

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRÜCÜLERİN ELEKTRİK MOTORLU OTOMOBİLLERE
YAKLAŞIMLARININ ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİYLE
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mert GÜNGÖR
(501121415)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT

EKİM 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121415 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mert GÜNGÖR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**SÜRÜCÜLERİN ELEKTRİK MOTORLU OTOMOBİLLERE YAKLAŞIMININ ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Onur TEZCAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Serhan TANYEL
Dokuz Eylül Üniversitesi

Teslim Tarihi: **25 Ağustos 2015**
Savunma Tarihi : **6 Ekim 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Son yıllarda, Türkiye'de ve özellikle büyük şehirlerde otomobil sayısındaki hızlı artış, fosil yakıtların da hızla tüketilmesini beraberinde getirmektedir. Bu durum insanları farklı yakıt türlerini kullanan otomobiller üretmeye yöneltmiştir. Otomobil üreticilerinin de elektrikli ve hibrit otomobiller üzerine yaptıkları çalışmaların artması ve yeni elektrik motorlu otomobil modellerini piyasaya sürmeleri otomobil teknolojisinin bu yönde gelişeceğini işaretlerini vermektedir. Ancak insanların bu tür yeniliklere uyum sağlaması zaman almakta ve çoğunlukla önyargıyla yaklaşmaktadır. Bu nedenle de elektrik motorlu otomobillerin yeterli ilgiyi görmediği bilinmektedir.

Bu çalışmaya, elektrik motorlu otomobillere karşı önyargıların nasıl gözardı edilebileceğini ve geleneksel otomobillerle nasıl aynı bakış açısıyla değerlendirilebileceğini düşünerek yola çıktım. İnsanların otomobillerden beklentilerini ve ölçütlere karşı yaklaşımlarını belirterek dolaylı yoldan seçim yaptıkları AHS yöntemiyle bu soruna bir bakış açısı getirebildim.

Çalışmanın yönteminin belirlenmesinin asıl sahibi ve çalışma süreci boyunca desteklerini esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Kemal Selçuk ÖGÜT'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Ayrıca çalışmam boyunca gerek fikirleriyle, gerek manevi destekleriyle yanımda olan ve büyük sabır gösteren tüm dostlarıma ve tabi ki anneme, babama ve kardeşime çok teşekkür eder, minnetlerimi sunarım.

Çalışmamın ve sonuçlarının, çevresel ve ekonomik açıdan birçok fayda sağlayabileceğini düşündüğüm elektrik motorlu otomobiller konusunda farkındalık sağlaması ve benzer çalışmalara ufak da olsa katkısının olması beni mutlu edecektir.

Ekim 2015

Mert Güngör
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. ELEKTRİK MOTORLU OTOMOBİL.....	3
2.1 Elektrik Motorlu Otomobillerin Gelişimi	3
2.2 Elektrik Motorlu Otomobil Türleri	5
3. EMO İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3.1 Otomobillerin Yakıt Türlerine Göre Ekonomik ve Çevresel Özellikleri.....	7
3.2 Kullanıcıların Otomobillerle İlgili Beklentileri.....	10
3.3 Gelecekte Elektrik Motorlu Otomobil Kullanımının Artma Olasılığı ve Etkileri	14
4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS).....	19
4.1 AHS ile İlgili Genel Bilgiler	19
4.2 AHS'nin Aksiyomları	19
4.3 AHS'nin Güçlü Yönleri	20
4.4 AHS'nin Eleştirilen Yönleri.....	21
4.5 AHS'nin Uygulama Alanları.....	22
4.6 AHS'nin Adımları ve Uygulanması.....	22
4.6.1 Problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması.....	23
4.6.2 Ölçütler arası karşılaştırma matrisinin oluşturulması	24
4.6.3 Ölçütlerin önem dağılımlarının belirlenmesi	25
4.6.4 Ölçüt karşılaştırmalarının tutarlılık kontrolü	26
4.6.5 Seçeneklerin görelî öncelik değerlerinin belirlenmesi.....	28
4.6.6 Sonuç dağılımının bulunması.....	29
5. SEÇENEKLER VE KARAR ÖLÇÜTLERİ	31
5.1 Otomobillerin Sınıflandırılması	31
5.2 Otomobil Seçenekleri	31
5.2.1 Türkiye'de satışta olmayan otomobillerin ve fiyatlarının belirlenmesi	34
5.2.1.1 A sınıfı elektrik motorlu otomobil seçimi.....	36
5.2.1.2 E sınıfı elektrik motorlu otomobil seçimi	36
5.3 Karar Ölçütleri.....	37
5.3.1 En yüksek hız	38
5.3.2 Hızlanma süresi.....	38
5.3.3 Yakıt tüketimi	39
5.3.4 Çevrecilik	42
5.3.5 Fiyat	44
5.3.6 Yıllık masraf	45
5.3.7 Erim.....	48
6. SAHA ÇALIŞMASI.....	51
6.1 Katılımcıların Kişisel Bilgileri ve Mevcut Durumları	52
6.2 Otomobil Özelliklerinin Katılımcılara Göre Önem Düzeyleri.....	55

6.2.1 B, C ve D sınıfı otomobil kullanıcılarının ölçüt önem dağılımları	57
6.3 AHS ile Otomobil Seçimlerinin Yapılması	58
6.3.1 B sınıfı otomobil kullanıcılarının seçimleri	59
6.3.2 C sınıfı otomobil kullanıcılarının seçimleri	61
6.3.3 D sınıfı otomobil kullanıcılarının seçimleri	63
6.4 Seçimlerde Kısıtların Değerlendirilmesi	66
6.4.1 GO kısıtlarının değerlendirilmesi	66
6.4.2 HO kısıtlarının değerlendirilmesi	66
6.4.3 EO kısıtlarının değerlendirilmesi	67
7. SONUÇLAR	69
KAYNAKLAR.....	73
EKLER.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	85

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHS	: Analitik hiyerarşi süreci
BO	: Benzinli otomobil
cm	: Santimetre
CO₂	: Karbondioksit
DO	: Dizel otomobil
EM	: Elektrik motoru
EMO	: Elektrik motorlu otomobil
EO	: Elektrikli otomobil
EU	: Avro
FHO	: Fişli hibrit otomobil
GO	: Geleneksel içten yanmalı motora sahip otomobil
HO	: Hibrit otomobil
İYM	: İçten yanmalı motor
KDV	: Katma değer vergisi
km	: Kilometre
kWh	: Kilowatt saat
l	: Litre
LO	: Sıvılaştırılmış petrol gazıyla çalışan otomobil
LPG	: Sıvılaştırılmış petrol gazı
MTV	: Motorlu taşıtlar vergisi
ODD	: Otomobil Distribütörleri Derneği
ÖTV	: Özel tüketim vergisi
sa	: Saat
TL	: Türk Lirası

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Otomobillerin 4 farklı yakıt türü için normalize edilmiş ekonomik ve çevresel değerleri.....	8
Çizelge 3.2 : FHO tercih eden katılımcıların EO tercih etmeleri için kabul ettikleri nedenler ve kabul etme oranları.	11
Çizelge 3.3 : GO veya HO tercih eden katılımcıların FHO veya EO tercih etmeleri için kabul ettikleri nedenler ve kabul etme oranları.	11
Çizelge 3.4 : Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi	13
Çizelge 3.5 : Otomobillerin ölçüt önem düzeyleri, görelî öncelik oranları ve tercih öncelik oranları.....	13
Çizelge 3.6 : Katılımcıların elektrik motoruna sahip bir aracı hangi sınıf ve hangi kullanım amacıyla tercih edeceklerinin oranları	16
Çizelge 4.1 : AHS’de karşılaştırma sırasında kullanılan önem değerleri ve değer tanımları.....	24
Çizelge 4.2 : Rastlantısal tutarlılık çizelgesi.....	28
Çizelge 5.1 : Çalışmada kullanılan otomobillerin marka, model, model ayrıntısı, yakıt türü ve sınıf bilgileri.	33
Çizelge 5.2 : İYM’li otomobillerin silindir hacimlerine göre Türkiye’de uygulanan ÖTV oranları	34
Çizelge 5.3 : EO’ların motor güçlerine göre Türkiye’de uygulanan ÖTV oranları. .	34
Çizelge 5.4 : Almanya, Fransa ve Türkiye’de otomobillere uygulanan KDV oranları	35
Çizelge 5.5 : Otomobillerin en yüksek hız değerleri ve bu ölçüt için görelî öncelikleri.	39
Çizelge 5.6 : Otomobillerin 0-100 km/sa arası hızlanma süreleri ve bu ölçüt için görelî öncelikleri.....	40
Çizelge 5.7 : Türkiye’de elektrik toplam birim fiyatı ve içeriği.....	41
Çizelge 5.8 : Tüm yakıt türlerinin birim fiyatları	42
Çizelge 5.9 : Otomobillerin ortalama yakıt masrafları ve bu ölçüt için görelî öncelikleri	43
Çizelge 5.10 : Otomobillerin CO ₂ salınımları ve çevrecilik ölçütü için görelî öncelikleri	45
Çizelge 5.11 : Otomobillerin fiyatları ve görelî öncelikleri.	46
Çizelge 5.12 : 1-3 yaş arası İYM’li otomobillerin yıllık MTV miktarları	47
Çizelge 5.13 : Çalışmada kullanılan otomobillerin motor hacimleri, buna bağlı yıllık masrafları ve bu ölçüt için görelî öncelikleri.....	47
Çizelge 5.14 : Otomobillerin erimleri ve bu ölçüt için görelî öncelikleri	49

Çizelge 6.1 : Cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre katılımcıların hangi sınıf otomobil kullandıklarının dağılımı	53
Çizelge 6.2 : Katılımcıların kullandıkları otomobillerin sınıflarına ve yakıt türlerine göre sayıları ve dağılımı	54
Çizelge 6.3 : Katılımcıların ev ve işyerlerindeki otopark durumunun günlük ortalama yol miktarı aralığına göre dağılımları	55
Çizelge 6.4 : Anketteki derecelendirmenin AHS karşılığı	55
Çizelge 6.5 : Örnek katılımcının ölçütler arası karşılaştırma matrisi	56
Çizelge 6.6 : Örnek katılımcının ölçütlerarası karşılaştırma matrisinden elde edilen B matrisi	56
Çizelge 6.7 : Örnek katılımcının ölçüt önem dağılımı.....	56
Çizelge 6.8 : B, C ve D sınıfları ölçüt önem dağılımları	57
Çizelge 6.9 : Otomobillerin sınıflarına göre mevcut dağılımları, tercih dağılımları ve tercih edilen otomobil sınıfı fiyat karşılama oranı.....	58
Çizelge 6.10 : Örnek katılımcının ölçüt önem dağılımı.....	59
Çizelge 6.11 : B sınıfı otomobil kullanıcılarının görece öncelik sıralarına göre seçenek dağılımları	60
Çizelge 6.12 : B sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre otomobil seçimleri.....	60
Çizelge 6.13 : C sınıfı otomobil kullanıcılarının görece öncelik sıralarına göre seçenek dağılımları	62
Çizelge 6.14 : C sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre otomobil seçimleri.....	62
Çizelge 6.15 : D sınıfı otomobil kullanıcılarının görece öncelik sıralarına göre seçenek dağılımları	64
Çizelge 6.16 : D sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre otomobil seçimleri.....	64
Çizelge 6.17 : GO seçenlerin kısıtları sağlama durumları	66
Çizelge 6.18 : HO seçenlerin kısıtları sağlama durumları	66
Çizelge 6.19 : EO seçenlerin kısıtları sağlama durumları	67

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 : Geleneksel ve elektrik motorlu araçlar arasındaki bireysel öncelik farklarının karşılaştırması.....	17
Şekil 4.1 : Hiyerarşik yapı örneği.....	23
Şekil 6.2 : B sınıfı mevcut yakıt türüne göre seçilen yakıt türlerinin karşılaştırması.	61
Şekil 6.2 : C sınıfı mevcut yakıt türüne göre seçilen yakıt türlerinin karşılaştırması.	63
Şekil 6.3 : D sınıfı mevcut yakıt türüne göre seçilen yakıt türlerinin karşılaştırması.	65

SÜRÜCÜLERİN ELEKTRİK MOTORLU OTOMOBİLLERE YAKLAŞIMININ ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Son yıllarda Türkiye'de özellikle büyük şehirlerde otomobil sayısındaki hızlı artış ve buna bağlı olarak fosil yakıtların kısıtlı rezervlerinin de tüketiminin hızlanması, otomobillerin sürdürülebilir enerjiler kullanması fikrini ortaya çıkarmıştır. Otomobillerde kullanılan elektrik enerjisi, sürdürülebilir kaynaklardan elde edildiğinde hem işletme masrafları hem de çevrecilik açısından oldukça fazla verim sağlamaktadır. Otomobil üreticilerinin de elektrikli (EO) ve hibrit (HO) otomobiller üzerine yaptıkları çalışmalarını arttırmaları ve yeni elektrik motorlu otomobil (EMO) modellerini piyasaya sürmeleri otomobil teknolojisinin bu yönde ilerleyeceğini göstermektedir.

EMO'ların tarihi, Briton Michael Faraday'ın, Volta'nın kimyasal pilini deneylerinin bir bileşeni olarak kullanması ve 1821'de ilk defa elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürerek elektrik motorunun (EM) temellerini atmasına dayanmaktadır. EO üretimiyle ilgili çalışmalar dönem dönem gündeme gelse de hiçbir zaman istenilen başarıya ve yaygınlığa ulaşamamıştır. EO'ların günümüzde de devam eden en büyük sorunu erim ve hız konusunda içten yanmalı motor (İYM) kullanan otomobillere yaklaşamamasıdır. Ayrıca batarya maliyetleri ve şarj sürelerinin uzunluğu da EO'ların kullanımını kısıtlayan diğer etkenler olarak düşünülmektedir.

Bu çalışmada sürücülerin otomobil seçim ölçütlerinin önem sıralarının belirlenmesi ve EMO'ların geleneksel otomobillerle (GO) birlikte değerlendirilerek sürücülerin EMO'lara karşı yaklaşımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca sürücülerin seçim ölçütlerinin oranlarının belirlenmesiyle EMO'ların zayıf ve üstün yanlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada otomobiller A, B, C, D, E, F olmak üzere büyüklüklerine göre 6 sınıfta incelenmiş, kasa tipleri dikkate alınmamıştır. 2014 yılı boyunca her sınıfta en çok satılan otomobil marka/modeli belirlenmiş ve bu otomobillerin farklı yakıt türlerinden en düşük seçeneğe modelleri değerlendirmeye alınmıştır. En çok satılan otomobiller arasında EMO'lar yer almadığı ve bu tür motora sahip otomobillerin değerlendirilmesi amaçlandığı için Türkiye'de 2015 yılında satışta bulunan tüm EMO'lar da aynı ölçütler kullanılarak değerlendirilecek otomobiller listesine sokulmuştur. Buna rağmen A ve E sınıflarında Türkiye'de satılan EMO olmadığı için Avrupa'da satılan eşdeğer modeller incelenmiş ve bunlar da değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada katılımcıların otomobil seçimi yaparken kullanacağı karar ölçütleri en yüksek hız, hızlanma süresi, yakıt tüketimi, erim, çevrecilik, fiyat ve yıllık masraflar olarak belirlenmiştir.

Çalışmadaki veriler analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve katılımcıların ikili ölçüt karşılaştırmalarından ölçütlerin önem düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen ölçüt önem düzeyleri seçenek olarak belirlenen otomobillerin ölçüt verileriyle birlikte değerlendirilerek, katılımcıların seçtikleri otomobillere ulaşılmıştır. AHS yönteminin en önemli güçlü yönü problem hakkında hazırlanan basit sorularla kişisel yönelimlerin göz ardı edilmesi ve hedefe odaklanan hiyerarşik yapısıyla da mantıklı sonuçlara ulaşılmasıdır. AHS'nin bir başka güçlü yönü ise kişilerin düşünce ve duygularına dayanan sayısal olarak ifade edilemeyen bilgileri sayısal verilere dönüştürebilmesidir.

Çalışma kapsamında, Mart-Nisan 2015 tarihlerinde İstanbul içerisinde rastgele seçilmiş 520 otomobil sürücüsüyle yüz yüze anket yapılmıştır. Tutarlılık oranı %10'un altında kalan 41 kişinin verileri değerlendirmelerden çıkarılarak toplam 479 kişiye ait veriler değerlendirilmiştir. Bu veriler kullanıcıların sosyoekonomik bilgilerini, mevcut otomobil kullanımlarıyla ilgili bilgilerini ve otomobil ölçüt önem karşılaştırmalarını içermektedir. Katılımcılarda aktif ya da pasif otomobil kullanıcısı olma ve İstanbul içerisinde oturuyor olma kıstasları aranmıştır. Katılımcılara anketin EMO'lara yaklaşımla ilgili olduğu ve verdikleri yanıtlara göre bir otomobil seçmiş olacakları belirtilmemiş, yalnızca otomobil özelliklerine genel olarak bakıldığı söylenmiştir. Bu şekilde EMO'lara karşı önyargıların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Anket sonuçlarında öncelikle katılımcıların sosyoekonomik durumları incelenmiştir. Katılımcıların %61'i erkek ve %39'u da kadınlardan oluşmaktadır. Cinsiyet, medeni durum, gelir grubu ve yaş aralığı fark etmeksizin tüm gruplarda C sınıfı otomobil kullanım oranı otomobil sınıfları arasında en yüksektir.

Katılımcıların otomobillerinin yakıt türlerine bakıldığında benzinin %64,5, motorinin %23,6 ve LPG'nin %11,9 oranlarında kullanıldığı görülmektedir. Anket yapılan kişiler arasında EO ve HO kullanan bulunmamaktadır.

Katılımcıların ev ve iş yerlerinde otomobillerini nereye park ettikleri bilgisi, EO veya FHO'ya sahip olmaları durumunda şarj olanaklarını belirlemek için kullanılmıştır. Ayrıca EO kullanımıyla ilgili erim değerlendirmesi için kullanıcıların günlük yaptıkları ortalama yol miktarı kullanılmıştır. EO kullanımı durumu için belirlenen 75 km günlük kullanım sınırının altında kalan kullanıcıların ev veya işyerinden en az birinde, 75 km günlük kullanım sınırını aşan kullanıcıların EO kullanabilmeleri için hem evinde hem işyerinde şarj olanağı olması gerektiği düşünülmüştür. Toplamda 479 kişiden 353 kişinin (%73,7) erim ve otopark koşullarını sağlayabildiği bilgisine ulaşılmıştır.

Ölçüt önem düzeylerinin belirlenmesi ve katılımcıların otomobil seçimleri A, E ve F sınıflarında yeterli katılımcı sayısına ulaşamadığı için bu sınıflarda otomobil kullanan katılımcılara uygulanmamıştır. B, C ve D sınıfı otomobil kullanıcılarının verdiği yanıtlara göre belirlenen ölçüt önem düzeylerine bakıldığında B sınıfında yıllık masraf, C sınıfında yakıt tüketimi ve D sınıfında ise fiyat en önemli ölçüt olarak görülmektedir. Tüm sınıf kullanıcılarında da en önemsiz ölçüt ortak olarak en yüksek hızdır. Ayrıca otomobil sınıfı yükseldikçe en yüksek hızın öneminin artmakta olduğu, yakıt tüketimi, çevrecilik, yıllık masraf ve erimin öneminin azaldığı belirlenmiştir.

Katılımcıların ölçüt önem düzeyleri belirlendikten sonra kullandığı otomobil sınıfındaki seçenekler için AHS'ye devam edilmiştir. Örneğin, bir kişi B sınıfı bir otomobil kullanıyorsa ölçüt önem düzeyleri B sınıfındaki otomobil seçenekleriyle birlikte değerlendirilmiş ve kişi için seçeneklerin önem dağılımları ve sıraları bulunmuştur. Değerlendirmeler katılımcıların seçimlerinde ilk sırada yer alan otomobillere göre yapılmıştır.

B sınıfı otomobil seçimlerine bakıldığında erkeklerin kadınlara, bekarların da evlilere göre daha fazla oranda EMO seçtiği görülmektedir. HO modeli yalnızca bekâr erkekler tarafından seçilmiş, diğer cinsiyet-medeni durum gruplarında seçilmemiştir. Sıvılaştırılmış petrol gazıyla çalışan otomobil (LO) seçim oranı gelir düzeyiyle birlikte artarken, DO seçim oranının yaşla birlikte artmaktadır. Ayrıca gelir düzeyi ve yaş arttıkça EO seçim oranı azalmaktadır. B sınıfına genel olarak bakıldığında ise otomobiller seçim oranlarına göre büyükten küçüğe dizel (%57,7), LPG'li (%14,4), elektrikli (%11,7), benzinli (%10,8) ve hibrit (%5,4) olarak sıralanmıştır. B sınıfı HO

seçimi DO kullanıcılarında en yüksek orana sahipken, BO kullanıcıları arasında en düşüktür. EO seçim oranının kullanılan mevcut yakıt türüne göre değişmediği ve tüm yakıt türü gruplarında yaklaşık %10 düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

C sınıfında en dikkat çeken veri BO modelinin hiçbir grupta seçilmemiş olması ve tüm gruplarda DO modelinin yaklaşık %90 oranlarla seçilmiş olmasıdır. HO modelinin seçim oranı ise %5,7 olarak belirlenmiştir. Ayrıca bekârların evlilere göre, erkeklerin de kadınlara göre HO seçim oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. HO, LO kullanıcılarında %12,5, BO kullanıcılarında %6,3 ve DO kullanıcılarında %1,6 oranlarında tercih edilmiştir.

D sınıfında EO seçim oranının evlilerde bekârlara göre, erkeklerde de kadınlara göre daha yüksek olduğu ve gelir düzeyi arttıkça da artmakta olduğu belirlenmiştir. D sınıfına genel olarak bakıldığında ise otomobil seçimleri %56,3 dizel, %39,3 elektrikli ve %4,5 benzinli olarak sıralanmıştır. EO seçim oranı DO kullanıcılarında %23,8'le en düşük orana sahipken, BO ve LO kullanıcıları arasında aynı olup yaklaşık %40,0'dır. D sınıfı kullanıcıları arasında EO seçim oranı mevcut duruma bakıldığında oldukça yüksek çıkmıştır. Bu da doğru satış politikaları uygulanması durumunda D sınıfı için EO'lara karşı bir talep oluşabileceğini göstermektedir.

