarihinde <https://www.bts.gov/content/average-age-automobiles-and-trucks-operation-united-states> adresinden erişildi.

Anonymus. (2019c). Used Car Safety Ratings Buyer's Guide 2018-2019. *Transport for NSW*. 20 Şubat 2019 tarihinde <https://roadsafety.transport.nsw.gov.au/downloads/ucsr-2018-19.pdf> adresinden erişildi.

Anonymus. (2019d). Congestion Charge. *Transport for London*. 25 Mayıs 2019 tarihinde <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge> adresinden erişildi.

Arunraj, N. S. ve Maiti, J. (2010). Risk-based maintenance policy selection using AHP and goal programming. *Safety Science*, 48(2), 238–247.

Atılğan, I. (2000). Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Bir Bakış. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 15(1–2), 31–47.

Bajo-Buenestado, R. (2016). Evidence of asymmetric behavioral responses to changes in gasoline prices and taxes for different fuel types. *Energy Policy*, 96(January 2014), 119–130.

Baltas, G. ve Saridakis, C. (2013). An empirical investigation of the impact of behavioural and psychographic consumer characteristics on car preferences: An integrated model of car type choice. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 54, 92–110.

Bento, A. M., Roth, K. D. ve Zuo, Y. (2013). Vehicle Lifetime Trends and Scrapage Behavior in the U.S. Used Car Market. *SSRN Electronic Journal*, 90089(213), 1–25.

Birkland, T. A. (2016). *An introduction to the policy process: theories, concepts and models of public policy making* (4th bs.). Routledge Taylor&Francis.

Blackman, A., Osakwe, R. ve Alpizar, F. (2010). Fuel tax incidence in developing countries: The case of Costa Rica. *Energy Policy*, 38(5), 2208–2215.

Brand, C., Anable, J. ve Tran, M. (2013). Accelerating the transformation to a low carbon passenger transport system: The role of car purchase taxes, feebates, road taxes and scrapage incentives in the UK. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 49, 132–148.

Bunch, D. S., Greene, D. L., Lipman, T., Martin, E. ve Shaheen, S. (2011). *Potential Design, Implementation, and Benefits of a Feebate Program for New Passenger Vehicles in California*. California: California Environmental Protection Agency, Air Resources Board, Research Division.



Burke, P. J. ve Nishitatenno, S. (2013). Gasoline prices, gasoline consumption, and new-vehicle fuel economy: Evidence for a large sample of countries. *Energy Economics*, 36, 363–370.

Chowdhury, S. (2016). Users' willingness to ride an integrated public-transport service: A literature review. *Transport Policy*, 48, 183–195.

Damme, E. Van. (1994). Evolutionary game theory. *European Economic Review*.

David, P. ve Montag, J. (2014). Taxing Car-produced Carbon Dioxide Emissions: Matching the Cure to the Disease. *Procedia Economics and Finance*, 12(March), 111–120.

Davis, W. B., Levine, M. D., Train, K. ve Duleep, K. G. (1995). Effects of feebates on vehicle fuel economy, carbon dioxide emissions and consumer surplus. *National Academy of Sciences*. <https://trid.trb.org/view/459571> adresinden erişildi.

Deutch, J., Schlesinger, J. R. ve Victor, D. G. (2006). *National Security Consequences of US Oil Dependency* ( No: Independent Task Force Report No. 58). New York.

Domingues, M. J. (2012). Tax System and Environmental Taxes in Brazil : the case of the electric vehicles in a comparative perspective with Japan. *Osaka University Law Review*, (59). <http://hdl.handle.net/11094/9576> adresinden erişildi.

Filippini, M. ve Heimsch, F. (2016). The regional impact of a CO2 tax on gasoline demand: A spatial econometric approach. *Resource and Energy Economics*, 46, 85–100.

Franchetti, F. ve Sandholm, W. H. (2013). An Introduction to Dynamo: Diagrams for Evolutionary Game Dynamics. *Biological Theory*, 8(2), 167–178.

Fridstrøm, L. ve Østli, V. (2017). The vehicle purchase tax as a climate policy instrument. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 96, 168–189.

Fullerton, D. ve Gan, L. (2005). Cost-Effective Policies to Reduce Vehicle Emissions. *American Economic Review*, 95(2), 300–304.