Katılımcıların otomobil seçimlerinde ilk sırada yer alan otomobillerin bazı kısıtlara uyup uymadıkları değerlendirilmiştir. EO için erim, otopark ve en yüksek fiyat, GO ve HO için ise en yüksek fiyat kısıtları düşünülerek değerlendirmeler yapılmıştır. GO'lara bakıldığında katılımcıların %53,3'ünün seçtiği otomobilin fiyatını karşılayabildiği görülmektedir. HO'lara bakıldığında ise HO seçenlerin %51,7'sinin fiyat kısıtını sağladığı ve HO alması için bir engel olmadığı görülmüştür. EO'lara bakıldığında, EO seçenlerin %75,4'ü erim kısıtına uymaktadır. Bu kısıtı sağlayanların otomobil satın alırken ödeyebileceği en yüksek tutarlar kendi sınıflarındaki EO fiyatlarıyla karşılaştırılmış ve %20,9'unun bu fiyatları karşılayabileceği görülmüştür. Sonuç olarak EO seçenlerden %15,8'i kısıtları sağlayabilmiştir. GO, HO ve EO seçenlerin fiyat kısıtlarını sağlama oranları karşılaştırıldığında HO ve GO seçenlerin oranlarının yakın olduğu, ancak EO seçenlerin oranlarının GO ve HO seçenlerin oranlarının yarısından daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara bakılarak HO fiyatlarının beklenen düzeyde olduğu, EO fiyatlarının ise kullanıcıların beklediği düzeyden fazla olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, B, C ve D sınıfı otomobil sürücülerinin kullanmakta oldukları otomobillerin yakıt türleri ile seçtikleri otomobillerin yakıt türleri arasında oransal olarak büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumun, sürücülerin otomobil seçimlerini önyargılardan, alışkanlıklardan, bilinçsizlikten ve fiyat veya başka kısıtlamalardan dolayı kendi ölçüt önem düzeylerine göre yapmadığını göstermektedir. Ayrıca, EO'ların sunduğu erim düzeylerinin kullanıcıların büyük bir çoğunluğu için yeterli olduğu ancak satın alım maliyetlerinin eşdeğer otomobillere göre yüksek olmasının tercih edilecek olsalar bile caydırıcı olduğu gözlemlenmiştir.

DETERMINING THE ATTITUDES OF DRIVERS TOWARDS ELECTRIC MOTOR CARS BY USING ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

SUMMARY

There is a rapid increase in the number of cars in Turkey, especially in big cities. Limited reserves of fossil fuels has revealed the idea of using sustainable energy for cars. If electricity used in cars is obtained from sustainable sources, this provides more efficiency in terms of not only the operating costs but also environmentalism. The increasing researches and developments for electric and hybrid cars and announcing the new models with electric motor show that the technology of cars will developed in this way.

Electric motor cars' history started with that Briton Michael Farraday used the Volta's chemical battery for a part of his researches, and he have laid the foundations of electric motors with converting the electric energy to kinetic energy in 1821. Even if researches on the electric cars production come up at times, they have never been succeed and popular. The most important issue of electric cars is that ranges and maximum speeds of them do not catch the cars with internal combustion engines. In addition, high battery costs and long charging times are considered to be other factors that restrict the use of electric cars.

This study aimed at determining the drivers' car selection criteria in order of importance and the drivers' approach to electric motor cars with evaluating conventional cars with electric motor cars. In addition, the importance ratio of selection criterias are determined with the aim of finding out the positive and negative features of electric motor cars.

In this study, cars are classified according to their sizes into 6 segments and car types are not considered. This segments are A, B, C, D, E and F; A is the smallest and F is the biggest. Best-selling car models in each segment in 2014 are determined and the lowest-choice of these cars in different fuel types are used in research. However, any electric motor car is not best-selling car in any segments. All electric motor cars in sales in Turkey in 2015 have been added to the list of cars for evaluating with using the same criterias because of the aim of the study. Nevertheless, the equivalent car models in Europe in A and E segments are examined and added to car list because of that there is no electric motor car in these segments for sale in Turkey. The decision criterias for using the selection of the cars are determined as maximum speed, acceleration time, fuel consumption, range, environmentalism, price and annual cost.

Datas in this study were processed with using analytic hierarchy process and priorities of criterias are determined with using participants' pairwise comparisons of criterias. Priorities of criterias are evaluated with datas of cars defined as alternatives, and chosen cars of participants are achieved. The strongest feature of analytic hierarchy process is that individual tendencies are ruled out and the rational results can be reached with the hierarchical structure that focuses the target. The other strongest future of the analytic hierarchy process is that it can convert information about thoughts and feelings of the people that can not be expressed numerically to digital datas.

In the study, face to face surveys were done with randomly selected 520 people in the period March-April 2015 in Istanbul. Consistency ratio remains below 10% of the

datas of 41 people are not used and datas of 479 people are evaluated. These datas contains users' socio-economic informations, informations about the current car usages and pair-wise comparisons of car selection criterias. Some of criterias are identified for participants. The participants may be active or passive car users and they must live in Istanbul. The survey is about the electric motor cars and their answers will be used for a car choice were not told to participants. They only know that their answers using for identifying the priorities of car choice criterias. It is aimed to prevent prejudgments of participants against electric motor vehicles.

In the survey results, socio-economic status of the participants were examined first. 61% of participants are male, and 39% of participants are female. C-segment cars' utilization rate is the highest in all of the sex, marital status, income and age groups. B and D-segment cars are more preferred by men than women, but C-segment cars are more preferred by women than men. B and C-segment cars are more preferred from single people than married people, however this rating is reversed in the D-segment car users. Segments of the cars by income groups were examined. When the incomes increased, the ratio of the utilization of the A-segment cars decreased. As for the age range is seen that the using of the D-segment and E-segment cars increases with age.

Car of the participants analyzed for the fuel types. It is observed that 64.5% of the cars work with gasoline, 23.6% of the cars work with diesel, and 11.9% of the cars work with LPG. Among the surveyed people there are nobody that using electric car or hybrid car. The most commonly used type of fuel is gasoline except E-segment cars. Diesel is used at the rate of 71.4% in the E-segment cars. It seems that the highest usage rate of the gasoline is in the A-segment cars with rate of 90.9%. The highest usage rate of the LPG is in the B-segment with rate of 16.2%. There is no use of LPG in the A, E and F-segment cars.

Informations about where participants park their cars at home and workplace are used to determine the possibilities of charge if they have electric car or plug-in hybrid car. In addition, average length of their daily trips are used for the range assessment for electric cars. Limit for the average length of daily trips is specified as 75 km. This length is half of the range of the electric car that have the shortest range sales in Turkey. The other half of 150 km is approved for range reduction that is caused by the case of usage and charging the battery incompletely. Drivers that have less than 75 km average daily trips must have a parking area at home or work at least one of them. If they have more than 75 km average daily trips, they must have parking areas both at home and work. It is considered that if they have parking area, they could install the charging unit for electric or plug-in hybrid car. 353 people from 479 in total (73.7%) were able to provide the range and parking conditions.

Adequate the number of E and F-segments' users has not been reached. Because of this, the processes were not been applied for users of these segments. Priority of criterias are determined by the answers given by the B, C and D-segment car users. The priorities shows that when buying car, the most important criteria is the annual cost for B-segment, fuel consumption for C-segment and price for D-segment car users. In all segments, the most insignificant criteria as common is the maximum speed. In addition, when the segment of cars increases, the priority of maximum speed increases also, but priorities of fuel consumption, environmentalism, annual cost and range decrease.

Analytic hierarchy process continues in their car segment after the priority of criterias for the participants were specified. For example, if a participant uses a B-segment car,

his priorities of criterias are evaluated with the B-segment car alternatives. After this process, the priorities and ranking of alternatives are found for participant. Reviews were made based on the first place in the elections of participants.

When B-segment car choices were looked, electric motor cars were selected more by men than women. Hybrid car were selected only by single males, and it is not selected by other gender or marital status groups. The selection ratio of the LPG car increases when level of income increases. When age increases, the rate of diesel car selection also increases, but rate of electric car selection decreases. In addition, the selection ratio of the electric car decreases when income and age increases. When looking the B-segment, the rate of the fuel type selections are that diesel is 57,7%, LPG is 14.4%, electric is 11.7%, gasoline is 10.8% and hybrid is 5.4%. The highest rate of hybrid car selection in the B-segment is had by the diesel car users, and the lowest rate is had by gasoline car users. Electric car selection ratio is not changed according to the current fuel type, and it is approximately 10% for all fuel type users.

The most remarkable data in C-segment is that the gasoline car was not chosen by any group of users, and all of the groups chose the diesel car with rate about 90%. The selection ratio of hybrid car is 5.7%. In addition, single people chose the hybrid car more than married people and men chose more than women. Selection ratio of hybrid car is 12.5% for LPG car users, 6.3% for gasoline car users and 1.6% for diesel car users.

Electric car selection rate for married users is higher than single users' in the D-segment. When income of users increases, the electric car selection increases. When looking the D-segment, the rate of the fuel type selections are that diesel is 56.3%, electric is 39.3% and gasoline is 4.5%. Selection rate of electric car is the lowest for diesel car users (%23.8) and the same for the gasoline and LPG car users (about 40.0%). Electric car selection rate among D-segment users is very high when looking at the current situation. This show that if the correct sales policy were applied, the sales of electric car increased in D-segment.

For cars that are ranked as first by the participants, some criterias are reviewed. Average length of their daily trips and prices they can pay for electric cars and prices for conventional and hybrid cars are also analyzed. Looking at conventional cars, it seems that 53.3% of the participants can pay for the car they had chosen. Looking at hybrid cars, it seems that 51.7% of the participants can pay for the car they had chosen. The range limit did not affect the 75.4% of participants who selected electric cars. However the prices are higher than expected level of purchase costs. Only 20.9% of participants who provide the range limit can pay the prices of the electric vehicles. As a result, 15.8% of participants who select the electric cars are available for buying them. When rates of participants who can pay for the car they chose are compared, the rates of participants who chose hybrid cars and conventional cars are close but the rates of the ones who chose electric cars are seriously low. Looking at these results, while the prices of hybrid cars are on the expected level, the prices of electric cars are higher than expected.

As a result, there are huge differences rationally between the fuel type of the cars that are used by B, C and D-segment car drivers and the fuel type of the cars those drivers chose. These differences show that drivers can not make their choices with consideration of their own personal importance of criteria levels because of some restrictions like prejudgements, habits, unconsciousness, prices etc. In addition, ranges

of electric cars are sufficient for most of the drivers but prices that are higher than the prices of equivalent cars are a dissuasive element even if the car is preferable.

1. GİRİŞ

Türkiye'de son yıllarda özellikle büyük şehirlerde otomobil sayısında hızlı bir artış görülmektedir. Türkiye'de 2013 yılı sonunda trafiğe kayıtlı 9.283.923 otomobil varken, 2014 yılı sonunda bu sayı 9.857.915'e çıkarak yaklaşık %6'lık bir artış göstermiştir. Trafiğe kayıtlı otomobillerden % 99,6'sı benzin, motorin ya da sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ile çalışan içten yanmalı motora (İYM) sahiptir. Dünya'da ve Türkiye'de İYM'ye sahip otomobillerin oranının çok yüksek olması fosil yakıtlara olan gereksinimin de yüksek olması anlamını taşımaktadır. Dünyada fosil yakıt rezervlerinin giderek azalmakta olduğu bilinmektedir. Bu durum, insanları farklı yakıt arayışlarına itmiş ve elektrik enerjisi başta olmak üzere farklı enerji türlerini otomobillerde kullanmaya yöneltmiştir. Otomobil üreticilerinin de her geçen gün elektrik motorlu yeni otomobil modellerini piyasaya sürmeleri otomobil teknolojisinin bu yönde gelişmekte olduğunu göstermektedir.

Elektrik enerjisi günümüzde yalnızca otomobillerde değil birçok taşıt türünde kullanılmaktadır. Taşıtlar içinde elektriğin en yaygın olarak kullanıldığı alan demiryollarıdır. Ayrıca şehir içi bireysel ulaşımında park yeri ve esneklik gibi birçok kolaylık sağlayan bisiklet ve motosikletlerin de elektrikli modelleri yavaş yavaş yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada, sürücülerin otomobil seçim ölçütlerinin önem sıralarının belirlenmesi ve elektrik motorlu otomobillerin (EMO) geleneksel içten yanmalı motora sahip otomobillerle (GO) birlikte değerlendirilerek EMO'lara karşı yaklaşımın belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, EMO'ların kullanıcılara göre zayıf ve üstün yanlarının belirlenmesi de hedeflenmiştir.

Çalışmada yüz yüze anketler yapılmış ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Katılımcıların anket sorularına verdikleri yanıtlar analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve otomobil seçim ölçütlerinin önem sıraları belirlenmiştir. Seçenek olarak belirlenen otomobiller katılımcılardan gizli tutulmuş ve

her katılımcı için ayrı ayrı belirlenen önem sıralarına göre katılımcıların isteklerini karşılayan otomobillere ulaşılmıştır.

2. ELEKTRİK MOTORLU OTOMOBİL

Türkiye’de ve dünyada otomobil sayısının gittikçe artmasına bağlı olarak fosil yakıtlara olan ihtiyaç da artmaktadır. Fosil yakıtların kısıtlı rezervlere sahip olması, otomobillerin sürdürülebilir enerjiler kullanması fikrini ortaya çıkarmıştır. Otomobillerde kullanılan elektrik enerjisi, sürdürülebilir kaynaklardan elde edildiğinde hem işletme masrafları hem de çevrecilik açısından oldukça fazla verim sağlamaktadır. Bu bölümde EMO’ların tarihsel gelişimi ve EMO türlerinden bahsedilmiştir.

2.1 Elektrik Motorlu Otomobillerin Gelişimi

EMO’ların tarihi, bataryaların tarihiyle hemen hemen aynı zamanda başlamaktadır (Wakefield, 1994). 1800’lü yıllarda İtalyan Alessandro Volta elektrik enerjisinin kimyasal olarak depolanabileceğini göstermiştir. Briton Michael Faraday, Volta’nın kimyasal pilini deneylerinin bir bileşeni olarak kullanmış ve 1821’de ilk defa elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürerek elektrik motorunun (EM) temellerini atmıştır.

İlk deneysel elektrikli hafif taşıtlar 1830’ların ortasında Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Birleşik Krallık ve Hollanda’da ortaya çıkmıştır. 1859’da Belçikalı Gaston Plante bataryalar arasında çok önemli bir adım olarak kabul edilen, kurşun-asitli batarya hücrelerini keşfetmiştir. 1881 yılında Gustave Trouvé kurşun bataryayı enerji kaynağı olarak kullanmış ve üç tekerlekli ilk elektrikli otomobili (EO) tasarlamıştır. Thomas Edison da daha verimli bir batarya elde etmek için çalışmalarda bulunmuş ve 1901 yılında kurşun bataryalara göre %40 daha fazla enerji depolayabilen nikel-demir bataryayı keşfetmiştir. Ancak nikel-demir bataryaların üretim maliyetlerinin fazla olması otomobillerde yaygın olarak kullanılmasına engel olmuştur (Hoyer, 2008).

1900’lü yıllarda EO’ları geliştirmek için yeni batarya türleri üzerinde çalışmalar yapılmasının yanı sıra rejeneratif (kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren) fren sistemi ve hibrit teknolojisi bulunmuştur (Anderson ve Anderson, 2005). Rejeneratif fren sistemi, frenleme sırasında açığa çıkan enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmekte

ve daha sonra kullanılmak üzere bataryada depolamaktadır. Hibrit otomobil (HO), rejeneratif fren sistemini kullanmasının yanında İYM ve EM bulundurmasının sonucu olarak düşük hızlarda sessizlik ve erim (menzil) engelinin aşılması gibi iki önemli özelliği bir arada bulundurmaktadır.

2. Dünya Savaşı sonrası Japonya’da yaşanan petrol kıtlığı nedeniyle oldukça ilgi görmüş olan EO’lar üretilmiştir. Bunlardan en önemlisi olan ve “Tama Electric Powercar” adı verilen otomobil 150 km erime ve 60 km/sa hıza ulaşabilmiştir (Wakefield, 1994). 1960’lı yıllarda British Ford Motor Company ve US General Motors, park için fazla yer kaplamayacak, yüksek manevra yeteneğine sahip, en az kirlilik sağlayacak, kullanımı kolay, üretim ve işletme maliyeti düşük bir otomobil üretme hedefiyle çalışmalar yapmışlardır. Örnek otomobiller üretilmiş ancak yeterli erime ve hıza ulaşamamasının yanında maliyet sorununun da önüne geçilemediğinden satışa sunulamamışlardır (Westbrook, 2001). 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi etkisiyle, fosil yakıtların sınırlı olduğunun ve yenilenebilen kaynakların öneminin farkındalığı artmıştır. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyoenerji gibi farklı kaynaklar önem kazanmıştır. ABD, Avrupa ve Japonya’daki büyük otomobil şirketleri yeni batarya ve motor türleri üzerinde çalışmalar yapmış ancak yeterli başarıya ulaşamamışlardır (Wakefield, 1994). 1990’larda büyük şehirlerdeki hava kirliliğinin artması nedeniyle sıfır-salınımlı otomobiller için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar hükümet ve otomobil üreticilerinin ortak hareket etmesiyle gerçekleşmiştir. 1993 yılında ABD hükümeti yakıt tüketimi yaklaşık 4,0 l/100 km olan “temiz otomobil” üretimini hedefleyerek 1 milyar dolar harcamış ve 3 prototip üretilmesini sağlamıştır. Üretilen prototiplerin hepsi hibrit özellikte olmuş ancak seri üretime geçilen modeller olmamışlardır (Anderson ve Anderson, 2005). Toyota bu ortak çalışmanın bir parçası olmamasına karşın 1997 yılında 4 kapılı sedan ve hibrit bir model olan Prius’u Japonya’da üretmiştir. Aynı yıl Avrupa’da da Audi hibrit model Duo’yu geliştirmiştir. 1999 yılında Honda 2 kapılı Insight modeliyle ABD piyasasına girmiştir. Özellikle, 2000 yılında ABD piyasasına giren Toyota Prius’un satışları başarılı olmuş ve HO’ların yaygınlaşmasına öncülük etmiştir (Hoyer, 2008). Renault 2011 yılı sonunda Bursa’da bulunan Oyak Renault Otomobil Fabrikaları’nda üretimi yapılan ve EO olarak tasarlanan Fluence Z.E. modelini dünya piyasasına sunmuştur. Bu modelin üretimi, hedeflenen satış rakamlarına ulaşamaması nedeniyle 2014 yılında durdurulmuştur. 2015 yılında Türkiye’de farklı

markaların farklı EMO modelleri satışa sunulmaktadır. Bunlardan Toyota Yaris daha önceden farklı motor seçenekleriyle Türkiye’de satışı yapılan ve 2015 yılında hibrit modeliyle de satışa sunulan bir model olarak dikkat çekmiştir.

Tarihte EO'ların gelişimi süreklilik gösterememiştir. EO üretimiyle ilgili çalışmalar dönem dönem gündeme gelse de hiçbir zaman istenilen başarıya ve yaygınlığa ulaşamamıştır. EO'ların günümüzde de devam eden en büyük sorunu erim ve hız konusunda İYM kullanan araçlarla yarışamaması olmuştur. Ayrıca batarya maliyetleri ve şarj sürelerinin uzunluğu da EO'ların kullanımını kısıtlayan diğer etkenlerdir (Hoyer, 2008). Günümüzde büyük otomobil üreticilerinin çoğu elektrikli ve hibrit modeller piyasaya sunmuş olsa da bu yaygınlaştırma çabalarının nasıl sonuç bulacağı bilinmemektedir.

2.2 Elektrik Motorlu Otomobil Türleri

EMO’lar, otomobil dünyasında yıllardır savunulan ve gelecek vadeden bir seçenek olarak kabul edilmiştir. EMO’lar düşük yakıt masrafı ve CO₂ salınımı gibi olumlu yanları ile öne çıkmaktadır. Elektrik enerjisi kullanan otomobiller HO, fişli hibrit otomobiller (FHO) ve EO olmak üzere 3 temel grupta incelenmektedir.

Elektrik enerjisini kullanan otomobillerden ilki olan HO’lar seri veya paralel olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu tür otomobiller İYM ile EM’nin bir arada bulunduğu ve kullanıldığı otomobillerdir. HO’lara yalnızca petrol türevi yakıt dolumu yapıldığından elektrik enerjisi için herhangi bir bağlantıya gereksinim duyulmaz. Ayrıca frenleme sırasında açığa çıkan enerji depolanıp daha sonra kullanılarak verim artırılır. Bu tür otomobillerde genellikle belli bir hıza kadar EM kullanılır, belli bir hızdan sonra ise İYM’ye geçilir. Bu şekilde şehir içi gibi dur-kalkın çok olduğu ve fazla hıza gereksinim duyulmayan bölgelerde EM kullanılarak sessizlik ve sera gazları salınımının sıfırlanması sağlanırken, uzun yol kullanımlarında da İYM’ye geçilerek erim engeli ortadan kaldırılmış olur.

İkinci tür olan FHO’ların HO’lardan farkı, bataryalarının şehir şebekesinden de şarj edilebilmesidir. FHO’lar HO’lara göre daha büyük ve güçlü EM’lere ve daha büyük bataryalara sahiplerdir. Bu tip otomobiller bataryaları bitene kadar tamamen elektrik enerjisiyle çalışacak şekilde tasarlanabildiği gibi iki yakıt türünü beraber kullanacak şekilde de tasarlanabilir.

Üçüncü tür olan EO'larda İYM bulunmamaktadır. Aracın hareketi araçtaki bataryaları kullanarak çalışan bir EM tarafından sağlanır. Bu tür araçlarda diğer iki türe göre daha büyük bataryalar bulunmakta ve elektrik enerjisiyle daha çok yol yapabilmektedirler. Şu anda piyasadaki EO'lar genellikle küçük boyutlarda, erimi kısıtlı (yaklaşık 100-150 km) olan ve tam şarj olması ortalama 6 saat süren otomobillerdir. Bu tür otomobiller üzerinde yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları genel olarak bataryaların büyüklüklerini ve ağırlıklarını düşürmeyi, kapasitelerini arttırmayı ve şarj sürelerini kısaltmayı hedeflemektedir (Graham-Rowe ve diğ, 2012).

3. EMO İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde EMO'ları oluşturan HO, FHO ve EO'larla ilgili bugüne kadar yapılmış çalışmalar incelenmiştir.

3.1 Otomobillerin Yakıt Türlerine Göre Ekonomik ve Çevresel Özellikleri

Granovskii ve diğ. (2006) geleneksel, hibrit, elektrikli ve hidrojen yakıt hücreli otomobillerin ekonomik ve çevresel açıdan karşılaştırılmasıyla ilgili yaptıkları çalışmada, otomobillerin ekonomik özelliklerini araç fiyatı (HO ve EO için batarya değiştirme maliyeti dâhil), yakıt masrafları (otomobil ömrü boyunca) ve yakıt ikmali sayısını tanımlayan erim ölçütleri ile belirlemişlerdir. Otomobillerin çevresel etkileri ise hava kirletici ve sera gazları salınımlarının incelenmesiyle değerlendirmeye alınmıştır. Hava kirletici ve sera gazları salınımlarının yalnızca otomobillerden kaynaklanmadığı, aynı zamanda yakıt üretimi sırasında da ortaya çıktığı göz önünde bulundurulmuştur.

Hesaplanan değerler farklı tür otomobiller için farklı gösterimlere sahip olduğundan normalize edilmiş, ölçütün tüm avantajlarını sağlayan otomobil "ideal otomobil" olarak tanımlanmış ve 1 değerini almıştır. Tüm ölçütlerin normalize edilmiş değerlerinin birleştirilmesiyle, otomobil türlerinin karşılaştırılmasını sağlayan genel bir değerlendirme notu elde edilmiştir. Hesaplanan tüm değerler; elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi, yarısının yenilenebilir kaynaklardan yarısının fosil yakıtlardan üretilmesi ve tamamının fosil yakıtlardan üretilmesi olmak üzere üç farklı durum için karşılaştırılmış ve Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Veriler değerlendirildiğinde HO ve EO'ların diğer türlere göre genel anlamda daha üstün olduğu görülmüştür. Ayrıca EMO'ların ekonomik ve çevresel özelliklerinin büyük ölçüde elektriğin üretim kaynağına bağlı olduğu belirtilmiştir. Elektriğin, yenilenebilir kaynaklardan sağlanması durumunda EO'ların, doğalgazdan üretilmesi durumunda ise HO'ların diğer tür otomobillere göre avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır (Granovskii ve diğ, 2006).

Çizelge 3.1 : Otomobillerin 4 farklı yakıt türü için normalize edilmiş ekonomik ve çevresel değerleri (Granovskii ve diğ, 2006).

Yakıt türü	Otomobil maliyeti	Erim	Yakıt maliyeti	Sera gazları salınımları	Hava kirletici salınımları	Genel değer
Elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi durumu						
Geleneksel	1,000	0,581	0,307	0,108	0,126	0,065
Hibrit	0,733	1,000	0,528	0,174	0,205	0,370
Elektrikli	0,212	0,177	1,000	1,000	1,000	1,000
Hidrojen yakıt hücresi	0,154	0,382	0,532	0,163	0,247	0,034
Elektriğin yarısının yenilenebilir kaynaklardan yarısının fosil yakıtlardan üretilmesi durumu						
Geleneksel	1,000	0,581	0,307	0,336	0,436	0,176
Hibrit	0,733	1,000	0,528	0,541	0,708	1,000
Elektrikli	0,216	0,177	1,000	1,000	1,000	0,252
Hidrojen yakıt hücresi	0,154	0,382	0,532	0,488	0,807	0,083
Elektriğin fosil yakıtlardan üretilmesi durumu						
Geleneksel	1,000	0,581	0,307	0,599	0,628	0,197
Hibrit	0,733	1,000	0,528	0,911	0,967	1,000
Elektrikli	0,212	0,177	1,000	1,000	0,824	0,090
Hidrojen yakıt hücresi	0,154	0,382	0,532	0,794	1,000	0,073

Van Vliet ve diğ. (2011) piyasadaki ve gelecekteki EO'ların verimliliği, maliyetleri ve sera gazları salınımları üzerine Hollanda'da yaptıkları çalışmada, EO'ların yalnızca yakıt verimliliğini değil, sürüş düzenlerini, şarj düzenlerini ve enerji kayıplarını da göz önünde bulundurmuşlardır. Çalışma;

- Otomobil şarj düzeninin hane halkı üzerindeki etkisi ve toplam elektrik gereksiniminin belirlenmesi,
- Hollanda'da 2015 ve sonrası için EO'ların şarj maliyetlerinin ve sera gazları salınımlarının belirlenmesi,

- FHO'lar ile EO'ların sera gazları salınımları ve maliyetler açısından karşılaştırılması

olmak üzere 3 ana başlıkta değerlendirilmiştir.

Otomobiller karşılaştırılırken özellikler için bir taban belirlenmiş ve yalnızca motor özelliklerinin değiştiği varsayılmıştır. Otomobillerin baştan sona toplam enerji tüketimleri; gerekli mekanik enerjiyle birlikte aktarım, motor ve yakıt beslemesi verimleri kullanılarak hesaplanmıştır. Sıvı yakıt tüketimleri hesabında, dağıtım araçları ve dolun istasyonları için kullanılan enerji ve petrol rafinerisinin ve petrol kaynağının işletim verimi kullanılmıştır. Elektrik tüketimi ise bataryanın şarj ve kullanım sırasındaki verimi, elektrik dağıtım şebekesinin verimi, elektrik üretimindeki verim ve kaynak işletim verimi kullanılarak hesaplanmıştır. Bir otomobile sahip olmanın maliyeti, yıllık sabit maliyetler ve bakım onarım, lastik ve yakıt gibi değişken maliyetlerin toplamıyla bulunmuştur. Otomobilin satın alma maliyeti ise taban özelliklere göre belirlenen maliyetle motor özelliklerine göre değişen maliyetlerin toplanmasıyla elde edilmiştir.

Çalışmadaki otomobil verileri evrensel olmasına karşın elektrik talebi, elektrik üretim kapasitesi ve ulaşım talebi gibi veriler Hollanda'ya göre hazırlanmıştır. Motor fiyat farkı nedeniyle dizel otomobiller (DO) hariç tutularak tüm otomobillerin benzin motoru kullandığı ve yakıt tiplerinde aynı verimi sağladığı varsayılmıştır. Ayrıca EO, HO ve FHO'larda kullanılan motorun ve motor veriminin de aynı olduğu varsayılarak hesaplara katılmıştır. Önceki çalışmalar göz önünde bulundurularak EO'ların 250 km, FHO'ların 50 km erime sahip olduğu düşünülmüştür.

Günümüzde İYM'ye sahip otomobillerin pazar payının yaklaşık %99 olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde FHO'ların ana EMO türü olacağı, pazar payının bölgelere göre farklılık göstermeyeceği ve %6 ile %30 arasında değişebileceği öngörülmüştür.

Günlük otomobil kullanımı, önceki çalışmalara bakılarak Hollanda ve Britanya için 38 km, ABD için ise 52 km olarak alınmıştır. Yolculuklar uzaklıklarına göre değerlendirildiğinde, 50 km altı yolculukların %60 ve %80 oranında olduğu görülmüştür. FHO'ların yıllık olarak kullanım uzaklıkları düşünüldüğünde %30 benzin, %70 elektrik kullandığı varsayılmıştır.

Yapılan çalışmanın sonuçlarına bakıldığında EO'ların sera gazları salınımlarının, şarj için kullanılan elektriğin üretim kaynağına bağlı ve 0 g/km (yenilenebilir kaynaklar) ile 155 g/km (eski kömür santralleri) aralığında olduğu görülmüştür. Hollanda'da 2015 yılı için EO'larda kullanılacak elektriğin doğalgaz kullanılarak üretileceği varsayılmış ve km başına 35-77 g aralığında CO₂ salınımı olacağı hesaplanmıştır. Otomobillerin sahip olma maliyetleri değerlendirildiğinde ise EO'ların diğer türlere göre yıllık 800 € daha fazla maliyeti olduğu belirlenmiştir. FHO kullanımında, kullanım maliyetinde önemli bir artış olmayacağı gibi sera gazları salınımlarında benzin ve dizel yakıt kullanan otomobillere göre %70, HO'lara göre %55 oranında düşüş sağlanabileceği hesaplanmıştır. Bu nedenle van Vliet ve diğ. (2011) EMO türleri arasında FHO motorlarının ve bataryalarının geliştirilmesine ağırlık verilmesini önermişlerdir.

Ustabaş (2013)'ın doktora tezinde, EO'ların ekonomik açıdan, mikro ve makro etkileri incelenmiş ve EO'ların 2012-2017 satış hedefleri doğrultusunda Türkiye ekonomisine katkıları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre EO'ların, özellikle çevre üzerinde olumlu etkilere sahip olacağı, otomobillerin yedek parçalarının ve özellikle bataryalarının yurt içinde üretilmesi durumunda dış ticaret üzerindeki olumlu etkileri de arttıracığı görülmektedir. Ayrıca EO'ların kullandığı elektriğin yurtiçindeki yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi durumunda olumsuz çevresel etkilerinin daha da azalacağı sonucuna varılmıştır.

3.2 Kullanıcıların Otomobillerle İlgili Beklentileri

Axsen ve Kurani (2013) yaptıkları çalışmada; tüketicilerin, çeşitli özelliklerine ve fiyatlarına göre GO, HO, FHO ve EO'lara karşı ilgilerini karşılaştırmışlardır. Veriler San Diego County'deki yeni araç satın alacak 508 kişi üzerinde 2011 yılının Nisan - Haziran ayları arasında yapılan anket ile sağlanmıştır. Bu çalışma, birçoğu henüz EMO deneyimi yaşamayan tüketiciler üzerinde yapılmış ve tüketicilerin EMO'lara karşı ilgisini belirlemeye çalışmıştır.

Araştırmada tüketicilerin mevcut sürüş alışkanlıkları ve olanaklarına bakılmaksızın elektrikli araç teknolojisi hakkındaki bilgileri ışığında elektrikli araçlara karşı ilgi ve tercihleri incelenmiştir. Yüksek pil maliyeti söz konusu olduğunda, seçim oranları FHO'lar için %56, HO'lar için %26, GO'lar için %16 ve EO'lar için %2'dir. Pil maliyetinin düşük olması durumunda FHO %66, HO %20, GO %10 ve EO %4 oranında seçilmişlerdir.

Çalışma sonuçlarına göre FHO'yu seçenlerin EO'ya geçmeleri için gerekli şartlar Çizelge 3.2'de, GO ve HO'yu seçenlerin FHO veya EO'yu seçmeleri için gerekli şartlar ise Çizelge 3.3'te verilmektedir. Her iki grupta da genel sorun erim, şarj etme olanağı ve tam gelişmemiş teknoloji olarak görülmüştür.

Çizelge 3.2 : FHO tercih eden katılımcıların EO tercih etmeleri için kabul ettikleri nedenler ve kabul etme oranları (Axsen ve Kurani, 2013).

FHO'dan EO'ya geçme nedenleri	Kabul oranı(%)
Şarj olmadan daha uzun yolculuklar yapılabilirse	82,3
Ulaşılabilecek daha fazla şarj noktası olursa	62,9
Bu teknoloji daha yaygın ve geliştirilmiş olursa	46,7
Pil geliştirme masrafları daha düşük olursa	41,0
Evde şarj etme olanağı olursa	31,7
Teknolojinin ve taşıtların çalışma şekli anlaşılırsa	17,1
Çevrede daha çok insan kullanırsa	12,0
Hiçbiri	6,0

Çizelge 3.3 : GO veya HO tercih eden katılımcıların FHO veya EO tercih etmeleri için kabul ettikleri nedenler ve kabul etme oranları (Axsen ve Kurani, 2013).

GO veya HO'dan FHO veya EO'ya geçme nedenleri	Kabul oranı(%)
Şarj olmadan daha uzun yolculuklar yapılabilirse	45,8
Ulaşılabilecek daha fazla şarj noktası olursa	44,4
Bu teknoloji daha yaygın ve geliştirilmiş olursa	39,9
Pil geliştirme masrafları daha düşük olursa	31,4
Evde şarj etme olanağı olursa	30,7
Teknolojinin ve taşıtların çalışma şekli anlaşılırsa	14,4
Çevrede daha çok insan kullanırsa	11,1
Hiçbiri	19,6

Tüketicilerin çoğunluğu pil fiyatlarının ve kapasitelerinin düşük olduğu ve elektrik ile benzinin bir arada kullanıldığı FHO'ları seçmiştir. Yalnızca elektrik kullanılan EO'lar en az tercih edilen otomobil türü olmuştur. EO'ların en az tercih edilen otomobil olmasının nedenleri satın alma maliyetinin fazla olması, güven kazanmamış bir teknoloji olması, erimlerinin az olması ve şarj noktalarının yeterli olmaması şeklinde sıralanmıştır (Axsen ve Kurani, 2013).

Graham-Rowe ve diğ. (2012) insanların EMO'lar hakkındaki düşüncelerini ve tutumlarını belirlemek amacıyla 24 ile 70 yaşları arasındaki 20 erkek ve 20 kadın İngiliz katılımcıyla yaptıkları çalışmada, katılımcıların 7 günlük EO ve FHO deneyimi ile EMO'lara karşı önyargıları aşıldıktan sonra değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Katılımcıların daha önce sürücü veya yolcu olarak herhangi bir EMO deneyimi yaşamamış olmasına dikkat edilmiştir.

Katılımcılar 7 gün boyunca kendilerine karışık olarak verilen 20 EO ve 20 FHO'yu kullanmışlardır. Araçlar verilmeden önce katılımcılara araçların erim miktarları, nasıl şarj edileceği, nasıl sürülmesi gerektiği gibi bilgiler sözlü olarak iletilmiş ve ayrıca araçlarla ilgili bir tanıtım kitapçığı da verilmiştir.

Deneyimler sonunda katılımcılarla yapılan birebir görüşmelerde EMO'larla ilgili olumlu tepkilerin yanında satın alım açısından bazı önemli engeller olduğu belirlenmiştir. Bazı engellerin teknolojik gelişmelerle sonraki nesil otomobillerde giderilebileceği, ancak GO'lar ve EMO'lar arasındaki maliyet, hız, erim, konfor, estetik ve simgesel değerler açısından bulunan farklar nedeniyle altyapı yatırımları, yeni pazarlama teknikleri ve destekleyici hükümet politikalarına gereksinim duyulacağı düşünülmüştür (Graham-Rowe ve diğ, 2012).

Güngör ve İşler (2005) yaptıkları çalışmada otomobil seçimi sırasında AHS yöntemini kullanarak, otomobil satın alımında yaşanan kararsızlık konusunda bir çözüm önerisi sunmuşlardır. Önerdikleri yöntemde, nesnel ölçütlerle birlikte öznel ölçütleri de dikkate almışlardır. Belirledikleri yöntemi otomobil satın almak isteyen bir tüketici için uygulamışlardır.

Uygulama tüketicinin belirlediği fiyat aralığı ve bu fiyat aralığında satışa sunulan otomobil modelleri arasında yapılmıştır. Otomobil seçiminde fiyat, ikinci el fiyatı, yakıt tüketimi, hızlanma, konfor, güvenlik, bakım maliyeti, genişlik ve sevgi derecesi (marka algısı) olmak üzere 9 ölçüt belirlenmiştir. Otomobillerin fiyat, ikinci el fiyatı, yakıt tüketimi, hızlanma ve genişlik ölçütleri fiyat listeleri ve teknik verilerden alınarak; konfor, güvenlik ve bakım maliyeti bir uzman tarafından ve sevgi derecesi de tüketici tarafından not verilerek hesaplanmıştır. Ayrıca tüketici, ölçütlerin önem düzeylerini ikili olarak karşılaştırarak belirtmiş ve Çizelge 3.4'te gösterilen ikili karşılaştırma matrisinden ölçütlerin kendi aralarındaki önem düzeyleri hesaplanmıştır. Ölçütlerin önem düzeyleri belirlendikten sonra her bir seçeneğin ölçütlere göre göreceli öncelikleri hesaplanarak ölçütleri ne kadar karşıladığı belirlenmiştir.

Ölçütlerin önem düzeyleri ile ölçütlerin seçenekler tarafından ne kadar karşılandığının bir arada değerlendirilmesiyle sonuca varılmış ve tüketicinin verdiği bilgilere göre otomobil modellerinin tercih öncelik oranları bulunmuştur. Tüketici için otomobil modellerinin ölçüt önem düzeyleri, göreceli öncelik oranları ve tercih öncelik oranları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 : Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi (Güngör ve İşler, 2005).

	Fiyat	2. El fiyatı	Yakıt tük.	0-100 km hız.	Konfor	Güvenlik	Bakım mal.	Genişlik	Sevgi der.
Fiyat	1,00	5,00	0,50	9,00	8,00	0,50	7,00	3,00	1,00
2. El fiyatı	0,20	1,00	0,25	3,00	4,00	0,20	3,00	0,33	0,50
Yakıt tüketimi	2,00	4,00	1,00	9,00	8,00	1,00	8,00	8,00	1,00
0-100 km hızlanma	0,11	0,33	0,11	1,00	0,33	0,11	5,00	0,33	0,20
Konfor	0,13	0,25	0,13	3,00	1,00	0,11	5,00	0,25	0,20
Güvenlik	2,00	5,00	1,00	9,00	9,00	1,00	9,00	8,00	1,00
Bakım maliyeti	0,14	0,33	0,13	3,00	4,00	0,13	3,00	1,00	0,25
Genişlik	0,33	3,00	0,13	3,00	4,00	0,13	3,00	1,00	0,25
Sevgi derecesi	1,00	2,00	1,00	5,00	5,00	1,00	8,00	4,00	1,00
Toplam	6,91	20,92	4,24	42,20	39,53	4,16	49,00	25,25	5,28

Çizelge 3.5 : Otomobillerin ölçüt önem düzeyleri, görelî öncelik oranları ve tercih öncelik oranları (Güngör ve İşler, 2005).

	Ölçüt Ağır.	Citroen C3 1.4 HDI	Citroen C3 1.4i	Honda Jazz Comfort	Hyundai Getz 1.5 CRDi	Hyundai Getz 1.3 GLS	Ford Fusion 1.4 TDCi	Opel Meriva 1.6i	Opel Astra 1.4i
Fiyat	0,165	0,126	0,117	0,124	0,120	0,134	0,122	0,119	0,139
2. El fiyatı	0,058	0,130	0,106	0,143	0,127	0,103	0,135	0,133	0,122
Yakıt tüketimi	0,227	0,194	0,103	0,110	0,185	0,112	0,120	0,085	0,091
0-100 km hızlanma	0,030	0,077	0,109	0,114	0,067	0,175	0,291	0,079	0,087
Konfor	0,037	0,030	0,182	0,182	0,121	0,091	0,091	0,152	0,152
Güvenlik	0,237	0,094	0,094	0,125	0,094	0,094	0,125	0,188	0,188
Bakım maliyeti	0,018	0,262	0,262	0,044	0,131	0,131	0,066	0,052	0,052
Genişlik	0,064	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,128	0,126	0,127
Sevgi derecesi	0,164	0,100	0,100	0,180	0,100	0,100	0,160	0,140	0,120
Karma		0,1270	0,1100	0,1317	0,1247	0,1110	0,1324	0,1310	0,1322

Çizelge 3.5’te verilen karma ağırlıklara bakıldığında %13,24’le Ford Fusion 1.4 TDCi modeli en yüksek tercih öncelik oranına sahip çıkmıştır. Denek çıkan sonuçlardan tatmin olduğunu ve otomobil satın alırken bu sonuçları kullandığını belirtmiştir.

3.3 Gelecekte Elektrik Motorlu Otomobil Kullanımının Artma Olasılığı ve Etkileri

Paşaoğlu ve diğ. (2014) yaptıkları araştırmada 6 Avrupa ülkesindeki (Almanya, Fransa, İtalya, Polonya, İspanya ve Birleşik Krallık) otomobil sürücülerinin yolculuk bilgilerini toplayıp değerlendirmeye alarak EO kullanım olasılığını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır.

Yapılan ankette cinsiyet, yaş, eğitim durumu, yaşadığı semt, meslek gibi demografik bilgiler; katılımcıların mevcut araç özellikleri, masrafları gibi özel otomobil kullanımıyla ilgili bilgiler; yolculuğa başlama zamanı ve yeri, yolculuk süresi ve uzaklığı, yolculuk varış zamanı ve yeri, park yeri ve park süresi gibi yolculuk bilgileri (7 günlük); kişilerin EO'larla ilgili farkındalığını ve satın alma eğilimini gösteren bilgiler sorulmuştur. Anket 2012 yılında 6 ülkeden 500'er katılımcıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu katılımcılara, uç örnek olarak, ortalamadan fazla sıklıkta araç kullanan 100'er kişi eklenmiştir.

Elde edilen anket sonuçları günlük yolculuk zincirleri, park alışkanlıkları ve yolculuk uzaklıkları olmak üzere 3 ana başlıkta değerlendirilmiştir. Günlük yolculuk zincirleri incelendiğinde bütün ülkeler için otomobille yapılan yolculuk sayısının ortalama 2,5'a yakın olduğu sonucu çıkmıştır. Yolculuk sayısı dağılımlarında ise günlük 2 yolculuk yapanların oranının %50'nin üzerinde olduğu, 4 yolculuk yapanların ise 3 yolculuk yapanlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca yolculukların büyük bir çoğunluğunun ev odaklı olduğu sonucu elde edilmiştir. İçinde ev geçmeyen yolculuk zinciri oranı tüm ülkelerde farklı olsa da hiçbirinde %2'yi geçmemiştir.

Parklanmalar ise "aktif park" ve "pasif park" olmak üzere ikiye ayrılarak değerlendirilmiştir. Aktif park, aracın herhangi bir etkinlik süresince park edilmesi; pasif park ise aracın günün son yolculuğundan sonra park edilmesi olarak açıklanmıştır. Park sürelerine bakıldığında ortalama olarak aktif park süresinin pasif park süresine göre kısa, yolculuk süresine göre daha uzun olduğu, hafta içleri aktif park süresinin günlük 6 saat, pasif park süresinin 16 saat civarında olduğu, hafta sonları ise pasif park sürelerinin hafta içine göre daha uzun olduğu görülmüştür. Park yerleri değerlendirmeye alındığında katılımcılardan yalnızca %10'unun araçlarını evdeki özel park yerlerine park ettiği, kaldırım kenarına yapılan parkların ise yüksek bir orana sahip olduğu belirlenmiştir.

Yolculuk uzaklıklarının değerlendirilmesiyle, EO'ların mevcut özelliklerinin katılımcıların gereksinimlerini karşılayabildiği görülmüştür. Günlük yolculuk uzaklıklarının ülkelere göre ortalama 40 km (Birleşik Krallık) ile 80 km (Polonya) arasında değişmekte olduğu belirtilmiştir. Yolculuk zincirlerinin çoğunun 50 km'den daha kısa uzaklıklarda tamamlandığı ve en çok görülen 2 yolculuklu zincirlerin %65'ten fazlasının 50 km'den kısa olduğu görülmüştür. Tüm ülkelerde yolculuk başına ortalama uzaklığın hafta içi 25 km'nin altında, hafta sonu ise hafta içine göre fazla olduğu belirlenmiştir.

Anket sonuçlarının değerlendirilmesiyle, piyasada bulunan EO'ların erimlerinin otomobil kullanıcılarının çoğunun gereksinimlerini karşıladığı görülmüştür. Bataryaların şarj sürelerinin uzun olduğu düşünülse de otomobillerin park süreleri göz önüne alındığında yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak otomobil sürücülerinin yaklaşık %10'unun özel park yerlerinin olduğu dikkate alındığında otomobilleri şarj etme olanağı bulunan kişi oranının az olduğu belirlenmiştir. Kaldırım kenarlarına parklanma oranı yüksek olduğundan, kamusal şarj ünitelerinin yaygınlaştırılmasının EO için teşvik edici olacağı düşünülmüştür (Paşaoğlu ve diğ., 2014).

Lieven ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada, Alman tüketicilerin EO'lara karşı tutumlarını, araç sınıfı ve araç kullanım amacına göre iki ayrı bölümde belirlemeye çalışmışlardır. 2009 yılında Almanya'da satılan 3,8 milyon araçtan yalnızca 162'sinin EO olduğu ve buna karşın hemen hemen tüm büyük üreticilerin küçük şehir otomobilleri üzerine yoğunlaştığı belirtilmektedir.

Araçlar fiyat ve büyüklüklerine göre, resmi ve yarı resmi kurumlardaki sınıflandırmalar da değerlendirilerek, 8 sınıfta incelenmiştir. Ayrıca kullanım amaçlarına göre de birinci araç, ikinci araç, ticari araç, aile aracı, eğlence aracı, arazi aracı olmak üzere sınıflara ayrılmıştır.