Fulton, L. ve Bremson, J. (2014). Assessing the Impacts of Rapid Uptake of Plug- in Vehicles in Nordic Countries, (January).

Gakenheimer, R. (1999). Urban mobility in the developing world. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7–8), 671–689.

Gallagher, K. S. ve Muehlegger, E. (2011). Giving green to get green? Incentives and consumer adoption of hybrid vehicle technology. *Journal of Environmental Economics and Management*, 61(1), 1–15.

Giblin, S. ve McNabola, A. (2009). Modelling the impacts of a carbon emission-differentiated vehicle tax system on CO<sub>2</sub> emissions intensity from new vehicle purchases in Ireland. *Energy Policy*, 37(4), 1404–1411.

Greene, D. L., Patterson, P. D., Singh, M. ve Li, J. (2005). Feebates, rebates and gas-guzzler taxes: A study of incentives for increased fuel economy. *Energy Policy*, 33(6), 757–775.

Greening, L. A. ve Bernow, S. (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: Use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy*, 32(6), 721–735.

Gruenspecht, H. K. (1982). Differentiated Regulation: The Case of Auto Emissions Standards Howard K. Gruenspecht *The American Economic Review*, Vol. 72, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Fourth Annual Meeting of the American Economic Association. (May, 1982), pp. *The American Economic Review* içinde (C. 72, ss. 328–331). American Economic Association.

Hibiki, A. ve Arimura, T. (2005). An Empirical Study of the Effect of the Fuel Tax in Japan on Vehicle Selection and NO<sub>x</sub> emission. *Electronic Journal, Paper No.0*.

Hirota, K. (2010). Comparative studies on vehicle related policies for air pollution reduction in ten Asian countries. *Sustainability*, 2(1), 145–162.

Hobbs, B. F. ve Kelly, K. A. (1992). Using game theory to analyze electric transmission pricing policies in the United States. *European Journal of Operational Research*, 56(2), 154–171.

Huo, H., Cai, H., Zhang, Q., Liu, F. ve He, K. (2015). Life-cycle assessment of greenhouse gas and air emissions of electric vehicles: A comparison between China and the U.S. *Atmospheric Environment*, 108, 107–116.

Jacobsen, M. R. ve Van Benthem, A. A. (2015). Vehicle scrappage and gasoline policy. *American Economic Review*, 105(3), 1312–1338.

Jagers, S. C. ve Hammar, H. (2009). Environmental taxation for good and for bad: The efficiency and legitimacy of Sweden's carbon tax. *Environmental Politics*, 18(2), 218–237.

Jain, S., Aggarwal, P., Kumar, P., Singhal, S. ve Sharma, P. (2014). Identifying public preferences using multi-criteria decision making for assessing the shift of urban commuters from private to public transport: A case study of Delhi. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 60–70.

Johnson, K. C. (2006). Feebates: An effective regulatory instrument for cost-constrained environmental policy. *Energy Policy*, 34(18), 3965–3976.

Kahraman, A. (2003). Otomobil alımında tüketici davranışlarını etkileyen faktörler. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, 83–103.

Karabasoglu, O. ve Michalek, J. (2013). Influence of driving patterns on life cycle cost and emissions of hybrid and plug-in electric vehicle powertrains. *Energy Policy*, 60, 445–461.

Kathuria, V. (2002). Vehicular Pollution Control in Delhi: Need for Integrated Approach. *Economic and Political Weekly*, 37(12), 1147–1155. <http://www.jstor.org/stable/4411902> adresinden erişildi.

Kim, H. C. (2003). Shaping Sustainable Vehicle Fleet Conversion Policies Based on Life Cycle Optimization and Risk Analysis, 230. [http://css.umich.edu/sites/default/files/css\\_doc/CSS03-18.pdf](http://css.umich.edu/sites/default/files/css_doc/CSS03-18.pdf) adresinden erişildi.

Kim, H. C., Austin, S., Spatari, S., Riedemann, V., Keoleian, G. A., Bulkley, J. W., ... Bean, J. C. (2004). Life cycle optimisation of vehicle replacement. *US Environmental Protection Agency*.