GO'larla EO'ları karşılaştırırken fiyat, erim, çevresel etki, verim, dayanıklılık ve konfor ölçütleri göz önünde bulundurulmuştur. Veriler 1152 katılımcıdan oluşan bir anket çalışması ile toplanmıştır. Bu katılımcılardan %35,9'unun kadın, %64,1'inin erkek olduğu ve katılımcıların ortalama yaşının 39,9 çıktığı belirtilmiştir.

Katılımcılara EO'yu hangi sınıf ve kullanım amacı için tercih edebilecekleri sorulmuş ve sonuçlar Çizelge 3.6'da verilmiştir. Katılımcıların bireysel tercihlerinden toplumsal tercihlere varılmıştır. Ayrıca katılımcılardan ölçütleri bireysel önceliklerine göre

sıralamaları istenmiştir. Toplumsal tercihler ve bireysel öncelikler birlikte değerlendirilerek bireysel sınırlar belirlenmiştir. Tercihler, öncelikler ve sınırlar değerlendirilerek olası EO alıcılarının oranına ulaşılmıştır.

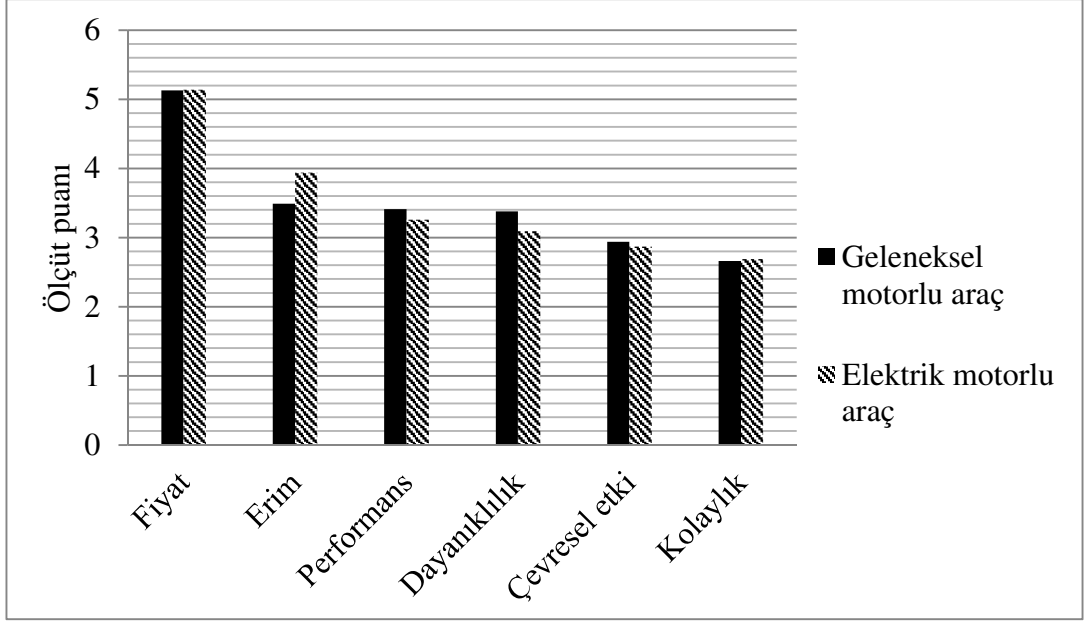
Çizelge 3.6 : Katılımcıların elektrik motoruna sahip bir aracı hangi sınıf ve hangi kullanım amacıyla tercih edeceklerinin oranları (Lieven ve diğ, 2011).

	Mini oto.	Küçük oto.	Orta Büyüklük oto.	Kapalı kamyonet/ Minibüs	Üst sınıf oto.	Spor arazi taşıtı	Lüks oto.	Spor oto.	Toplam
Birinci	74	319	287	90	56	65	8	23	922
İkinci	32	14	13	1	0	2	0	5	67
Ticari	2	4	9	9	1	1	0	0	26
Aile	0	6	14	61	2	24	1	0	108
Eğlence	0	1	4	1	0	0	0	17	23
Arazi	1	0	0	1	0	4	0	0	6
Toplam	109	344	327	163	59	96	9	45	1152
Oran(%)	9,5	29,9	28,4	14,1	5,1	8,3	0,8	3,9	100

Toplumsal tercihlere ulaşmak için katılımcılara, araç sınıfı ve kullanım amacını fiyat, erim, çevresel etki, verim, dayanıklılık ve konfor ölçütlerinden hangilerinin etkilediği sorulmuştur. Verimin en önemli olduğu, spor otomobiller hariç diğer tüm kullanım amaçlarında ve sınıflarda fiyat önemli bir ölçüt olarak ortaya çıkmıştır. Araçların çoğunluğunun kullanım amacı, tüm gereksinimlere yanıt veren birinci araç olarak işaretlenmiş ve en önemli ölçüt olarak erim gösterilmiştir.

Katılımcılardan alacakları bir sonraki araç için karar verme ölçütlerini önem sırasına göre en yüksek 6, en düşük 1 olmak üzere ayrı ayrı puanlamaları istenmiştir. Bu puanlama hem elektrikli hem geleneksel yakıtlı araçlar için ayrı ayrı yapılmıştır. Elektrikli araçlar ile geleneksel yakıtlı araçlar arasındaki öncelik farklarının belirlenebilmesi için bireysel önceliklerin ortalaması alınmış ve Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her iki yakıt türü için de fiyat en önemli, erim ise ikinci önemli ölçüt olmuştur. Bu nedenle, sınırlar belirlenirken bu iki ölçüt kullanılmıştır.

Elektrikli araç alımıyla ilgili bazı sınırlar belirlenmiş ve bu sınırları sağlayan kişilerin elektrikli araç almaması için herhangi bir neden olmadığı düşünülmüştür. Sonuçlara bakıldığında, eğlence araçları ve arazi araçları, sürücülerinin genellikle boş vakitlerinde kullandıkları araçlar olduklarından dolayı erim sınırları yüksek çıkmamıştır. Bu da bu sınıflarda elektriğin yakıt olarak kullanılabilmesi sonucunu ortaya koymuştur. Mini araçlarda ise erim sınırı düşük olsa da fiyat sınırı yüksek olduğundan dolayı elektrikli araç olarak satılma olasılığı düşük çıkmıştır.



Şekil 3.1 : Geleneksel ve elektrik motorlu araçlar arasındaki bireysel öncelik farklarının karşılaştırması (Lieven ve diğ, 2011).

Genel duruma bakıldığında, katılımcılardan yaklaşık olarak %5'inin EO satın alma sınırlarını sağladığı görülmüştür. Bu değer Almanya'da yıllık 3,5 milyondan fazla otomobil satıldığı göz önüne alındığında yaklaşık 175 bin EO satılabileceği sonucunu ortaya koymuştur (Lieven ve diğ, 2011).

Klöckner ve diğ. (2013), EO sayısındaki artışın olası etkilerini bulmak amacıyla yaptıkları araştırmada, Norveç'teki GO kullanıcılarıyla EO kullanıcılarının özelliklerini karşılaştırmak için internet üzerinde ilki otomobil satın alımı, ikincisi ise otomobil kullanımıyla ilgili 2 farklı anket yapmışlardır. Özel otomobil sahipliği oranının artmasına bağlı çevresel etkileri azaltmak için yolculuk sayısını azaltmak veya otomobillerin yakıt verimlerini arttırmak gerektiğinden bahsetmişlerdir. EO'ların, elektriğin üretim yöntemleri düşünüldüğünde çevresel olarak tamamıyla temiz bir sistem olmadığı ancak yerleşim yerlerindeki hem hava hem ses kirliliğinin önüne geçmek için yararlı olduğu vurgulanmıştır.

13.362 otomobil alıcısına mektup yollanmış, ilk anket için %13,4 ikincisi için ise %10,69 yanıt oranı sağlanmıştır. Ankette hanehalkı başına düşen otomobil sayısı, yıllık yapılan tahmini kilometre, gelecek yılda yapılması beklenen kilometre, otomobilin özel geziler için kullanılma oranı, tutumlar, niyetler, tanımlayıcı normlar, sosyal normlar, farkındalık gibi bilgilere ulaşmak için sorular sorulmuştur.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, EO satın alınan hanede kişi başına düşen otomobil sayısının GO satın alan hanedekilere göre genel olarak daha fazla olduğu görülmüştür. Hanede tek olarak EO bulunma oranının %9,5 olduğu belirtilmiş, buradan da EO'nun genel olarak hanede ikinci veya üçüncü otomobil olarak satın alındığı sonucu çıkarılmıştır. Yolculuklarda tercih edilen otomobil türüne bakıldığında ise EO'yu ek otomobil olarak alanların yolculuklarının çoğunu EO'yla yaptıkları ancak GO'yu da yedek olarak tuttıkları sonucu elde edilmiştir. Her iki türden de otomobile sahip olan kullanıcıların çevreye daha az zarar verdiği düşüncesiyle EO olanı tercih etmekte olduğu ve otomobil kullanmaktaki çekincelerinin azalmasına bağlı olarak da daha çok yol yaptıkları görülmüştür (Klöckner ve diğ, 2013).

4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS)

Bu bölümde analitik hiyerarşi süreci ile ilgili genel bilgiler, yöntemin aksiyomları, güçlü ve eleştirilen yönleri, uygulama alanları, çözüm adımları ve uygulanması hakkında bilgiler verilmiştir.

4.1 AHS ile İlgili Genel Bilgiler

Analitik hiyerarşi süreci (AHS) Thomas L. Saaty tarafından ortaya atılan, çok ölçütlü problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHS'de hem soyut hem de somut ölçütler değerlendirmeye alınabilmektedir. Değerlendirmeye alınacak ölçüt sayısının çok olması halinde seçim yapmak karmaşıklaşacak ve zorlaşacaktır. AHS ile bu karmaşıklık, ölçütlerin aşamalı bir düzene oturtulması ve ikili gruplar halinde karşılaştırılmasıyla ortadan kalkmaktadır. Bu yöntemin güçlü yönü somut ve soyut ölçütleri sayısal verilerle düzenleyerek karar verme sorunlarına basit bir çözüm sağlamasıdır (Skibniewski ve Chao, 1992). Ayrıca AHS'de değerlendirmenin tutarlılığının kontrol edilebilmesi yöntemin önemli özelliklerinden biridir.

4.2 AHS'nin Aksiyomları

Aksiyomlar kendiliğinden apaçık olan ve bu nedenle kanıtlanmaya gereksinimi olmayan, böyle olduğu için de öteki önermelerin ön dayanağı olan önermelerdir. Önermelerin en alt tabakasında yer alan aksiyomlar yöntem bilimlerinin ve tekniklerin temelini oluştururlar (Warren, 2004). AHS için Saaty (1986) tarafından karşılıklılık, türdeşlik, bireşim, beklenti olmak üzere 4 aksiyom belirlenmiştir.

Birinci aksiyom karşılıklılık (reciprocal), karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılır. $P_C(A,B)$; C ana ögesine bağlı A ve B ögelerinin, herhangi bir özellik için birbirlerine oranla o özelliğe ne kadar sahip olduklarını gösteren ikili karşılaştırmasıdır ve $P_C(B,A) = 1/ P_C(A,B)$ 'dir (Forman ve Gass, 2001). Bu da bir karşılaştırma matrisinin bilinmesinin buna karşılık n den diğer n den de bilinmesini n ağırladığını

önermektedir. Örnek olarak eğer bir nesne diğer bir nesne beş kat ağırlıya küçük olan nesne de büyük olanın beşte biri ağırlığındadır (Saaty, 1986).

İkinci aksiyom türdeşliktir (homogeneity) ve bu aksiyom, karşılaştırılan özellikleri birbirlerinden çok farklı olmayan öğelerin karşılaştırılabileceğini ifade eder (Forman ve Gass, 2001). Öğeleri ikili olarak karşılaştırmak için onların türdeş olmaları veya bir özellik bakımından birbirlerine yakın olmaları gerekmektedir (Harker ve Vargas, 1987).

Üçüncü aksiyom olan birleşimde (synthesis), hiyerarşi içindeki öğelerin özellikleri hakkındaki kararların alt düzeydeki öğelerden bağımsız olduğu vurgulanmaktadır (Forman ve Gass, 2001). Yani alt düzeydeki öğelerde sonradan yapılacak değişikliklerin hiyerarşinin daha üst düzeyindeki öncelik oranlarını değiştirmemesi gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Dördüncü beklenti (expectation) aksiyomu, düşüncelerini bir takım gerekçelere göre belirleyen bireylerin kendi düşüncelerinin sonuçları yeterince etkilediğinden emin olmaları gerektiğini açıklar. Yani bireylerin beklentileri, düşüncelerine göre çıkan sonuçların fikirleriyle uyumlu olmasıdır.

4.3 AHS'nin Güçlü Yönleri

Ölçütlerin ve seçeneklerin ağırlıklarının belirlenmesini sağlayan bir yöntem olan AHS'nin bu konuda birçok güçlü yönü vardır. AHS yöntemi ile problem hakkında ayrıştırılarak hazırlanan basit sorularla, kişisel yönelimler göz ardı edilmekte ve hedefe odaklanan hiyerarşik yapısıyla da mantıklı sonuçlara ulaşılmaktadır. AHS'nin bir başka güçlü yönü ise kişilerin düşünce ve duygularına dayanan, sayısal olarak ifade edilemeyen bilgileri sayısal verilere dönüştürebilmesidir. Öncelik belirleme işleminin, ölçütlerin ikili gruplar halinde değerlendirilerek yapılması nedeniyle, önyargılı değerlendirmelerin de önüne geçilebilmektedir. Ayrıca AHS ekonometri, fayda maliyet analizi, programlama gibi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında maliyet açısından en düşük yöntemdir (Hartwich ve Janssen, 2000).

Karbhari (1994) otomobil sektöründeki bir çalışmada farklı bilim adamlarından oluşan bir ekipte, AHS'nin hızlı karar vermek için uygun bir yöntem olduğunu gördüklerini belirtmiştir. AHS, hiyerarşik yapısıyla ve gruplar içindeki önyargıların ve

eğilimlerin değerlendirilmesine olanak sağlamasıyla daha derin ve zaman alıcı sorunlarda bile tutarlı sonuçlara ulaşabilmektedir.

4.4 AHS'nin Eleştirilen Yönleri

AHS kamu ve özel sektörde birçok değişik uygulamada kullanılan bir yöntem olsa da bazı kısıtlara sahiptir. Hiyerarşik bir düzen kurulabilen tüm problemlerde AHS yaklaşımı kullanılabilir ancak problem karmaşık bir hal aldıkça ve aşama düzeyi arttıkça hesaplar zorlaşmakta ve zaman almaktadır.

AHS'nin başka eleştirilen bir yönü de problemin yapılandırılması konusunda kesin bir yol olmamasıdır. Deneysel çalışmalar, aynı problem için hiyerarşik düzen oluşturulurken farklı yöntemler kullanıldığında, AHS'nin farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir (Adelmann ve diğ., 1986). Bu yargıya göre aynı problem için farklı sonuçlar bulunabilir. Ancak farklı bir bakış açısı da, bir problem için farklı hiyerarşik yapılar oluşturulabilmesinin farklı problemlerin varlığını gösterdiğini belirtmektedir (Hartwich ve Janssen, 2000). Yani bir problem için bir hiyerarşik yapı vardır ve oluşturulacak her hiyerarşik yapı başka bir problemi işaret etmektedir.

AHS yaklaşımı birden fazla kişi üzerinde uygulandığında fikirlerin birleştirilme kısmı başka bir sorunu oluşturmaktadır. Fikirler grup içinde yapılacak bir değerlendirme sonucunda ortak bir noktada buluşturulabilir ya da bireylerden ayrı ayrı değerlendirme yapmaları istenebilir. Ayrı ayrı yapılan değerlendirmede bireysel öncelikler bulunur ve yalnızca son adımda, değerler geometrik ortalamayla birleştirilir.

AHS'ye getirilen en büyük eleştirilerden bir diğeri de *sıralama değişimi* (*rank reversal*) ile ilgilidir (Warren, 2004). Sıralama değişimi, karşılaştırılan seçenekler arasına yenileri eklendiğinde seçeneklerin öncelik sıralamasının değişmesi olarak açıklanmaktadır. Dyer (1990) eklenen veya çıkarılan bir seçeneğin sıralamayı değiştirmese bile bunun tamamen rastlantı olduğunu ve bu sıralamaya varılırken kullanılan işlemlerin doğru olmadığını ileri sürmüştür. Ancak bazı araştırmacılar tarafından yapılan eleştirilerin birçoğu, AHS'nin teorik temelini yanlış anlaşılmasından kaynaklanmaktadır (Harker ve Vargas, 1987). Saaty (1987) de modele yeni bir seçeneğin eklenmesi modelin yapısını değiştireceğinden, sıralamada değişim olmasının olağan olduğunu belirtmiştir.

4.5 AHS'nin Uygulama Alanları

AHS, en basit kişisel kararlardan, karmaşık ve zorlu işletme kararlarına kadar çok çeşitli karar süreçlerinde kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin çeşitli alanlarda başarılı olmasının sebebi uygulamasının basit olması ve değişik koşullarda da bu özelliğini korumasıdır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, AHS'nin oldukça geniş bir kullanım alanı olduğu görülmektedir. Örnek olarak Özden (2008) ailelerin çocukları için ilkökul seçiminde, Dağdeviren ve Eren (2001) tedarikçi firma seçiminde, Yüksel ve Akın (2011) işletmelerde strateji belirlemede, Sarucan ve diğ. (2010) rüzgâr türbini santralinde kullanılacak olan türbinlerin seçiminde, Dündar (2008) üniversitede seçmeli ders seçiminde, Ömürbek ve diğ. (2013) işletme kuruluş yeri seçiminde, Pogarcic ve diğ. (2008) trafik planlamasında, Lai ve diğ. (1999) bilgisayar programı seçiminde, Güngör ve İşler (2005) otomobil marka ve model seçiminde, Tadisina ve diğ. (1991) doktora programı seçiminde, Uyar ve diğ. (2003) trafik kazalarını etkileyen faktörlerin görelî önemlerinin belirlenmesinde, Yoo ve Choi (2006) havaalanlarındaki yolcu güvenlik kontrollerini geliştirmek için önemli olan ölçütlerin belirlenmesinde AHS yöntemini kullanmışlardır.

4.6 AHS'nin Adımları ve Uygulanması

AHS yönteminin uygulanmasını açıklayan üç ilkesi bulunmaktadır. Bu ilkeler ayrıştırma, karşılaştırma ve sentezlemedir (Saat, 2000).

Ayrıştırma ilkesi problemin hiyerarşik yapısının oluşturulmasını içerir. Hiyerarşik yapı oluşturulurken, üst düzeydeki ölçütlerden alt düzeydekilere doğru gidilir. Böylece genelden özele doğru bir yapı oluşturulur.

Karşılaştırma ilkesi ölçütlerin ikili karşılaştırmalarının yapılmasını içerir. Yapılan karşılaştırmalardan bir matris oluşturulur.

Sentezleme ilkesi elde edilen verilerin sentezlenerek en üst düzeydeki amaç için öncelikli seçeneğin belirlenmesidir. Hiyerarşinin alt düzeyindeki veriler sentezlenerek problemin çözülmesi sağlanır.

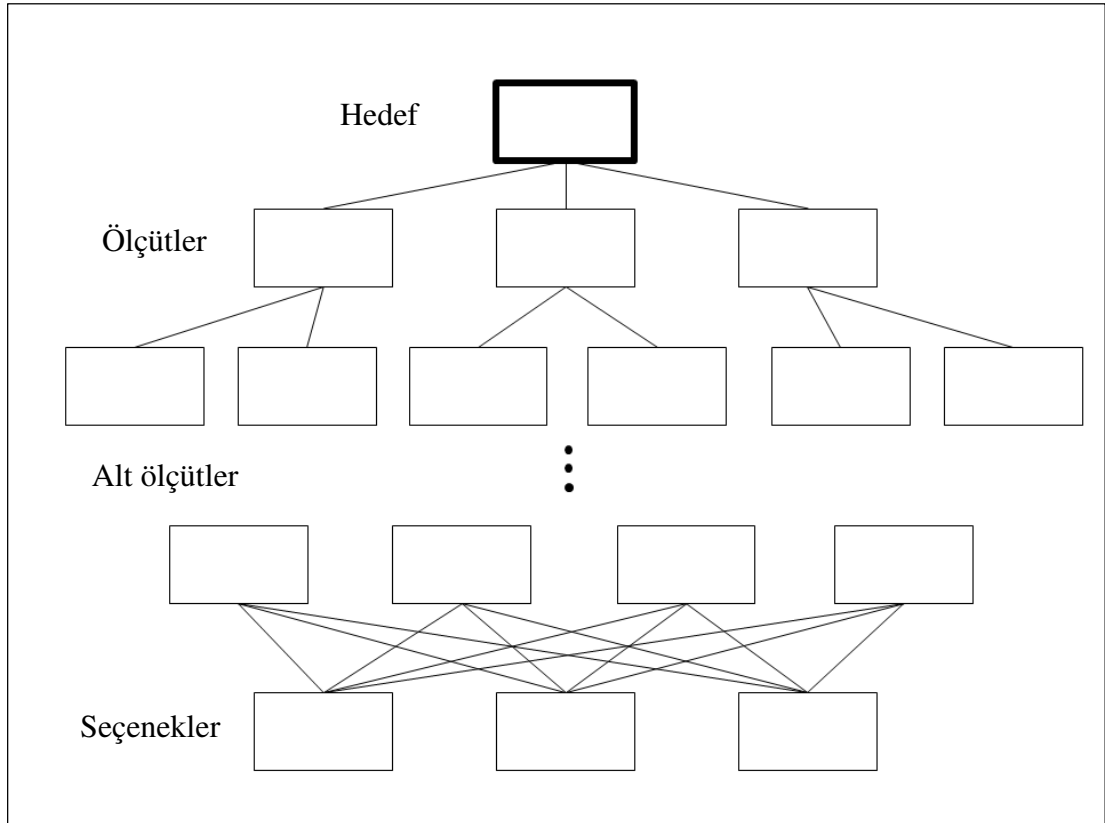
AHS'nin uygulama adımları; problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması, ölçütler arası karşılaştırma matrisinin oluşturulması, ölçütlerin önem dağılımlarının belirlenmesi, ölçüt karşılaştırmalarının tutarlılık kontrolü, seçeneklerin

görelî öncelik değerlerinin belirlenmesi ve sonuç dağılımının bulunması ile tamamlanmaktadır.

4.6.1 Problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması

AHS'nin ilk adımı karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulmasıdır. Hiyerarşik yapının oluşturulmasında herhangi bir kural bulunmamaktadır (Saaty, 2001). Bu adımda, karmaşık yapıdaki bir karar probleminin genelden özele doğru hiyerarşik bir yapıda kurgulanması hedeflenmektedir. Bu yapının oluşturulabilmesi için probleme hâkim olmak ve problemle ilgili ölçütleri ve seçenekleri bir arada düşünmek gerekir. Hiyerarşik yapının oluşturulmasıyla, sürecin önemli bir adımı atılmış olur.

Şekil 4.1'de bir hiyerarşik yapı örneği bulunmaktadır. Hiyerarşinin en üst düzeyinde problemin hedefi yer alır. Hedefin altındaki seviyede karar veren kişinin amacı doğrultusunda belirlenen ölçütler ve alt ölçütler yukarıdan aşağıya sıralanır. Yapının en alt satırında da seçenekler listelenir. Bir problemin hiyerarşik yapısı kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Zahedi (1986) hiyerarşik yapının tamamen yönetsel kararlara bağlı olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.1 : Hiyerarşik yapı örneği.

Hiyerarşik yapı oluşturulurken dikkat edilmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır (Saaty, 1990):

- Problem, ögelerdeki değişikliklere karşı duyarlılığını kaybetmeyecek şekilde ifade edilmelidir.
- Problem, içinde bulunduğu çevre göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.
- Çözüme katkıda bulunan konular ve özellikler belirlenmelidir.
- Problemlerle bağlantısı olan katılımcılar belirlenmelidir.

4.6.2 Ölçütler arası karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Hiyerarşik yapının belirlenmesinden sonraki adım hiyerarşi içinde yer alan ölçütlerin önceliklerinin belirlenmesidir. AHS yönteminde önceliklerin belirlenmesinde ikili karşılaştırmalar kullanılır. Ölçütler, karar verecek kişinin öncelikleri göz önünde bulundurularak karşılaştırılır. Her ikili karşılaştırma bir üst seviyedeki öge için hangi ölçütün daha önemli olduğunu göreceli olarak ortaya koyar. Bu karşılaştırmalar yapılırken dokuz puanlık bir ölçek kullanılır. Bu ölçekteki her puanın anlamı Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : AHS’de karşılaştırma sırasında kullanılan önem değerleri ve değer tanımları (Saaty, 1990).

Değer Tanımları	Önem Değerleri
Eşit önemde	1
Biraz daha önemli (Az üstünlük)	3
Oldukça önemli (Fazla üstünlük)	5
Çok önemli (Çok üstünlük)	7
Son derece önemli (Kesin üstünlük)	9
Ara değerler (Uzlaşma değerleri)	2, 4, 6 ve 8

Saaty, AHS yöntemi kullanılırken doğrudan kişilerle yüz yüze anket yapılarak, ikili karşılaştırmalara ait görüşlerinin alınmasını önermiştir. AHS’nin sonucu tamamen karar verecek kişi veya kişilerin yargılarına bağlıdır. Bu yüzden kişi veya kişiler konunun uzmanı olmasalar bile konuyla ilgili bir fikre sahip olmalıdırlar.

AHS yönteminde her bir ölçütün hedefe katkısının belirlenmesi için Çizelge 4.1’de verilen değerler kullanılarak ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılmalıdır. Bu ikili karşılaştırmalar gösterilirken matrisler kullanılır. Matrisin sol sütununda bulunan her ölçüt üst satırda bulunan her bir ölçütle karşılaştırılır ve sütundaki ölçütün satırdakine

göre önem değeri satır-sütun kesişimine yazılır. Örnek ikili karşılaştırma matrisi A, nxn bir matristir ve Denklem 4.1’de gösterilmiştir. A matrisinde, n karşılaştırılan öge sayısını, i matristeki satır numarasını, j matristeki sütun numarasını, a_{ij} ise karşılaştırılan ögelerin birbirilerine göre önem değerlerini göstermektedir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Burada a_{ij} , i numaralı ögenin, j numaralı ögeye göre önemini ifade ediyorsa a_{ji} de j numaralı ögenin i numaralı ögeye göre önemini ifade eder ve bu eşitlik Denklem 4.2 ile gösterilir.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad a_{ij} \neq 0 \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.2)$$

İkili karşılaştırma matrislerinin köşegen değerleri her zaman 1’e eşittir. Matrisin köşegeninde, ölçüt kendisiyle karşılaştırıldığı için göreceli önem değeri de 1 olur.

4.6.3 Ölçütlerin önem dağılımlarının belirlenmesi

Karşılaştırma matrisiyle ölçüklerin birbirine göre önem seviyeleri belirlenmiş olur ancak karşılaştırma matrisi bu ölçütlerin bütün içerisindeki önem dağılımlarını göstermez. Önem dağılımlarının belirlenmesi için A ikili karşılaştırma matrisinin sütun vektörleri kullanılarak Denklem 4.3’te gösterilen n ögeye sahip, n tane B_j sütun vektörü oluşturulur.

$$B_j = \begin{bmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \\ \vdots \\ b_{nj} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

B_j sütun vektörünün ögeleri Denklem 4.4’teki gibi hesaplanır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4.4)$$

Elde edilen n adet B_j sütun vektörü, matris düzeninde bir araya getirilerek Denklem 4.5'te gösterilen B matrisi oluşturulur.

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

B matrisi kullanılarak ölçütlerin birbirlerine göre önem düzeylerini gösteren önem dağılımları elde edilir. Öncelik vektörü olarak adlandırılan ve Denklem 4.6'da gösterilen W sütun vektörü oluşturulur. Öncelik vektöründeki öğeler her ölçütün bütün ölçütler arasındaki önem oranını göstermiş olur.

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{21} \\ \vdots \\ w_{n1} \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

W sütun vektörünün öğelerinin hesabı Denklem 4.7'de görülmektedir.

$$w_{i1} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (4.7)$$

4.6.4 Ölçüt karşılaştırmalarının tutarlılık kontrolü

Karar verecek kişinin karşılaştırma matrisini oluştururken aldığı kararların tutarlılığını ölçmek, karar verme işleminin doğruluğunu görmek açısından önemlidir. Yapılan karşılaştırmalarda mükemmel bir uyum yakalamak çok zordur. Genel olarak %10 ve daha az bir tutarsızlık oranı kabul edilebilir görülmektedir, ancak bazı özel koşullarda daha yüksek oranlar da uygun bulunabilir (Saaty, 1990).

AHS düşünce ve yargıda tutarlı olmayı gerektirse de tercihler arasında tutarlı olmayan durumlar olabilir. Örneğin, karar veren kişi herhangi bir ölçüte göre a_i seçeneğini a_j

seçeneğine ve a_j seçeneğini a_k 'ya tercih ederken a_k 'yı da a_i 'ye tercih edebilir. Ayrıca tercihlerin sayısal değerlerinde de tutarsızlık olabilir. Örneğin, a_i , a_j 'ye 3 kat ve a_j , a_k 'ya 2 kat fazla tercih ediliyorken a_i , a_k 'ya göre 6 kat fazla tercih edilmeyebilir (Hacıköylü, 2006). Buna benzer tutarsızlıklara rastlamak kaçınılmaz olsa da önemli olan bu tutarsızlıkların kabul edilebilir düzeyde olmasıdır. AHS yönteminde de bu tutarsızlıkları belirlemek için bir yöntem geliştirilmiştir (Sipahi ve Berber, 2002). Bu yöntem sonucunda elde edilen tutarlılık oranı (CR) ile ölçütler arasında yapılan karşılaştırmaların tutarlılığı ölçülmektedir. AHS'de tutarlılık oranının hesaplanması, öge sayısı (n) ve temel değerin (λ) karşılaştırılmasıyla olmaktadır.

Temel değerin (λ) hesaplanabilmesi için öncelikle A ikili karşılaştırma matrisi ve W öncelik vektörü Denklem 4.8'de görüldüğü gibi çarpılarak D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{21} \\ \vdots \\ w_{n1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} \\ d_{21} \\ \vdots \\ d_{n1} \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

Elde edilen D sütun vektörü ve W sütun vektörünün ögeleri Denklem 4.9'da görüldüğü gibi bölünerek her bir değerlendirme ölçütü için temel değerler (e_{ij}) elde edilir.

$$e_{ij} = \frac{d_{ij}}{w_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4.9)$$

Elde edilen e_{ij} temel değerleri Denklem 4.10'da görüldüğü gibi bir araya getirilerek E temel değer vektörü oluşturulur.

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} \\ e_{21} \\ \vdots \\ e_{n1} \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

E sütun vektörünün ögelerinin aritmetik ortalaması Denklem 4.11'de verildiği şekilde bulunur ve bulunan değer temel değeri (λ) verir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n e_{i1}}{n} \quad (4.11)$$

Bir sonraki adım tutarlılık katsayısının (CI) hesaplanmasıdır. Tutarlılık katsayısı Denklem 4.12 kullanılarak bulunur. λ ile n arasındaki fark açıldıkça tutarsızlığın arttığı anlaşılır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (4.12)$$

Son adımda ise tutarlılık oranının (CR) hesaplanması için Denklem 4.13 kullanılır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.13)$$

Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için Saaty (1996) tarafından Çizelge 4.2’de verilen rastlantısal tutarlılık (RI) çizelgesi oluşturulmuştur. Çizelge 4.2 oluşturulurken $1 \leq n \leq 10$ aralığındaki matrislerin her bir boyutunda 500’er matris rastlantısal olarak doldurulmuş, tutarlılık katsayıları (RI) hesaplanmış, ve her boyut için bu katsayıların ortalaması alınmıştır.

Çizelge 4.2 : Rastlantısal tutarlılık çizelgesi (Saaty, 1996).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Saaty (1996)’ye göre kabul edilebilir tutarlılık oranı, matrisin büyüklüğüne göre değişmektedir. Örneğin 3x3 bir matris için 0,05, 4x4 bir matris için 0,08, $n \geq 5$ matrisler için ise 0,10 kabul edilebilir tutarlılık oranlarıdır. Eğer CR değeri bu değerlere eşit ya da daha küçükse bu matris oluşturulurken yapılan değerlendirmelerin kabul edilebilir bir tutarlılıkta olduğu ve karar veren kişinin düşüncelerini ve yargılarını doğru yansıttığı düşünülür. Eğer CR bu değerlerden büyükse karşılaştırmaların tutarsız olduğu ve değerlendirmelerin gözden geçirilmesi gerektiği sonucuna varılır.

4.6.5 Seçeneklerin görelî öncelik değerlerinin belirlenmesi

Sonuca ulaşmak için seçeneklerin ölçütleri karşılama oranlarının belirlenmesi gerekir. Seçeneklerin her ölçüt için ayrı olmak üzere görelî öncelik değerleri Denklem 4.4 kullanılarak belirlenir ve Denklem 4.14’te gösterilen m satırdan oluşan S_j sütun

vektörü elde edilir. Burada m seçenek sayısını göstermektedir. S_j sütun vektöründe yer alan s_{ij} 'ler j numaralı ölçütün her seçenek için görel öncelik değerini belirtir.

$$S_j = \begin{bmatrix} s_{1j} \\ s_{2j} \\ \vdots \\ s_{mj} \end{bmatrix} \quad (4.14)$$

4.6.6 Sonuç dağılımının bulunması

Seçeneklerin sonuç dağılımının bulunması için öncelik S_j sütun vektörlerinin bir araya getirilmesiyle Denklem 4.15'te gösterilen K karar matrisi elde edilir.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

Elde edilen K matrisi, W sütun vektörü ile Denklem 4.16'da gösterildiği gibi çarpılarak m ögeli L sütun vektörüne ulaşılır.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{21} \\ \vdots \\ w_{n1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \vdots \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

L sütun vektörü seçeneklerin sonuç dağılımlarını verir. Elde edilen sonuç dağılımları seçeneklerin önem sıralarını gösterir.

5. SEÇENEKLER VE KARAR ÖLÇÜTLERİ

Çalışmada seçenek olarak kullanılan otomobillerin sınıflandırılması ve belirlenmesi bu bölümde açıklanmaktadır. Seçenekler sınıflara göre ayrılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmadaki karar ölçütlerinin değerlendirilmesi de bu bölümde yapılmıştır.

5.1 Otomobillerin Sınıflandırılması

Bu çalışmada, otomobiller sınıflandırılırken Otomobil Distribütörleri Derneği (ODD) (2015)'nin sınıflandırması kullanılmıştır. ODD tarafından kullanılan otomobil sınıflandırması, otomobillerin uzunluklarına göre şekillendirilmiştir. Bu sınıflandırmada;

A: Mini sınıf otomobilleri,

B: Küçük sınıf otomobilleri,

C: Alt orta sınıf otomobilleri,

D: Üst orta sınıf otomobilleri,

E: Üst sınıf otomobilleri,

F: Lüks sınıf otomobilleri

belirtmektedir.

5.2 Otomobil Seçenekleri

Çalışmada değerlendirilecek otomobiller ODD'nin aylık ve yıllık olarak yayımladığı raporlar göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Otomobiller A, B, C, D, E, F olmak üzere 6 sınıfta incelenmiş, kasa tipleri dikkate alınmamıştır. ODD (2015)'nin 2014 yılı için yayımladığı satış raporundan 2014 yılı boyunca her sınıfta en çok satılan otomobil belirlenmiş ve bu otomobillerin farklı yakıt türlerinden en düşük motor ve donanıma sahip modelleri değerlendirmeye alınmıştır. En düşük seçenekli modelin değerlendirmeye alınmasının sebebi üst modellerin isteğe bağlı seçenekler olarak düşünülmesidir. En çok satılan otomobiller arasında EMO'lar yer almadığı ve bu tür

motora sahip otomobillerin değerlendirilmesi amaçlandığı için Türkiye’de 2015 yılında satışta bulunan tüm EMO’lar da aynı ölçütler kullanılarak değerlendirilecek otomobiller listesine sokulmuştur. Buna karşın A ve E sınıflarında Türkiye’de satılan EMO olmadığı için Avrupa’da satılan eşdeğer modeller incelenmiş ve bunlar da değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca her sınıfta ve her modelde fabrika çıkışlı sıvılaştırılmış petrol gazıyla çalışan otomobil (LO) bulunmadığı için benzinli modelin LO’ya dönüştürüldüğü düşünülerek, LO olarak da seçenekler arasına eklenmiştir. LPG dönüşümü yapılanlar parantez içinde belirtilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada;

- A sınıfından;
 - Hyundai i10 1.0 Style,
 - Hyundai i10 1.0 Style LPG,
 - Citroen C-Zero Confort,
- B sınıfından;
 - Renault Clio Joy 1.2 16v 75bg,
 - Renault Clio Joy 1.5dCi 75bg,
 - Renault Clio Joy 1.2 16v 75bg (LPG),
 - Toyota Yaris Hybrid Cool,
 - Renault Zoe Zen,
- C sınıfından;
 - Renault Fluence Touch 1.6 16v 75bg,
 - Renault Fluence Touch 1.5dCi 90bg,
 - Renault Fluence Touch 1.6 16v 75bg (LPG),
 - Toyota Prius 1.8 Hybrid Synergy Drive,
- D sınıfından;
 - Volkswagen Passat 1.4 TSI BMT 125 PS Trendline,
 - Volkswagen Passat 1.6 TDI BMT 120 PS Trendline,
 - Volkswagen Passat 1.4 TSI BMT 125 PS Trendline (LPG),
 - BMW i3,
- E sınıfından;
 - BMW 5 Serisi 520i Sedan,
 - BMW 5 Serisi 520d Sedan,
 - BMW 5 Serisi 520i Sedan (LPG),
 - Mercedes-Benz E serisi E300 BlueTEC HYBRID,

- F sınıfından;
 - Jeep Grand Cherokee SRT8 6.4 L V8 HEMI,
 - Jeep Grand Cherokee SRT8 6.4 L V8 HEMI (LPG),
 - BMW X5 xDrive25d,
 - Mercedes-Benz S Serisi S400 HYBRID Short,
 - Land Rover Range Rover Hybrid Vogue SE 3.0 SDV6,
 - BMW i8

modelleri seçenekler olarak belirlenmiştir. Belirlenen otomobillerin markası, modeli, model ayrıntısı, yakıt türü, sınıfı ve çalışmadaki kısaltması Çizelge 5.1’de yer almaktadır.

Çizelge 5.1 : Çalışmada kullanılan otomobillerin marka, model, model ayrıntısı, yakıt türü ve sınıf bilgileri (Url-1-12).

Sınıf	Kısaltma	Marka	Model	Model ayrıntısı	Yakıt türü
A	OA-1	Hyundai	İ10	1.0 Style	Benzin
	OA-2	Hyundai	İ10	1.0 Style LPG	Benzin/LPG
	OA-3	Citroen	C-Zero	Confort	Elektrik
B	OB-1	Renault	Clio	Joy 1.2	Benzin
	OB-2	Renault	Clio	Joy 1.5dCi	Motorin
	OB-3	Renault	Clio	Joy 1.2	Benzin/LPG
	OB-4	Toyota	Yaris	Hybrid Cool	Hibrit (Benzin)
	OB-5	Renault	Zoe	Zen	Elektrik
C	OC-1	Renault	Fluence	Touch 1.6	Benzin
	OC-2	Renault	Fluence	Touch 1.5dCi	Motorin
	OC-3	Renault	Fluence	Touch 1.6	Benzin/LPG
	OC-4	Toyota	Prius	1.8 Hybrid	Hibrit (Benzin)
D	OD-1	Volkswagen	Passat	1.4 TSI	Benzin
	OD-2	Volkswagen	Passat	1.6 TDI	Motorin
	OD-3	Volkswagen	Passat	1.4 TSI	Benzin/LPG
	OD-4	BMW	İ3	-	Elektrik
E	OE-1	BMW	5 Serisi	520i Sedan	Benzin
	OE-2	BMW	5 Serisi	520d Sedan	Motorin
	OE-3	BMW	5 Serisi	520i Sedan	Benzin/LPG
	OE-4	Mercedes-Benz	E Serisi	E300 Hybrid	Hibrit (Motorin)
F	OF-1	Jeep	Grand Cherokee	SRT8 6.4L	Benzin
	OF-2	BMW	X5	xDrive25d	Motorin
	OF-3	Jeep	Grand Cherokee	SRT8 6.4L	Benzin/LPG
	OF-4	Mercedes-Benz	S Serisi	S400 Hybrid	Hibrit (Benzin)
	OF-5	Land Rover	Range Rover	Vogue SE 3.0	Hibrit (Motorin)
	OF-6	BMW	İ8	-	Fişli Hibrit (Benzin)

5.2.1 Türkiye’de satışta olmayan otomobillerin ve fiyatlarının belirlenmesi

A ve E sınıflarında Türkiye’de satılan EMO olmadığı için Avrupa’da bu sınıflarda satılan modeller incelenmiş ve bunlar değerlendirmeye alınmıştır. Bu otomobil modellerinin Avrupa’dan seçilmesinin sebebi Türkiye’deki salınım ölçütlerinin Avrupa’yla aynı olması ve markaların satışta olan modellerinin bu nedenle aynı motorlara sahip olmasıdır.

Avrupa’da satılan modellerin Türkiye’de satışta olması durumunda fiyatlarının ne olacağı aynı markanın diğer modellerinin hem Avrupa hem Türkiye’de satılan modellerinin fiyatları karşılaştırılarak belirlenmiştir. Fiyatlar karşılaştırılırken döviz kuru olarak T.C. Merkez Bankası’nın 02.03.2015 günü saat 15:30’da belirlenen gösterge niteliğindeki efektif satış kuru olan €/TL=2,8248 kullanılmıştır.

Farklı ülkelerde satılan otomobil fiyatları karşılaştırıldığı için yerel vergilendirmeler de değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada Almanya ve Fransa’da satılan otomobiller seçildiği için bu ülkelerin vergi oranları incelenmiştir. Otomobillerin taban fiyatlarına Fransa’da ve Almanya’da yalnızca KDV eklenirken Türkiye’de önce ÖTV, daha sonra ÖTV’li fiyat üzerinden KDV eklenmektedir. Türkiye’de İYM’ye sahip otomobillerin silindir hacmine göre uygulanan ÖTV oranları Çizelge 5.2’de, EO'lara uygulanan ÖTV oranları ise Çizelge 5.3’te verilmiştir.

Çizelge 5.2 : İYM’li otomobillerin silindir hacimlerine göre Türkiye’de uygulanan ÖTV oranları (T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı, 2014).

Silindir hacmi	ÖTV oranı (%)
1600 cc ve altı	45
1601-2000 cc	90
2001 cc ve üstü	145

Çizelge 5.3 : EO’ların motor güçlerine göre Türkiye’de uygulanan ÖTV oranları (T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı, 2014).

Motor gücü	ÖTV oranı (%)
85 kW ve altı	3
86-120 kW	7
121 kW ve üstü	15

Almanya, Fransa ve Türkiye’de uygulanan KDV oranları ise Çizelge 5.4’te yer almaktadır. Veriler incelendiğinde Almanya ve Fransa’da satış sırasında otomobil motoruna göre bir vergi ayırımı bulunmamaktadır. Ancak Fransa’da salınımı 60 g/km altındaki EMO'lara vergi dâhil fiyat üzerinden 5000 € ile sınırlandırılmış %20; salınımı

120 g/km altındaki tüm otomobiller için vergi dâhil fiyat üzerinden 2000 € ile sınırlandırılmış %20 teşvik verilmektedir. Ayrıca Fransa'da EO'lar için de salınımı 20 g/km'den az olmak şartıyla vergi dâhil fiyat üzerinden 6300 € ile sınırlandırılmış %30; salınımı 20-50 g/km aralığında ise vergi dâhil fiyat üzerinden 5000 € ile sınırlandırılmış %30; salınımı 50-60 g/km aralığında ise vergi dâhil fiyat üzerinden 4500 € ile sınırlandırılmış %30 teşvik verilmektedir. Almanya'da ise EO'lar ve FHO'lar trafiğe kayıt tarihlerinden itibaren 5 yıl boyunca yıllık vergilerden muaf tutulmaktadır (Government incentives for plug-in electric vehicles, t.y.).

Çizelge 5.4 : Almanya, Fransa ve Türkiye'de otomobillere uygulanan KDV oranları (T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı, 2013; VATlive, 2015).