Korkmaz, Ö., A. D. (2012). Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1–25. <https://iibfdergi.deu.edu.tr/index.php/cilt1-sayil1/article/view/307> adresinden erişildi.

Langer, T. (2005). Vehicle Efficiency Incentives: An update on feebates for states, (September).

Lévay, P. Z., Drossinos, Y. ve Thiel, C. (2017). The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership. *Energy Policy*, 105(March), 524–533.

Lin, C. Y. C. ve Prince, L. (2009). The optimal gas tax for California. *Energy Policy*, 37(12), 5173–5183.

Liu, W. (2015). Gasoline taxes or efficiency standards? A heterogeneous household demand analysis. *Energy Policy*, 80, 54–64.

Mabit, S. L. (2014). Vehicle type choice under the influence of a tax reform and rising fuel prices. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 64, 32–42.

Maynard, S. J. (1972). *Game theory and the evolution of fighting*. Edinburgh University Press.

Maynard, S. J. ve Price, G. R. (1973). The logic of animal conflict. *Nature*, 246(5427), 15–8.

Mazzi, E. A. ve Dowlatabadi, H. (2007). Air quality impacts of climate mitigation: UK policy and passenger vehicle choice. *Environmental Science and Technology*, 41(2), 387–392.

McCain, R. A. (2009). *Game Theory and Public Policy*. Edward Elgar Publishing Limited.

McGill, B. J. ve Brown, J. S. (2007). Evolutionary Game Theory and Adaptive Dynamics of Continuous Traits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38(1), 403–435.

Mersky, A. C., Sprei, F., Samaras, C. ve Qian, Z. S. (2016). Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46, 56–68.

Messagie, M., Boureima, F. S., Coosemans, T., Macharis, C. ve Mierlo, J. Van. (2014). A range-based vehicle life cycle assessment incorporating variability in the environmental assessment of different vehicle technologies and fuels. *Energies*, 7(3), 1467–1482.

Mogridge, M. J. H. (1978). The effect of the oil crisis on the growth in the ownership and use of cars. *Transportation*, 7(1), 45–67.

Mooij, M. De. (2017). Convergence and divergence in consumer behaviour: implications for global advertising. *International Journal of Advertising*, 22(2), 183–202.

Nayum, A. ve Klöckner, C. A. (2014). A comprehensive socio-psychological approach to car type choice. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 401–411.

Noblet, C. L., Teisl, M. F. ve Rubin, J. (2006). Factors affecting consumer assessment of eco-labeled vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 11(6), 422–431.

Ou, X., Zhang, X. ve Chang, S. (2010). Scenario analysis on alternative fuel/vehicle for China's future road transport: Life-cycle energy demand and GHG emissions. *Energy Policy*, 38(8), 3943–3956.

Ozaki, R. ve Sevastyanova, K. (2011). Going hybrid: An analysis of consumer purchase motivations. *Energy Policy*, 39(5), 2217–2227.

ÖZTÜRK, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri Global Climatic Changes and Their Probable Effect upon Kemal ÖZTÜRK. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47–65.

Palmer, K., Tate, J. E., Wadud, Z. ve Nellthorp, J. (2018). Total cost of ownership and market share for hybrid and electric vehicles in the UK, US and Japan. *Applied Energy*, 209(October 2017), 108–119.

Parry, I. W. H. ve Small, K. A. (2002). Does Britain or the United States Have the Right Gasoline Tax? *Resources for the future*, 2002(March).

Peck, D., Scott Matthews, H., Fischbeck, P. ve Hendrickson, C. T. (2015). Failure rates and data driven policies for vehicle safety inspections in Pennsylvania. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 252–265.

PETDER. (2017). Petrol Sanayi Derneği 2017 Sektör Raporu. *Petrol Sanayi Derneği*, 120. <http://www.petder.org.tr/Uploads/Document/c7f1909e-7c4d-4009-a6cc-ce201287f7d7.pdf?v-636709747071199016> adresinden erişildi.

Pigou, A. C. ve Aslanbeigui, N. (2017). *The Economics of Welfare*. New York: Transaction Publishers.

Poh, K. L. ve Ang, B. W. (1999). Transportation fuels and policy for Singapore: An AHP planning approach. *Computers and Industrial Engineering*, 37(3), 507–525.