Ülke	KDV oranı (%)
Almanya	19
Fransa	20
Türkiye	18

Avrupa'da satışta olan EM'ye sahip modeller seçilirken, öncelikle 2014 yılında Türkiye'de o sınıfta en çok satış yapan markanın Avrupa'da satışta olan modelleri incelenmiştir. O markada EM'ye sahip bir model olmaması durumunda 2014 yılında Türkiye'de en çok satış yapan, sırasıyla ikinci, üçüncü, dördüncü markaların Avrupa'da satışta olan modellerine geçilmiştir. Bulunan modelin Türkiye'deki tahmini fiyatına ulaşmak için markaya ait hem Türkiye'de hem Avrupa'da satışta olan bir modelinin Türkiye ve Avrupa satış fiyatları karşılaştırılmıştır. Modelin her iki ülkedeki taban fiyatları, satış fiyatlarından vergiler düşülerek bulunmuş ve her iki ülke için de hesaplanan taban fiyatlar birbirine bölünerek bir normalizasyon katsayısı belirlenmiştir. Tahmini fiyatı belirlenecek model için de otomobilin Avrupa'daki satış fiyatı TL'ye çevrilmiş ve vergiler düşülerek taban fiyatına ulaşılmıştır. Belirlenen taban fiyatı normalizasyon katsayısıyla çarpılarak Türkiye'deki tahmini taban fiyata ulaşılmış, bu fiyata Türkiye'deki vergiler eklenmiş ve tahmini satış fiyatı hesaplanmıştır. Taban fiyat, vergiler ve satış fiyatı arasındaki ilişki Denklem 5.1'de gösterilmiştir.

$$F_S = F_T \times (1 + k_{\text{ÖTV}}) \times (1 + k_{\text{KDV}}) \quad (5.1)$$

F_S : Satış fiyatı

F_T : Taban fiyat

$k_{\text{ÖTV}}$: ÖTV oranı

k_{KDV} : KDV oranı

İki ülke arasındaki normalizasyon katsayısı Denklem 5.2'yle bulunmaktadır.

$$k_{FN} = \frac{F_{TT}}{F_{TD}} \quad (5.2)$$

k_{FN} : Taban fiyat normalizasyon katsayısı

F_{TT} : Türkiye'deki taban fiyat

F_{TD} : Diğer ülkedeki taban fiyat

5.2.1.1 A sınıfı elektrik motorlu otomobil seçimi

A sınıfında 2014 yılında Türkiye'de en çok satılan marka olan Hyundai'nin, Türkiye'de olmadığı gibi Avrupa'da da EM'ye sahip bir modeli bulunmamaktadır. Bu nedenle, 2014 yılında Türkiye'de A sınıfında en çok satılan 2. marka olan Citroen'in Avrupa modelleri incelenmiş ve 2015 yılında Fransa'da satışta olan, EM'ye sahip C-Zero modeli değerlendirmeye alınmıştır. C-Zero'nun fiyatını belirleyebilmek için Citroen'in hem Fransa'da hem Türkiye'de satılan bir modeli olan C1'den yararlanılmış ve bu modelin her iki ülkedeki taban fiyatları, vergileri ve satış fiyatları karşılaştırılmıştır. Citroen C1 1.0 M/T Feel modelinin Türkiye'deki satış fiyatı 40.000 TL, Fransa'daki satış fiyatı ise 12.450 €'dur (Url-3; Url-4). Aynı modelin Türkiye'deki taban fiyatı 23.387 TL, Fransa'daki taban fiyatı ise 10.375 € (29.307 TL) olarak hesaplanmıştır. Bu fiyatlar, Denklem 5.2'de kullanılarak 0,80 normalizasyon katsayısına ulaşılmıştır. Citroen C-Zero modeli için de otomobilin Fransa'daki satış fiyatı olan 26.900 € (75.987 TL)'dan vergiler düşülerek Fransa taban fiyatına (63.323 TL) ulaşılmış, normalleştirme katsayısıyla çarpılarak Türkiye'deki tahmini taban fiyatı (50.512 TL) hesaplanmış, bu fiyata Türkiye'deki vergiler eklenmiş ve tahmini satış fiyatı olarak 61.392 TL belirlenmiştir.

5.2.1.2 E sınıfı elektrik motorlu otomobil seçimi

E sınıfında 2014 yılında Türkiye'de en çok satılan marka BMW olmuştur. BMW'nin E sınıfında Almanya'da ActiveHybrid 5 isimli hibrit modeli bulunmaktadır, ancak bu modelin E sınıfında Türkiye'de satışta olan ve karşılaştırmalarda yer alan 520i Sedan modelinin yaklaşık 2 katı büyüklüğünde bir motor hacmine sahip olduğu görülmüş ve bu nedenle aynı sınıfta karşılaştırılmasının anlamlı olmayacağı düşünülmüştür (Url-1; Url-2).

BMW markasının değerlendirilmemesi nedeniyle 2014 yılında Türkiye'de E sınıfında en çok satış yapmış 2. marka olan Mercedes-Benz'in Avrupa modelleri incelenmiş ve 2015 yılında Almanya'da satışta olan hibrit modeli E300 BlueTEC Hybrid değerlendirmeye alınmıştır. E300 BlueTEC Hybrid'in fiyatını belirleyebilmek için Mercedes-Benz'in hem Almanya'da hem Türkiye'de satılan bir modeli olan E250 BlueTEC 4MATIC'ten yararlanılmış ve bu modelin her iki ülkedeki taban fiyatları, vergileri ve satış fiyatları karşılaştırılmıştır. E250 BlueTEC 4MATIC modelinin Türkiye'deki satış fiyatı 281.400 TL, Almanya'daki satış fiyatı ise 52.658 € (148.748 TL) 'dur (Url-8; Url-9). Aynı modelin Türkiye'deki taban fiyatı 97.337 TL, Almanya'daki taban fiyatı ise 44.250 € (124.997 TL) olarak hesaplanmıştır. Bu fiyatlar, Denklem 5.2'de kullanılarak 0,78 normalizasyon katsayısına ulaşılmıştır. E300 BlueTEC Hybrid modeli için de otomobilin Almanya'daki satış fiyatı olan 52.687 € (148.831 TL)'dan vergiler düşülerek Almanya taban fiyatına (125.068 TL) ulaşılmış, normalleştirme katsayısıyla çarpılarak Türkiye'deki tahmini taban fiyatı (97.392 TL) hesaplanmış, bu fiyata Türkiye'deki vergiler eklenmiş ve tahmini satış fiyatı olarak 281.561 TL belirlenmiştir.

5.3 Karar Ölçütleri

Çalışmada, katılımcıların otomobil seçimi yaparken kullanacağı bazı karar ölçütleri belirlenmiştir. Bu ölçütler; en yüksek hız, hızlanma süresi, yakıt tüketimi, erim, çevrecilik, fiyat ve yıllık masraflardır. Ölçütlerle ilgili açıklamalar ve otomobillerin bu ölçütlerle ilgili verileri bu bölümde verilmiştir. Yakıt olarak hem LPG hem benzin kullanan Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin teknik verileri LPG ve benzin yakarken farklıdır ve yakıt seçeneği kullanıcının kontrolündedir. Burada farklı yakıt türlerinin incelenebilmesi için otomobilin LPG kullanımı sırasındaki verileri kullanılmıştır. Hibrit ve fişli hibrit modellerde ise yakıt türü seçiminin kullanıcıda olmadığı düşünülerek iki motor da devredeyken elde edilen teknik bilgiler kullanılmıştır. Göreli öncelikler belirlenirken, ölçütlerin tercih edilme önceliğiyle ters ya da doğru orantılı olma durumuna dikkat edilmiş, ters orantı varsa verilerin tersleri alınarak göreli öncelikler belirlenmiştir. Göreli öncelikler her otomobil sınıfı için ayrı ayrı belirlenmiş, her sınıf kendi arasında değerlendirilmiştir.

5.3.1 En yüksek hız

En yüksek hız, otomobilin ulaşabileceği en yüksek hızın km/sa cinsinden değerini bu hıza ne kadar sürede ulaşıldığından bağımsız olarak vermektedir. Seçenek olarak sunulan otomobillerin en yüksek hız verileri otomobillerin broşürlerinde yer alan teknik bilgilerden alınmıştır. LO'ya dönüştürülen benzinli otomobillerin (BO) en yüksek hız değerlerine, hem benzin hem LPG ile çalışan Hyundai i10 1.0 Style LPG'nin verilerinden yola çıkılarak oluşturulan Denklem 5.3 kullanılarak ulaşılmıştır.

$$H_{DL} = \frac{H_{LO}}{H_{BO}} \times H_{DB} \quad (5.3)$$

H_{DL} : LO'ya dönüştürülen otomobilin LPG'li iken en yüksek tahmini hızı

H_{LO} : Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin LPG'li iken en yüksek hızı

H_{BO} : Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin benzinli iken en yüksek hızı

H_{DB} : LO'ya dönüştürülen otomobilin dönüşümden önceki en yüksek hızı

Hibrit ve fişli hibrit modellerde ise EM kullanılarak ulaşılan son hız değil hem EM hem İYM devredeyken ulaşılan son hız değerlendirmeye alınmıştır. Belirlenen en yüksek hız değerlerinin her bir otomobil sınıfı için ayrı ayrı Denklem 4.4'te kullanılmasıyla görelî önceliklerine ulaşılmıştır. Çalışmada kullanılacak otomobil modellerinin en yüksek hızları ve bu ölçüt için görelî öncelikleri Çizelge 5.5'te gösterilmektedir.

5.3.2 Hızlanma süresi

Hızlanma süresi, otomobilin 100 km/sa hıza kaç saniyede ulaşabildiğini göstermektedir. Hızlanma ölçütünde otomobillerin 0-100 km/sa hızlanma süreleri kullanılmış ve değerlendirmeler bu süre üzerinden yapılmıştır. 0-100km/sa hızlanma süreleri otomobillerin broşürlerinde yer alan teknik bilgilerden alınmıştır. LO'ya dönüştürülen BO'ların hızlanma sürelerine, hem benzin hem LPG ile çalışan Hyundai i10 1.0 Style LPG'nin verilerinden yola çıkılarak oluşturulan Denklem 5.4 kullanılarak ulaşılmıştır.

$$S_{DL} = \frac{S_{LO}}{S_{BO}} \times S_{DB} \quad (5.4)$$

S_{DL} : LO'ya dönüştürülen otomobilin LPG'li iken hızlanma süresi

S_{LO} : Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin LPG'li iken hızlanma süresi

S_{BO} : Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin benzinli iken hızlanma süresi

S_{DB} : LO'ya dönüştürülen otomobilin dönüşümden önceki hızlanma süresi

Çizelge 5.5 : Otomobillerin en yüksek hız değerleri ve bu ölçüt için göreceli öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	En yüksek hız (km/sa)	Göreceli öncelik (%)
A	OA-1	155	35,39
	OA-2	153	34,93
	OA-3	130	29,68
B	OB-1	167	20,88
	OB-2	168	21,00
	OB-3	165	20,61
	OB-4	165	20,63
	OB-5	135	16,88
C	OC-1	185	25,60
	OC-2	175	24,22
	OC-3	183	25,27
	OC-4	180	24,91
D	OD-1	208	27,04
	OD-2	206	26,78
	OD-3	205	26,69
	OD-4	150	19,50
E	OE-1	226	24,46
	OE-2	233	25,21
	OE-3	223	24,14
	OE-4	242	26,19
F	OF-1	250	17,55
	OF-2	220	15,44
	OF-3	247	17,32
	OF-4	240	16,84
	OF-5	218	15,30
	OF-6	250	17,55

Hibrit ve fişli hibrit modellerde ise yakıt türü seçiminin kullanıcıda olmadığı düşünülerek teknik bilgiler doğrudan kullanılmıştır. Hızlanma sürelerinin göreceli öncelikleri, tersleri alınarak yapılmıştır. Bunun nedeni hızlanma süresinin azalmasının tercih açısından olumlu olmasıdır. Çalışmada kullanılacak otomobil modellerinin 0-100 km/sa hıza çıkma süreleri Çizelge 5.6'da gösterilmektedir.

5.3.3 Yakıt tüketimi

Yakıt tüketimi, otomobilin 100 km yol kat edebilmek için kullandığı yakıt miktarını göstermektedir. Otomobillerin teknik verilerinde şehir içi, şehir dışı ve ortalama olmak

üzere 3 farklı yakıt tüketimi değeri yer almaktadır. Bu çalışmada otomobillerin ortalama yakıt tüketimi verileri kullanılmıştır. Ancak bu tüketim değerleri farklı motor türleri için farklı birimlerde olduğundan ve bu şekilde karşılaştırılmayacağından parasal değere dönüştürülmüştür.

Çizelge 5.6 : Otomobillerin 0-100 km/sa arası hızlanma süreleri ve bu ölçüt için görelî öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	Hızlanma süresi (sn.)	Hızlanma süresinin tersi	Görelî öncelik (%)
A	OA-1	14,9	0,0671	34,28
	OA-2	15,2	0,0658	33,60
	OA-3	15,9	0,0629	32,12
B	OB-1	14,5	0,0690	18,95
	OB-2	14,3	0,0699	19,22
	OB-3	14,8	0,0676	18,58
	OB-4	12,0	0,0833	22,90
	OB-5	13,5	0,0741	20,36
C	OC-1	11,5	0,0870	25,18
	OC-2	13,0	0,0769	22,28
	OC-3	11,7	0,0852	24,69
	OC-4	10,4	0,0962	27,85
D	OD-1	9,7	0,1031	23,67
	OD-2	10,8	0,0926	21,25
	OD-3	9,9	0,1011	23,20
	OD-4	7,2	0,1389	31,88
E	OE-1	8,7	0,1149	23,07
	OE-2	7,7	0,1299	26,06
	OE-3	8,9	0,1127	22,61
	OE-4	7,1	0,1408	28,26
F	OF-1	5,0	0,2000	19,28
	OF-2	8,2	0,1220	11,76
	OF-3	5,1	0,1961	18,90
	OF-4	6,8	0,1471	14,18
	OF-5	6,9	0,1449	13,97
	OF-6	4,4	0,2273	21,91

LO'ya dönüştürülen BO'ların yakıt tüketimlerine, hem benzin hem LPG ile çalışan Hyundai i10 1.0 Style LPG'nin verilerinden yola çıkılarak oluşturulan Denklem 5.5 kullanılarak ulaşılmıştır.

$$Y_{DL} = \frac{Y_{LO}}{Y_{BO}} \times Y_{DB} \quad (5.5)$$

Y_{DL} : LO'ya dönüştürülen otomobilin LPG'li iken yakıt tüketimi

Y_{LO} : Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin LPG'li iken yakıt tüketimi

Y_{BO} : Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin benzinli iken yakıt tüketimi

Y_{DB} : LO'ya dönüştürülen otomobilin dönüşümden önceki yakıt tüketimi

Yakıt birim fiyatı tüm yakıt türleri için farklıdır. Hesaplamalar yapılırken 02.03.2015 tarihindeki İstanbul Avrupa Yakası yakıt fiyatları kullanılmıştır ve yakıt türlerinin katkısız olanları seçilmiştir. Bunun sebebi katkılı ürünlerin tamamen isteğe bağlı olmasıdır. Elektrik, perakende olarak alınmadığı ve dağıtımı yapıldığı için birim fiyatının hesaplanması diğer yakıtlara göre farklıdır. Elektrik faturasında elektrik birim fiyatının üzerine eklenen tutarlar ve tüketicinin ödediği toplam birim fiyat Çizelge 5.7'de gösterilmiştir. Sayaç okuma bedeli fatura tutarına göre değişmediği ve sabit bir ücret olduğu için toplam tutardan hariç tutulmuştur. Tüm yakıt türlerinin birim fiyatları Çizelge 5.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7 : Türkiye'de elektrik toplam birim fiyatı ve içeriği (Url-13; Url-14).

	Çarpan	Birim fiyat (TL/kWh)	Çarpan ve KDV'li fiyat (TL/kWh)
Elektrik	1,00	0,25724	0,30354
Personel satış hizmet bedeli	1,00	0,00741	0,00874
İletişim sistemleri kullanım bedeli	1,00	0,00874	0,01031
Dağıtım bedeli	1,00	0,03710	0,04378
Enerji fonu	0,01	0,25724	0,00304
TRT payı	0,02	0,25724	0,00607
Belediye tüketim vergisi	0,05	0,25724	0,01518
Toplam			0,39066

Otomobillerin ortalama yakıt masrafları Denklem 5.6 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$M_y = T_y \times B_y \quad (5.6)$$

M_y : Ortalama yakıt masrafı (TL/100km)

T_y : Ortalama yakıt tüketimi (l/100km; kWh/100km)

B_y : Yakıt birim fiyatı (TL/l; TL/kWh)

Çizelge 5.8 : Tüm yakıt türlerinin birim fiyatları (Url-15; Url-16).

	Benzin (l)	Motorin (l)	LPG (l)	Elektrik (kWh)
Birim fiyat (TL)	4,33	3,78	2,25	0,39

Ortalama yakıt masrafı değerleri, yakıt tüketimi karşılaştırmalarında kullanılmıştır. HO'larda batarya dolumu yalnızca İYM ve geri kazanımla yapılırken, FHO'larda bunların yanında dışarıdan elektrik dolumu da yapılabilmektedir. Ancak batarya dolumu çoğunlukla İYM ve geri kazanımla yapılmaktadır. FHO'nun yakıt tüketimi açısından sağladığı yarar, İYM ve geri kazanımla doldurulan bataryayı kullanarak İYM tüketimini yaklaşık 2,0-3,0 l/100km düzeylerine düşürmesidir. FHO'ların dışarıdan elektrik dolumu yapıldığında ortalama elektrik tüketimlerinin 0,01 kWh/100km'den düşük olduğu ve toplam yakıt masrafına etkisinin yaklaşık %0,01 olduğu görülmüştür. Dışarıdan doldurulan elektrik masrafı, görece öncelikleri etkilemeyecek kadar düşük olması nedeniyle değerlendirmelere alınmamıştır.

Ortalama yakıt tüketiminin azalması tercih açısından olumlu bir özellik olduğundan ortalama yakıt tüketimlerinin tersleri alınmış ve bu değerler üzerinden görece öncelikler belirlenmiştir. Seçenek olarak belirlenen otomobillerin ortalama yakıt masrafları ve bu ölçüt için görece öncelikleri Çizelge 5.9'da verilmiştir.

5.3.4 Çevrecilik

Çevrecilik ölçütü değerlendirilirken otomobillerin CO₂ salınımları göz önüne alınmıştır. Otomobillerin çevrecilikle ilgili teknik verileri belirlenirken bu değer kullanıldığı için bu çalışmada da otomobillerin CO₂ salınım miktarları çevrecilik karşılaştırmalarında kullanılmıştır. CO₂ salınımı otomobilin yaktığı yakıt nedeniyle açığa çıkardığı CO₂ miktarını g/km birimiyle göstermektedir. CO₂ değerleri otomobillerin teknik verilerinden alınmıştır. İYM'lerde gaz salınımı otomobilden yapıldığı için ölçümlerde kesin sonuçlar alınabilmektedir. Dışarıdan batarya dolumu yapılan FHO ve EO'larda CO₂ salınımı diğer türlere göre düşük hatta bazılarında 0 g/km olsa da elektrik üretimi sırasında belirli bir miktar gaz salınımı yapılmaktadır. Bu değer elektrik üretiminin nerede, nasıl ve hangi koşullarda yapıldığına bağlı olduğu için sonuçlar değişkendir.

Bu çalışmada Enerji İstatistikleri Daire Başkanlığı tarafından yayımlanan Şubat 2015 Aylık Enerji İstatistikleri Raporu'ndaki verilerden Türkiye'de elektrik üretimi için gerçekleşen CO₂ salınımı ile elektrik üretim miktarları kullanılmıştır. Şubat ayı

elektrik enerjisi toplam tüketim miktarı 20.305.595 MWh ve elektrik üretiminden kaynaklı CO₂ salınımı 12.519.635 ton olarak belirlenmiştir (Enerji İstatistikleri Daire Başkanlığı, 2015). CO₂ salınımı toplam tüketim miktarına bölünerek 616,56 g/kWh değeri elde edilmiştir. Bu değer EO'ların ortalama enerji tüketimlerine göre g/km'ye çevrilerek CO₂ salınımlarının bulunmasında kullanılmıştır. FHO'larda ise iki motor birlikte çalıştığından ve pil dolumu İYM desteğiyle de yapılabildiğinden elektrik enerjisinden kaynaklı CO₂ salınımı göz önünde bulundurulmamış, yalnızca ortalama yakıt tüketiminden kaynaklı CO₂ salınımı değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 5.9 : Otomobillerin ortalama yakıt masrafları ve bu ölçüt için göreceli öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	Yakıt türü	Yakıt birim fiyatı (TL)	Ort. yakıt tüketimi		Ort. yakıt masrafı (TL/100km)	Ort. yakıt masrafının tersi	Göreceli öncelik (%)
				l/100km	kWh/100km			
A	OA-1	Benzin	4,33	4,7		20,35	0,0491	15,32
	OA-2	LPG	2,25	6,5		14,63	0,0684	21,32
	OA-3	Elektrik	0,39		12,6	4,92	0,2032	63,35
B	OB-1	Benzin	4,33	5,5		23,82	0,0420	10,04
	OB-2	Motorin	3,78	3,6		13,61	0,0735	17,57
	OB-3	LPG	2,25	7,0		15,77	0,0634	15,16
	OB-4	Hibrit (B.)	4,33	3,6		15,59	0,0642	15,33
	OB-5	Elektrik	0,39		14,6	5,70	0,1753	41,91
C	OC-1	Benzin	4,33	6,8		29,44	0,0340	16,71
	OC-2	Motorin	3,78	4,5		17,01	0,0588	28,92
	OC-3	LPG	2,25	8,7		19,50	0,0513	25,23
	OC-4	Hibrit (B.)	4,33	3,9		16,89	0,0592	29,13
D	OD-1	Benzin	4,33	5,3		22,95	0,0436	11,65
	OD-2	Motorin	3,78	4		15,12	0,0661	17,69
	OD-3	LPG	2,25	6,8		15,20	0,0658	17,60
	OD-4	Elektrik	0,39		12,9	5,04	0,1984	53,07
E	OE-1	Benzin	4,33	6,7		29,01	0,0345	15,62
	OE-2	Motorin	3,78	4,1		15,50	0,0645	29,24
	OE-3	LPG	2,25	8,5		19,21	0,0520	23,59
	OE-4	Hibrit (M.)	3,78	3,8		14,36	0,0696	31,55
F	OF-1	Benzin	4,33	13,5		58,46	0,0171	6,19
	OF-2	Motorin	3,78	5,8		21,92	0,0456	16,50
	OF-3	LPG	2,25	17,2		38,71	0,0258	9,34
	OF-4	Hibrit (B.)	4,33	6,3		27,28	0,0367	13,26
	OF-5	Hibrit (M.)	3,78	6,4		24,19	0,0413	14,95
	OF-6	F. Hibrit (B.)	4,33	2,1		9,09	0,1100	39,77

LO'ya dönüştürülen BO'ların CO₂ salınım miktarlarına, hem benzin hem LPG ile çalışan Hyundai i10 1.0 Style LPG'nin verilerinden yola çıkılarak oluşturulan Denklem 5.7 kullanılarak ulaşılmıştır.

$$S_{DL} = \frac{S_{LO}}{S_{BO}} \times S_{DB} \quad (5.7)$$

S_{DL}: LO'ya dönüştürülen otomobilin LPG'li iken CO₂ salınım miktarı

S_{LO}: Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin LPG'li iken CO₂ salınım miktarı

S_{BO}: Hyundai i10 1.0 Style LPG modelinin benzinli iken CO₂ salınım miktarı

S_{DB}: LO'ya dönüştürülen otomobilin dönüşümden önceki CO₂ salınım miktarı

CO₂ salınım miktarı ile çevrecilik arasında ters orantı bulunması nedeniyle görece öncelikler CO₂ salınımlarının tersleriyle bulunmuştur. Çalışmada değerlendirilecek otomobillerin Türkiye için CO₂ salınımı değerleri ve çevrecilik ölçütü için görece öncelikleri Çizelge 5.10'da verilmektedir.

5.3.5 Fiyat

Fiyat ölçütü değerlendirilirken, otomobillerin KDV ve ÖTV dâhil, MTV ve sigorta hariç anahtar teslim TL cinsinden fiyatları kullanılmıştır. Otomobillerin 2015 yılı Mart ayı liste fiyatları değerlendirmeye alınmış, kampanyalar göz ardı edilmiştir. Liste fiyatları € para birimiyle verilen otomobillerin fiyatları €/TL=2,8248 döviz kuruyla TL'ye çevrilmiştir.

LO'ya dönüştürülen BO'ların fiyatları, BO fiyatının üzerine LPG dönüşüm masrafının eklenmesiyle bulunmuştur. LPG dönüşüm masrafı, farklı markaların, farklı ürünlerine göre değişkenlik gösterse de 4 silindirli otomobiller için yaklaşık 2.500 TL olarak belirlenmiştir. Seçenekler arasında 8 silindirli olan tek otomobil Jeep Grand Cherokee için ise bu masraf ortalama 3.500 TL'dir (Url-17; Url-18).

Görece öncelikler belirlenirken fiyatların tersleri kullanılmıştır. Bunun nedeni fiyatla tercih önceliği arasında ters orantı bulunmasıdır. Çalışmada değerlendirilecek otomobillerin satış fiyatları ve bu ölçüt için görece öncelikleri Çizelge 5.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.10 : Otomobillerin CO₂ salınımları ve çevrecilik ölçütü için göreceli öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	Yakıt türü	CO ₂ salınım miktarı (g/km)	CO ₂ salınım miktarı tersi	Göreceli öncelik (%)
A	OA-1	Benzin	108	0,0093	29,17
	OA-2	LPG	104	0,0096	30,29
	OA-3	Elektrik	78*	0,0129	40,55
B	OB-1	Benzin	127	0,0079	15,60
	OB-2	Motorin	95	0,0105	20,85
	OB-3	LPG	114	0,0088	17,40
	OB-4	Hibrit (Benzin)	82	0,0122	24,16
	OB-5	Elektrik	90*	0,0111	22,00
C	OC-1	Benzin	155	0,0065	19,34
	OC-2	Motorin	118	0,0085	25,40
	OC-3	LPG	139	0,0072	21,57
	OC-4	Hibrit (Benzin)	89	0,0112	33,68
D	OD-1	Benzin	123	0,0081	20,69
	OD-2	Motorin	105	0,0095	24,24
	OD-3	LPG	110	0,0091	23,08
	OD-4	Elektrik	80*	0,0126	32,00
E	OE-1	Benzin	156	0,0064	19,52
	OE-2	Motorin	109	0,0092	27,94
	OE-3	LPG	140	0,0071	21,77
	OE-4	Hibrit (Motorin)	99	0,0101	30,76
F	OF-1	Benzin	327	0,0031	6,63
	OF-2	Motorin	154	0,0065	14,09
	OF-3	LPG	293	0,0034	7,40
	OF-4	Hibrit (Benzin)	147	0,0068	14,76
	OF-5	Hibrit (Motorin)	169	0,0059	12,84
	OF-6	Fişli Hibrit (Benzin)	49	0,0204	44,28

*: Elektrik motorlu otomobillerdeki CO₂ salınım miktarı, otomobil motoru tarafından yapılan salınım miktarını değil, elektrik üretimi sırasında yapılan salınım miktarını göstermektedir.

5.3.6 Yıllık masraf

Yıllık masraf İYM'ye sahip otomobiller için Türkiye'de yıllık olarak uygulanan motorlu taşıtlar vergisini (MTV) ve EO'lar için varsa batarya kirasını içermektedir. İYM'ye sahip 1-3 yaş arası otomobiller için motor hacmine bağlı 2015 yılı MTV oranları Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Yapılan çalışma yeni otomobilleri kapsadığı için yalnızca 1-3 yaş arası otomobillerin vergi oranları göz önünde bulundurulmuştur. EO'larda ise Türkiye'de yıllık herhangi bir vergi alınmamaktadır. Otomobillerin bakım, trafik sigortası ve kasko gibi işletme masrafları da satış fiyatıyla orantılı olduğu için ayrıca değerlendirmeye alınmamıştır. EO'lardan Citroen C-Zero ve BMW i3 fiyatlarına batarya dâhil, Renault Zoe'de ise hariçtir. Renault Zoe'nin bataryası için kullanım miktarına ve kira sözleşmesinin

süresine göre değişken aylık kira bedelleri istenmektedir. Bu çalışmada kira bedeli 12 aylık sözleşme yapıldığı ve bu süre içinde en fazla 12.500 km yol yapılacağı varsayılarak belirlenmiştir. Günümüzde, batarya fiyatlarının 1.260 TL/kWh ile 1.764 TL/kWh arasında değiştiği bilinmektedir (Parkinson, 2014). Bu çalışmada Citroen C-Zero için 16,0 kWh ve BMW i3 için 18,8 kWh olan batarya kapasiteleri 1.764 TL/kWh birim fiyatla çarpılarak tahmini batarya fiyatları elde edilmiştir. Otomobil ömrü olarak tanımlanan 10 yılın sonunda bataryanın değiştirildiği varsayılarak Citroen C-Zero ve BMW i3 için de yıllık batarya masrafı bulunmuştur. Yıllık masraf tercih edilme önceliğiyle ters orantılı olduğu için görece öncelikler yıllık masrafların tersleri alınarak bulunmuştur. Çalışmada değerlendirilecek otomobillerin motor hacimleri, buna bağlı yıllık masrafları ve bu ölçüt için görece öncelikleri Çizelge 5.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.11 : Otomobillerin fiyatları ve görece öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	Fiyat (TL)	Fiyatın tersi	Görece öncelik (%)
A	OA-1	35.900	0,0279	40,14
	OA-2	39.600	0,0253	36,39
	OA-3	61.392	0,0163	23,47
B	OB-1	40.350	0,0248	24,76
	OB-2	50.250	0,0199	19,88
	OB-3	42.850	0,0233	23,31
	OB-4	58.650	0,0171	17,03
	OB-5	66.500	0,0150	15,02
C	OC-1	59.900	0,0167	30,80
	OC-2	67.900	0,0147	27,17
	OC-3	62.400	0,0160	29,56
	OC-4	147.912	0,0068	12,47
D	OD-1	70.900	0,0141	30,22
	OD-2	87.200	0,0115	24,57
	OD-3	73.400	0,0136	29,19
	OD-4	133.695	0,0075	16,02
E	OE-1	169.584	0,0059	30,41
	OE-2	243.156	0,0041	21,21
	OE-3	171.584	0,0058	30,06
	OE-4	281.561	0,0036	18,32
F	OF-1	488.000	0,0020	17,41
	OF-2	319.500	0,0031	26,63
	OF-3	491.500	0,0020	17,29
	OF-4	709.500	0,0014	11,98
	OF-5	836.881	0,0012	10,15
	OF-6	513.992	0,0019	16,54

Çizelge 5.12 : 1-3 yaş arası İYM’li otomobillerin yıllık MTV miktarları (T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı, 2015).

Silindir hacmi (cm ³)	MTV (TL)
1300 ve altı	591
1301-1600	945
1601-1800	1667
1801-2000	2626
2001-2500	3939
2501-3000	5491
3001-3500	8362
3501-4000	13147
4001 ve üstü	21516

Çizelge 5.13 : Çalışmada kullanılan otomobillerin motor hacimleri, buna bağlı yıllık masrafları ve bu ölçüt için görelî öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	Motor hacmi (cm ³)	MTV (TL)	Batarya yıllık kirası/masrafı (TL)	Yıllık masraf (TL)	Yıllık masraf tersi	Görelî öncelik (%)
A	OA-1	998	591	-	591	0,0017	45,26
	OA-2	998	591	-	591	0,0017	45,26
	OA-3	-	-	-	2823	0,0004	9,48
B	OB-1	1149	591	-	591	0,0017	29,44
	OB-2	1461	945	-	945	0,0011	18,41
	OB-3	1149	591	-	591	0,0017	29,44
	OB-4	1497	945	-	945	0,0011	18,41
	OB-5	-	-	4034	4034	0,0002	4,31
C	OC-1	1598	945	-	945	0,0011	28,04
	OC-2	1461	945	-	945	0,0011	28,04
	OC-3	1598	945	-	945	0,0011	28,04
	OC-4	1798	1667	-	1667	0,0006	15,89
D	OD-1	1395	945	-	945	0,0011	30,44
	OD-2	1598	945	-	945	0,0011	30,44
	OD-3	1395	945	-	945	0,0011	30,44
	OD-4	-	-	3317	3317	0,0003	8,67
E	OE-1	1592	945	-	945	0,0011	38,46
	OE-2	1995	2626	-	2626	0,0004	13,84
	OE-3	1592	945	-	945	0,0011	38,46
	OE-4	2143	3939	-	3939	0,0003	9,23
F	OF-1	6417	21516	-	21516	0,0000	2,53
	OF-2	1995	2626	-	2626	0,0004	20,77
	OF-3	6417	21516	-	21516	0,0000	2,53
	OF-4	3498	8362	-	8362	0,0001	6,52
	OF-5	2993	5491	-	5491	0,0002	9,93
	OF-6	1499	945	-	945	0,0011	57,71

5.3.7 Erim

Erim, otomobilin tam dolu bir yakıt deposuyla kaç km yol alabileceğini göstermektedir. Erim belirlenirken GO, HO ve FHO'larda ortalama yakıt tüketimi ve yakıt deposu hacmi; EO'larda ise Yeni Avrupa Sürüş Çevrimi (NEDC) standardına göre belirlenen teknik bilgiler kullanılmıştır. NEDC standardı, otomobillerin teknik verilerinin hangi şartlarda ve çevrimde belirleneceğini belirtmektedir. GO, HO ve FHO'ların erimleri Denklem 5.8 kullanılarak belirlenmiştir.

$$E = H_{yd} \times T_y \times 100 \quad (5.8)$$

E: Erim (km)

H_{yd}: Yakıt deposu hacmi (l)

T_y: Ortalama yakıt tüketimi (l/100km)

EO'ların erimleri otomobil teknik verilerinde verilmiş olduğundan herhangi bir işlem yapılmamıştır. FHO'ların yalnızca EM kullanarak da belirli bir yol kat edebilmelerinden dolayı bu uzaklığın erime katılması düşünülmüş, ancak teknik verilerde yer alan ortalama yakıt tüketimi iki motorun karışık olarak çalışmasıyla elde edildiğinden dolayı ayrıca eklenmemiştir. LO'ya dönüştürülen BO'ların yakıt deposu hacimleri 35 l LPG dolumu yapılabilen depo takıldığı varsayılarak hesaplara katılmıştır. GO, HO, FHO ve EO'ların erimleri ve bu ölçüt için görelî öncelikleri Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14 : Otomobillerin erimleri ve bu ölçüt için görelî öncelikleri (Url-1-12).

Sınıf	Otomobil	Yakıt deposu hacmi (l)	Ortalama yakıt tüketimi (l/100km)	Erim (km)	Görelî öncelik (%)
A	OA-1	40	4,7	851	59,95
	OA-2	27,2	6,5	418	29,48
	OA-3	-	-	150	10,57
B	OB-1	45	5,5	818	21,66
	OB-2	45	3,6	1250	33,09
	OB-3	35	7,0	499	13,22
	OB-4	36	3,6	1000	26,47
	OB-5	-	-	210	5,56
C	OC-1	60	6,8	882	23,38
	OC-2	60	4,5	1333	35,34
	OC-3	35	8,7	404	10,70
	OC-4	45	3,9	1154	30,58
D	OD-1	66	5,3	1245	34,56
	OD-2	66	4,0	1650	45,79
	OD-3	35	6,8	518	14,38
	OD-4	-	-	190	5,27
E	OE-1	70	6,7	1045	21,21
	OE-2	70	4,1	1707	34,67
	OE-3	67	3,8	1763	35,80
	OE-4	35	8,5	410	8,32
F	OF-1	-	-	682	10,23
	OF-2	75	5,8	1293	19,40
	OF-3	35	17,2	203	3,05
	OF-4	78	6,3	1238	18,57
	OF-5	80	6,4	1250	18,75
	OF-6	42	2,1	2000	30,00

6. SAHA ÇALIŞMASI

Mart-Nisan 2015 tarihlerinde, İstanbul içerisindeki özel şirketler, otomobil servisleri, alışveriş merkezi otoparkları ve üniversite yerleşkelerinde, rastgele seçilmiş 520 otomobil kullanıcısıyla, birebir görüşmelerle anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket çalışmasıyla, katılımcıların sosyoekonomik durumları, kullandıkları otomobil özellikleri ve kullanım alışkanlıkları ile katılımcılar için otomobil özelliklerinin ikili olarak karşılaştırma verileri toplanmıştır. AHS'de yapılan tutarlılık kontrolünde tutarlılık oranlarının dışında kalan 41 kişinin verileri değerlendirmelere alınmamış ve çalışma 479 kişiye ait verilerle gerçekleştirilmiştir. İstanbul'da mevcut kayıtlı otomobil sayısı 2014 yılı sonu itibariyle 2.274.368'dir (TÜİK, 2015). Duruma bakıldığında, yapılan çalışmada 479 katılımcının temsil oranının %0,02 olduğu görülmektedir. Ayrıca A, E ve F sınıflarında otomobil kullanan katılımcı sayısı yeterli bulunmamış, AHS yalnızca B, C ve D sınıfı kullanıcısı olan toplam 452 katılımcıya uygulanmıştır.

Katılımcılarda aktif ya da pasif otomobil kullanıcısı olma ve İstanbul içerisinde oturuyor olma kıstasları aranmıştır. Katılımcılara anketin EMO'lara yaklaşımla ilgili olduğu ve verdikleri yanıtlara göre bir otomobil seçmiş olacakları belirtilmemiş, yalnızca otomobil özelliklerine genel olarak bakıldığı söylenmiştir. Bu şekilde EMO'lara karşı önyargıların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. 2 bölümden oluşan ve Ek A'da verilen anketin 11 sorudan oluşan ilk bölümünde katılımcılardan;

- Kişisel bilgiler: Cinsiyet, medeni hâl, aylık gelir, yaş;
- Otomobil bilgileri: Marka/model, yakıt türü;
- Kullanım bilgileri: Ev ve işyeri park bilgileri, günlük ortalama yol uzaklığı;
- Yeni otomobil alma varsayımı bilgileri: Otomobil sınıfı, fiyat üst sınırı

ile ilgili soruları yanıtlamaları istenmiştir. Anketin 21 sorudan oluşan ikinci bölümünde ise katılımcılardan;

- En yüksek hız,
- Hızlanma süresi,

- Yakıt tüketimi,
- Çevrecilik,
- Fiyat,
- Yıllık masraf ve
- Erim

olmak üzere 7 otomobil özelliğini ikili olarak karşılaştırarak özelliklerin ikili önem düzeylerini belirlemeleri istenmiştir. Otomobil özelliklerinin ağırlıklarının, otomobillerin görece önceliklerinin birlikte değerlendirilmesiyle her katılımcının bilmeden seçtiği otomobil belirlenmiştir.

6.1 Katılımcıların Kişisel Bilgileri ve Mevcut Durumları

Bu bölümde, ankete katılanların sosyoekonomik durumları incelenmiştir. Katılımcıların 293'ü (%61) erkek ve 186'sı (%39) da kadınlardan oluşmaktadır. Anket yapılan kişilerin cinsiyet, medeni durum, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre hangi sınıf otomobil kullandıklarının sayıları ve yüzdeleri Çizelge 6.1'de gösterilmiştir. Cinsiyet, medeni durum, gelir grubu ve yaş aralığı fark etmeksizin tüm gruplarda C sınıfı otomobil kullanım oranı en yüksektir. B ve D sınıfı otomobiller erkeklerde kadınlara göre daha çok tercih edilirken, C sınıfı otomobilleri kadınlar daha çok tercih etmektedir. B ve C sınıfı otomobiller bekârlarda evlilere göre daha çok tercih edilirken D sınıfında durum tam tersidir. Gelir gruplarına göre kullanılan otomobil sınıflarının oranları incelendiğinde gelir arttıkça A sınıfı otomobil kullanımının düştüğü görülmektedir. Yaş aralıklarına bakıldığında ise D ve E sınıfı otomobil kullanımının yaş arttıkça arttığı görülmektedir.

Katılımcıların otomobillerinin yakıt türlerine bakıldığında benzin (%64,5), motorin (%23,6) ve LPG (%11,9) kullandığı görülmektedir. Anket yapılan kişiler arasında EO ve HO kullanan bulunmamaktadır. Anket yapılan kişilerin kullandıkları otomobillerin sınıflarına ve yakıt türlerine göre sayıları ve yüzdeleri Çizelge 6.2'de gösterilmiştir. E sınıfı otomobiller hariç diğer sınıflarda en çok kullanılan yakıt türü benzindir, E sınıfında ise motorin %71,4 oranla öne çıkmaktadır. Benzinin en yüksek kullanım oranına sahip olduğu otomobil sınıfının %90,9'la A sınıfı olduğu görülmektedir. LPG ise %16,2'yle en çok B sınıfı otomobillerde kullanılmaktadır. A, E ve F sınıflarında LPG kullanımına rastlanmamıştır.

Çizelge 6.1 : Cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre katılımcıların hangi sınıf otomobil kullandıklarının dağılımı.

Grup		Otomobil sınıfı												Toplam	
		A		B		C		D		E		F			
		Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	5	1,7	70	23,9	129	44,0	79	27,0	4	1,4	6	2,0	293	61,2
	Kadın	6	3,2	41	22,0	100	53,8	33	17,7	3	1,6	3	1,6	186	38,8
Medeni durum	Evli	5	2,5	43	21,2	92	45,3	56	27,6	7	3,4	-	-	203	42,4
	Bekar	6	2,2	68	24,6	137	49,6	56	20,3	-	-	9	3,3	276	57,6
Aylık gelir (TL)	0-2000	8	6,5	36	29,0	51	41,1	20	16,1	3	2,4	6	4,8	124	25,9
	2001-3500	3	2,1	37	25,7	74	51,4	30	20,8	-	-	-	-	144	30,1
	3501-5000	-	-	31	27,7	54	48,2	24	21,4	3	2,7	-	-	112	23,4
	5000 üzeri	-	-	7	7,1	50	50,5	38	38,4	1	1,0	3	3,0	99	20,7
Yaş	18-28	5	2,9	43	25,1	84	49,1	28	16,4	2	1,2	9	5,3	171	35,7
	29-39	6	3,8	43	26,9	73	45,6	36	22,5	2	1,3	-	-	160	33,4
	39 üzeri	-	-	25	16,9	72	48,6	48	32,4	3	2,0	-	-	148	30,9
Grup toplamı		11	2,3	111	23,2	229	47,8	112	23,4	7	1,5	9	1,9	479	100,0

Çizelge 6.2 : Katılımcıların kullandıkları otomobillerin sınıflarına ve yakıt türlerine göre sayıları ve dağılımı.

Sınıf		Yakıt türü			Toplam
		Benzin	Motorin	LPG	
A (Mini)	Sayı	10	1	-	11
	Yüzde	90,9	9,1	-	2,3
B (Küçük)	Sayı	72	21	18	111
	Yüzde	64,9	18,9	16,2	23,2
C (Alt orta)	Sayı	143	62	24	229
	Yüzde	62,4	27,1	10,5	47,8
D (Üst orta)	Sayı	76	21	15	112
	Yüzde	67,9	18,8	13,4	23,4
E (Üst)	Sayı	2	5	-	7
	Yüzde	28,6	71,4	-	1,5
F (Lüks)	Sayı	6	3	-	9
	Yüzde	66,7	33,3	-	1,9
Toplam	Sayı	309	113	57	479
	Yüzde	64,5	23,6	11,9	100

Katılımcıların ev ve işyerlerinde otomobillerini nereye park ettikleri bilgisi, EO veya FHO'ya sahip olmaları durumunda şarj olanaklarını belirlemek için kullanılmıştır. Otomobillerin ev (16 saat) ve işyerindeki (6 saat) park süreleri düşünüldüğünde en fazla 6 saat olan ve pilin %80'inin dolmasını sağlayan hızlı şarj sürelerinin karşılanmakta olduğu görülmektedir (Aksen ve Kurani, 2013). Katılımcılar parklanma durumlarına göre ev veya işyerinden birinde otoparkı olanlar, ikisinde de otoparkı olanlar ve ikisinde de yol kenarına park edenler olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Ayrıca, EO kullanımıyla ilgili erim değerlendirmesi yapılabilmesi için kullanıcıların günlük yaptıkları ortalama yol miktarı kullanılmıştır. Ortalama yol miktarı için sınır değer, mevcutta satışta olan EO'ların erim değerlerinden en küçük olanın yarısı alınıp, 75 km olarak belirlenmiştir. Geriye kalan 75 km, kullanıma bağlı erim düşüşü ve tam şarj edememe durumu için düşünülmüştür. Ankete katılan kişilerin ev ve işyerlerindeki otopark durumları, günlük yaptıkları ortalama yol miktarı aralığına göre ayrılmış, sayıları ve yüzdeleri Çizelge 6.3'te gösterilmiştir.

EO kullanımı durumu için belirlenen 75 km günlük kullanım sınırını, katılımcıların %83,3'ü sağlamaktadır. Bu sınırı sağlayan kullanıcıların %77,2'sinin ev veya işyerinden en az birinde otoparkı bulunmakta ve otoparklarda gerekli düzeneğin sağlanması durumunda EO kullanımları açısından bir engel gözükmemektedir. 75 km günlük kullanım sınırını aşan kullanıcıların EO kullanabilmeleri için hem evinde hem işyerinde şarj olanağı olmasının gerektiği düşünüldüğünde, %56,3'ünün bu durumu

sağladığı görülmektedir. Toplamda ise 479 kişiden 353 kişinin (%73,7) erim ve otopark koşullarını sağlayabildiği bilgisine ulaşılmaktadır.

Çizelge 6.3 : Katılımcıların ev ve işyerlerindeki otopark durumunun günlük ortalama yol miktarı aralığına göre dağılımları.

Günlük ortalama yol (km)	Ev / İşyeri otopark durumu						Toplam	
	Birinde		İkisinde		Yok			
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
0-75	151	37,8	157	39,3	91	22,8	399	83,3
75 üzeri	20	25,0	45	56,3	15	18,8	80	16,7
Toplam	171	35,7	202	42,2	106	22,1	479	100,0

6.2 Otomobil Özelliklerinin Katılımcılara Göre Önem Düzeyleri

Katılımcılardan belirlenen 7 otomobil özelliğini ikili olarak karşılaştırmaları istenmiş ve çıkan sonuçlar AHS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Her katılımcının verdiği yanıtlar AHS’de değerlendirilerek otomobil özelliklerinin önem düzeyleri belirlenmiştir. Anketin bu bölümünde yer alan derecelendirmeler katılımcılar açısından kolay anlaşılması için $-8 \leq a \leq +8$ tam sayıları kullanılarak yapılmıştır. Anketteki derecelendirmenin, değerlendirmeler sırasında kullanılan AHS karşılığı Çizelge 6.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 6.4 : Anketteki derecelendirmenin AHS karşılığı.

Anket	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
AHS	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Katılımcıların ilk olarak öncelik vektörleri belirlenmiş, daha sonra tutarlılık kontrolleri yapılmıştır. Tutarlılık kontrolü Çizelge 4.2’de 7 ölçüt için belirtilen $RI=1,35$ değeri kullanılarak yapılmıştır. Tutarlılık oranı 0,10’nun üstünde kalan 41 kişinin verileri değerlendirmeye alınmamıştır.