Postrel, S. (1991). Burning your britches behind you: Can policy scholars bank on game theory? *Strategic Management Journal*, 12(2 S), 153–155.

Renzi, C., Leali, F. ve Di Angelo, L. (2017). A review on decision-making methods in engineering design for the automotive industry. *Journal of Engineering Design*, 28(2), 118–143.

Roumboutsos, A. ve Kapros, S. (2008). A game theory approach to urban public transport integration policy. *Transport Policy*, 15(4), 209–215.

Sanitthangkul, J., Ratsamewongjan, A., Charoenwongmitr, W. ve Wongkantarakorn, J. (2012). Factors Affecting Consumer Attitude toward the Use of Eco-car Vehicles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 461–466.

Santos, G. (2017). Road fuel taxes in Europe: Do they internalize road transport externalities? *Transport Policy*, 53(June 2015), 120–134.

Saulsbury, B., Hopson, J. L., Greene, D. L. ve Gibson, R. (2015). *Status and Issues for Consumer Fuel Economy in the United States: Alternative Fuel and Advanced Vehicle Market Trends*.

Schechter, S. ve Gintis, H. (2016). *Game Theory in Action*. Princeton University Press.

Spitzley, D., Grande, D., Gruhl, T., Keoleinan, G. A. ve Bean, J. C. (2004). Automotive Life Cycle Economics and Replacement Intervals. *Ann Arbor: Center for Sustainable Systems*, 1–49.

Steinsland, C., Fridstrøm, L., Madslie, A. ve Minken, H. (2018). The climate, economic and equity effects of fuel tax, road toll and commuter tax credit. *Transport Policy*, 72(April), 225–241.

Sterner, T. (2012). Distributional effects of taxing transport fuel. *Energy Policy*, 41, 75–83.

Tarrow, S. (2010). The strategy of paired comparison: Toward a theory of practice. *Comparative Political Studies*, 43(2), 230–259.

Timilsina, G. R. ve Dulal, H. B. (2008). Fiscal Policy Instruments for Reducing Congestion and Atmospheric Emissions in the Transport Sector. *World Bank Policy Research Working Paper*, 4652(June). <http://ideas.repec.org/p/wbk/wbrwps/4652.html> adresinden erişildi.

Timmins, C., von Haefen, R. H. ve Li, S. (2009). How Do Gasoline Prices Affect Fleet Fuel Economy? *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(2), 113–137.

Tsita, K. G. ve Pilavachi, P. A. (2012). Evaluation of alternative fuels for the Greek road transport sector using the analytic hierarchy process. *Energy Policy*, 48, 677–686.

Tzeng, G.-H. ve Tsaaur, S.-H. (1993). Application of Multicriteria Decision Making to Old Vehicle Elimination in Taiwan. *Energy & Environment*, 4(3), 268–283.

Vincent, T. L. ve Brown, J. S. (2005). *Evolutionary game theory, natral selection and Darwinian dynamics*. Cambridge University Press.

Yang, Z. (2018). Overview of global fuel economy policies. *2018 APCAP Joint forum and clean air week theme: solutions landscape for clean air*, (Bangkok).

Yayar, R., Çoban, N. M. ve Tekin, B. (2015). Otomobil Sahipliğini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Tokat İli Kentsel Alanda Bir Uygulama(Identifying the Factors Affecting the Car Ownership: A Case Study in Urban Areas of the Province of Tokat). *Yönetim ve Ekonomi Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 603.

Zimmer, A. ve Koch, N. (2017). Fuel consumption dynamics in Europe: Tax reform implications for air pollution and carbon emissions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106(August 2016), 22–50.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Süleyman ÖZER  
**Uyruğu** : Türkiye Cumhuriyeti  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Konya, 1989  
**Telefon** : +905309220111  
**Faks** :  
**e-mail** : s-ozler-ozler@yandex.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Lisesi, ANKARA	2009
Üniversite	: Kırıkkale Üniversitesi, KIRIKKALE	2015
Yüksek Lisans :		
Doktora :		

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016- Devam	KTO Karatay Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

### UZMANLIK ALANI

### YABANCI DİLLER

İngilizce

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

### YAYINLAR