Çalışmada AHS yönteminin nasıl kullanıldığı, C sınıfı otomobil kullanan rastgele bir katılımcının verileri üzerinden örneklendirilmiştir. Bu katılımcının ikili karşılaştırmaları sonucu elde edilen veriler ondalık sayılara çevrilmiş ve oluşturulan ölçütler arası karşılaştırma çizelgesi Çizelge 6.5’te verilmiştir.

Ölçütler arası karşılaştırma matrisindeki değerler Denklem 4.4’te kullanılmış ve bulunan değerler Denklem 4.5’te verilen matrise yerleştirilerek Çizelge 6.6’da gösterilen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6.5 : Örnek katılımcının ölçütler arası karşılaştırma A matrisi.

	En yük. hız	Hız. süresi	Yakıt tük.	Çevre.	Fiyat	Yıllık masraf	Erim
En yük. hız	1	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	3
Hız. süresi	7	1	1/3	1/3	1/5	1/5	3
Yakıt tük.	7	3	1	1	1	1	5
Çevrecilik	5	3	1	1	1/3	1/3	5
Fiyat	5	5	1	3	1	1	5
Yıl. masraf	7	5	1	3	1	1	5
Erim	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1

Çizelge 6.6 : Örnek katılımcının ölçütlerarası karşılaştırma matrisinden elde edilen B matrisi.

	En yük. hız	Hız. süresi	Yakıt tük.	Çevre.	Fiyat	Yıllık masraf	Erim	Toplam
En yük. hız	0,03	0,01	0,03	0,02	0,05	0,04	0,11	0,29
Hız. süresi	0,22	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,11	0,60
Yakıt tük.	0,22	0,17	0,21	0,11	0,25	0,26	0,19	1,41
Çevrecilik	0,15	0,17	0,21	0,11	0,08	0,09	0,19	1,01
Fiyat	0,15	0,29	0,21	0,34	0,25	0,26	0,19	1,70
Yıl. masraf	0,22	0,29	0,21	0,34	0,25	0,26	0,19	1,76
Erim	0,01	0,02	0,04	0,02	0,05	0,05	0,04	0,23

B matrisindeki veriler Denklem 4.7’de kullanılarak elde edilen ve ölçüt önem dağılımını veren W sütun vektörü Çizelge 6.7’de gösterilmiştir. Çizelge 6.7’de görüldüğü üzere katılımcının en önem verdiği ölçüt % 25,11 oranıyla yıllık masraf, en önemsiz ölçüt % 3,35 oranıyla erim olmuştur.

Çizelge 6.7 : Örnek katılımcının ölçüt önem dağılımı (W sütun matrisi).

Ölçüt	Önem dağılımı (%)
Yıllık masraf	25,11
Fiyat	24,22
Yakıt tüketimi	20,20
Çevrecilik	14,44
Hızlanma süresi	8,52
En yüksek hız	4,16
Erim	3,35
Toplam	100,00

Bu adımdan sonra tutarlılık kontrolüne geçilmiştir. Elde edilen değerler Denklem 4.8’e yerleştirilerek Denklem 6.2’ye ulaşılmıştır.

$$D = \begin{bmatrix} 1,00 & 0,14 & 0,14 & 0,20 & 0,20 & 0,14 & 3,00 \\ 7,00 & 1,00 & 0,33 & 0,33 & 0,20 & 0,20 & 3,00 \\ 7,00 & 3,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & 5,00 \\ 5,00 & 3,00 & 1,00 & 1,00 & 0,33 & 0,33 & 5,00 \\ 5,00 & 5,00 & 1,00 & 3,00 & 1,00 & 1,00 & 5,00 \\ 7,00 & 5,00 & 1,00 & 3,00 & 1,00 & 1,00 & 5,00 \\ 0,33 & 0,33 & 0,20 & 0,20 & 0,20 & 0,20 & 1,00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,04 \\ 0,09 \\ 0,20 \\ 0,14 \\ 0,24 \\ 0,25 \\ 0,03 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,30 \\ 0,69 \\ 1,55 \\ 1,14 \\ 1,93 \\ 2,01 \\ 0,24 \end{bmatrix} \quad (6.2)$$

D sütun vektöründeki değerler Denklem 4.10 ve Denklem 4.11 kullanılarak E sütun vektörüne ve $\lambda=7,73$ temel değerine ulaşılmıştır. Bu değer Denklem 4.12’de kullanılarak CI=0,12 değeri bulunmuş ve CI değeri de Denklem 4.13’te yerine yazılarak CR=0,09 tutarlılık oranına ulaşılmıştır. Ulaşılan tutarlılık oranı AHS’de $n \geq 5$ matrisler için 0,10 olarak belirlenen sınırın altında kaldığı için bu değerlendirmenin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

A (11 kişi), E (7 kişi) ve F (9 kişi) sınıflarında otomobil kullanan katılımcı sayısı yeterli görülmediği için bu sınıflar değerlendirilmemiştir. Örnek katılımcının verilerine uygulanan işlemler B, C ve D sınıfı otomobil kullanan tüm katılımcılar için uygulanmış ve tutarlılık oranı 0,10 sınırının altında kalanlar değerlendirmelere alınmıştır.

6.2.1 B, C ve D sınıfı otomobil kullanıcılarının ölçüt önem dağılımları

Katılımcılardan 111 kişi B sınıfı, 229 kişi C sınıfı ve 112 kişi D sınıfı otomobil kullandığını belirtmiştir. Bu kişilerin ölçüt önem düzeyleri belirlenmiş ve aritmetik ortalaması alınarak her sınıf için ortalama görüşler belirlenmiştir. B, C ve D sınıfları için belirlenen ölçüt önem dağılımları Çizelge 6.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.8 : B, C ve D sınıfı kullanıcılarının ölçüt önem dağılımları.

Ölçüt	Önem dağılımı (%)		
	B sınıfı	C sınıfı	D sınıfı
En yüksek hız	7,64	9,19	9,81
Hızlanma süresi	11,09	10,91	13,93
Yakıt tüketimi	17,22	17,16	16,32
Çevrecilik	15,82	14,71	13,98
Fiyat	16,32	16,75	16,34
Yıllık masraf	17,24	16,89	15,24
Erim	14,67	14,39	14,38

En önemli ölçütlere bakıldığında B sınıfında yıllık masraf, C sınıfında yakıt tüketimi ve D sınıfında ise fiyat görülmektedir, ancak en önemli ölçütler ile 2.'ler arasındaki önem farklarının belirgin olmadığı dikkat çekmektedir. Tüm sınıf kullanıcılarında da en önemsiz ölçüt ortak olarak en yüksek hızdır. Ayrıca otomobil sınıfı yükseldikçe en yüksek hızın öneminin artmakta olduğu, yakıt tüketimi, çevrecilik, yıllık masraf ve erimin öneminin azaldığı belirlenmiştir.

6.3 AHS ile Otomobil Seçimlerinin Yapılması

Otomobil seçimlerinin, katılımcıların tercih etmek istedikleri otomobil sınıfı için yapılması planlanmış ancak çıkan sonuçların mevcut otomobil dağılımlarına uymadığı görülmüştür. Ayrıca katılımcıların tercih etmek istedikleri otomobillerin fiyatlarını karşılayıp karşılayamadıkları, seçenekler arasında o sınıftaki en düşük otomobil fiyatı üzerinden kontrol edilmiştir. Otomobillerin sınıflarına göre mevcut dağılımları, tercih edilme dağılımları ve fiyatlarının karşılanma oranları Çizelge 6.9'da verilmiştir. Özellikle C sınıfı mevcutta en çok tercih edilen otomobil sınıfıyken, anket sonucunda 3. sıraya düşmüştür. Ayrıca fiyat karşılama oranlarına bakıldığında oranların oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun 2. el satın alımı, üst sınıfa geçme hevesi gibi nedenlerden kaynaklanabileceği ve sonuç olarak da kullanıcıların hangi otomobili tercih edecekleri yanıtlarının tutarlı olmadığı düşünülmüştür. Bu nedenle, değerlendirmeler katılımcıların mevcut otomobil sınıflarına göre yapılmıştır.

Çizelge 6.9 : Otomobillerin sınıflarına göre mevcut dağılımları, tercih dağılımları ve tercih edilen otomobil sınıfı fiyat karşılama oranı.

Sınıf	Dağılımlar (%)		Tercih fiyatı karşılama oranı (%)
	Mevcut	Tercih	
A	2,3	4,0	72,7
B	23,2	18,5	44,6
C	47,8	18,3	42,0
D	23,4	43,4	51,5
E	1,5	11,2	31,1
F	1,9	4,6	4,0

Katılımcıların ölçüt önem düzeyleri belirlendikten sonra kullandığı otomobil sınıfındaki seçenekler için AHS'ye devam edilmiştir. Örneğin bir kişi B sınıfı bir otomobil kullanıyorsa ölçüt önem düzeyleri B sınıfındaki otomobil seçenekleriyle birlikte değerlendirilmiş ve kişi için seçeneklerin önem dağılımları ve sıraları bulunmuştur.

Otomobil seçimi işlemleri, ölçüt önem düzeyleri belirlenen örnek katılımcının verileri üzerinden gösterilmiştir. Ölçüt önem oranları ve seçeneklerin görelî öncelikleri Denklem 4.16'da kullanılarak, sonuç dağılımına ulaşılmıştır. Katılımcının ölçüt önem dağılımları, otomobillerin görelî öncelikleri ve ulaşılan sonuç dağılımı Çizelge 6.10'da bir arada gösterilmiştir. Örnek katılımcının sonuç sıralaması OC-2 (%27,22), OC-3 (%25,92), OC-1 (%24,66) ve OC-4 (%22,19) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.10 : Örnek katılımcının ölçüt önem dağılımı.

Ölçüt	Katılımcının ölçüt önem dağılımı	Görelî öncelikler			
		OC-1 (BO)	OC-2 (DO)	OC-3 (LO)	OC-4 (HO)
Yıllık masraf	0,2511	0,2804	0,2804	0,2804	0,1589
Fiyat	0,2422	0,3080	0,2717	0,2956	0,1247
Yakıt tüketimi	0,2020	0,1671	0,2892	0,2523	0,2913
Çevrecilik	0,1444	0,1934	0,2540	0,2157	0,3368
Hızlanma süresi	0,0852	0,2518	0,2228	0,2469	0,2785
En yüksek hız	0,0416	0,2560	0,2422	0,2527	0,2491
Erim	0,0335	0,2338	0,3534	0,1070	0,3058
Toplam		0,2466	0,2722	0,2592	0,2219

Örnek katılımcının sonuçlarında görüldüğü üzere AHS sonucunda seçeneklerin görelî öncelikleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, katılımcıların görelî önceliklerine göre yalnızca ilk sırada yer alan otomobiller değerlendirilmiştir. Mevcut durumla seçimler arasındaki farkların, tüketicilerin yalnızca önem düzeylerine göre değil alışkanlıklarına ve önyargılarına göre de otomobil tercih ediyor olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca, tüketicilerin bir kısmının otomobil özelliklerini ve yeni teknolojileri incelemeyen, yalnızca renk ve şekil gibi fiziksel özelliklere bakarak otomobil seçimi yapması da bu sonucu ortaya çıkaran bir diğer neden olarak görülebilir.

6.3.1 B sınıfı otomobil kullanıcılarının seçimleri

Anket yapılan kişilerden B sınıfı otomobil kullanıcılarının hangi otomobilleri kaçınıcı sırada seçtiklerinin dağılımları Çizelge 6.11'de verilmektedir. Seçimlerde görelî önceliklere göre ilk sırada en çok seçilen DO olurken, ikinci sırada en çok seçilen ise HO olmuştur. Ayrıca ilk sırada %5,4'lük oranla en az seçilen benzinli otomobil (BO), ikinci sırada %33,3'lük bir oran almıştır. B sınıfı otomobil kullanıcılarının %14,4'ü için HO, %11,7'i için EO ilk sırada yer almakta ve HO ve EO'nun bu kullanıcıların isteklerini karşılayabildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, B sınıfı kullanıcılarının %66,7'lik

bir kısmı için EO'nun, %12,6'lık bir kısmı için de HO'nun son sırada yer aldığı görülmekte ve bu kullanıcılara hitap etmedikleri sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 6.11 : B sınıfı otomobil kullanıcılarının görelî öncelik sıralarına göre seçenek dağılımları.

	Öncelik sırasına göre dağılım (%)				
	1.	2.	3.	4.	5.
OB-1 (Benzinli)	5,4	33,3	34,2	13,5	13,5
OB-2 (Dizel)	57,7	18,0	13,5	10,8	0,0
OB-3 (LPG'li)	10,8	11,7	11,7	58,6	7,2
OB-4 (Hibrit)	14,4	34,2	24,3	14,4	12,6
OB-5 (Elektrikli)	11,7	2,7	16,2	2,7	66,7

B sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre hangi otomobili ilk sırada seçtikleri, sayıları ve yüzdeleri ile Çizelge 6.12'de gösterilmiştir.

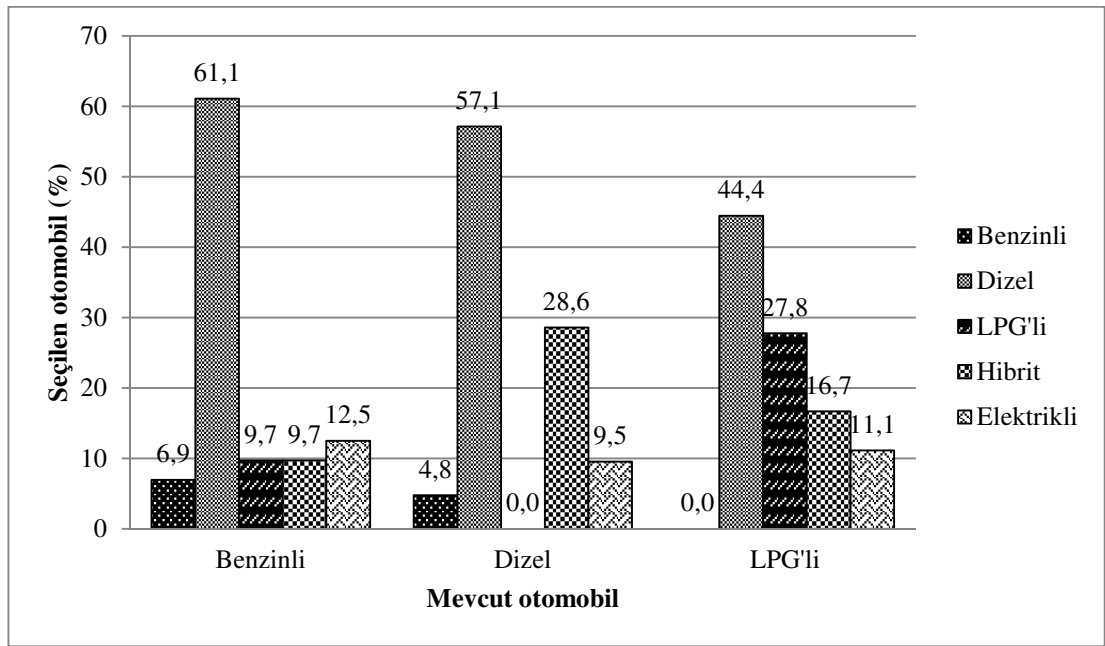
Çizelge 6.12 : B sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre otomobil seçimleri.

Grup		OB-1 (Benzin)		OB-2 (Motorin)		OB-3 (LPG)		OB-4 (Hibrit)		OB-5 (Elektrik)	
		Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Cinsiyet	Erkek	4	5,7	38	54,3	5	7,1	16	22,9	7	10,0
	Kadın	2	4,9	26	63,4	7	17,1	-	-	6	14,6
Medeni durum	Evli	4	9,3	27	62,8	9	20,9	-	-	3	7,0
	Bekâr	2	2,9	37	54,4	3	4,4	16	23,5	10	14,7
Aylık gelir (TL)	0-2000	-	-	22	61,1	-	-	7	19,4	7	19,4
	2001-3500	3	8,1	21	56,8	4	10,8	3	8,1	6	16,2
	3501-5000	3	9,7	16	51,6	6	19,4	6	19,4	-	-
	5000 üzeri	-	-	5	71,4	2	28,6	-	-	-	-
Yaş	18-28	2	4,7	23	53,5	-	-	10	23,3	8	18,6
	29-39	-	-	24	55,8	8	18,6	6	14,0	5	11,6
	39 üzeri	4	16,0	17	68,0	4	16,0	-	-	-	-
Grup toplamı		6	5,4	64	57,7	12	10,8	16	14,4	13	11,7

Elde edilen verilere bakıldığında erkeklerin kadınlara, bekârların da evlilere kıyasla daha fazla EMO seçtiği görülmektedir. OB-4 (HO) yalnızca bekâr erkekler tarafından seçilmiş, diğêr cinsiyet-medeni durum gruplarında seçilmemiştir. OB-3 (LO) seçimi oranının gelir düzeyiyle birlikte arttığı görülürken, OB-2 (DO) seçim oranının yaş

arttıkça arttığı belirlenmiştir. Ayrıca gelir düzeyi ve yaş arttıkça OB-5 (EO) seçim oranının azaldığı görülmektedir. B sınıfına genel olarak bakıldığında ise otomobiller seçim oranlarına göre büyükten küçüğe OB-2 (%57,7), OB-4 (%14,4), OB-5 (%11,7), OB-3 (10,8) ve OB-1 (%5,4) olarak sıralanmıştır.

Katılımcıların kullandıkları otomobillerinin yakıt türleri ile seçtikleri otomobillerin yakıt türleri karşılaştırılmış ve Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Mevcuttaki tüm yakıt türlerindeki kullanıcıların en çok seçtiği otomobilin dizel olduğu görülmektedir. BO ve DO seçim oranları, BO kullanıcılarında en yüksektir. BO seçimi LO kullanıcıları tarafından, LO seçimi de DO kullanıcıları tarafından hiç yapılmamıştır. LO seçimi en çok LO kullanıcıları tarafından yapılmıştır. HO seçimi DO kullanıcılarında en yüksek orana (%28,6) sahipken, BO kullanıcıları arasında en düşüktür (%9,7). EO seçim oranı tüm yakıt türlerinde birbirine yakın ve yaklaşık %9,5 - 12,5 arasında değişmektedir.



Şekil 6.1 : B sınıfı mevcut yakıt türüne göre seçilen yakıt türlerinin karşılaştırması.

6.3.2 C sınıfı otomobil kullanıcılarının seçimleri

Anket yapılan kişilerden C sınıfı otomobil kullanıcılarının hangi otomobilleri kaçınıcı sırada seçtiklerinin dağılımları Çizelge 6.13'te verilmektedir. Seçimlerde görece önceliklere göre ilk sırada en çok seçilen DO olurken, ikinci sırada en çok seçilen ise HO olmuştur. Ayrıca ilk sırada hiç seçilmeyen ancak mevcutta oldukça fazla bir kullanım oranına sahip olan BO ve LO, ikinci sırada %22,7 ve %24,9 oranlar almışlardır. C sınıfı otomobil kullanıcılarının %5,7'si için HO ilk sırada yer almakta

ve HO'nun bu kullanıcıların isteklerini karşılayabildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, HO modelinin C sınıfı kullanıcılarının %28,4'lük kısmı için son sırada yer aldığı görülmekte ve bu kullanıcılara hitap etmediği sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 6.13 : C sınıfı otomobil kullanıcılarının görece öncelik sıralarına göre seçenek dağılımları.

	Öncelik sırasına göre dağılım (%)			
	1.	2.	3.	4.
OC-1 (Benzinli)	-	22,7	52,4	24,9
OC-2 (Dizel)	94,3	5,2	0,4	-
OC-3 (LPG'li)	-	24,9	28,4	46,7
OC-4 (Hibrit)	5,7	47,2	18,8	28,4

C sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre hangi otomobili ilk sırada seçtikleri, sayıları ve yüzdeleri ile Çizelge 6.14'te gösterilmiştir.

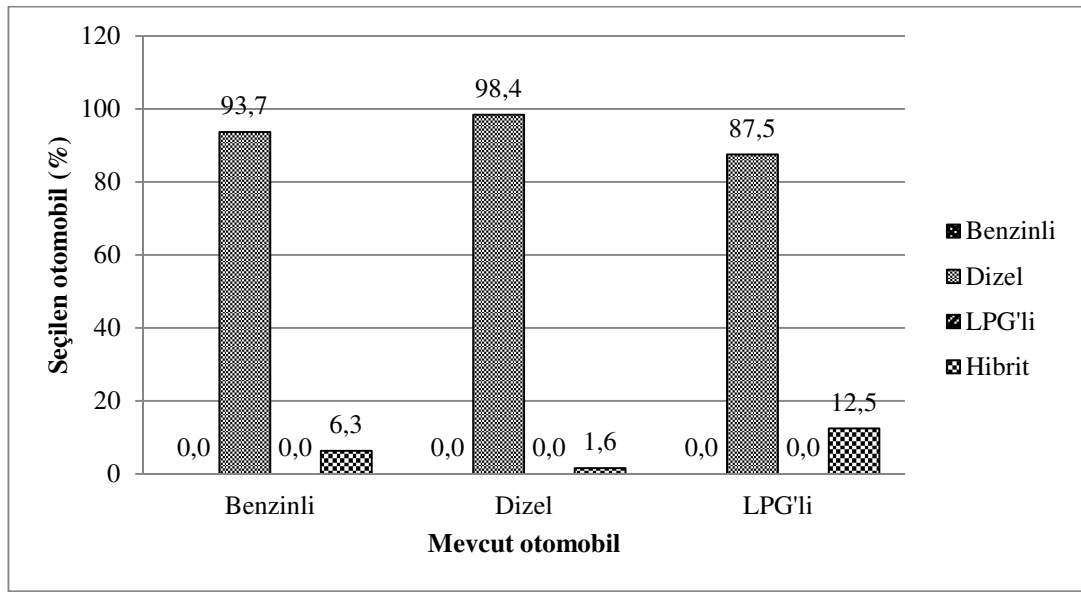
Çizelge 6.14 : C sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre otomobil seçimleri.

Grup		OC-1 (Benzin)		OC-2 (Motorin)		OC-3 (LPG)		OC-4 (Hibrit)	
		Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	-	-	120	93,0	-	-	9	7,0
	Kadın	-	-	96	96,0	-	-	4	4,0
Medeni durum	Evli	-	-	91	98,9	-	-	1	1,1
	Bekâr	-	-	125	91,2	-	-	12	8,8
Aylık gelir (TL)	0-2000	-	-	45	88,2	-	-	6	11,8
	2001-3500	-	-	71	95,9	-	-	3	4,1
	3501-5000	-	-	53	98,1	-	-	1	1,9
	5000 üzeri	-	-	47	94,0	-	-	3	6,0
Yaş	18-28	-	-	77	91,7	-	-	7	8,3
	29-39	-	-	69	94,5	-	-	4	5,5
	39 üzeri	-	-	70	97,2	-	-	2	2,8
Grup toplamı		-	-	216	94,3	-	-	13	5,7

C sınıfında en dikkat çeken veri OC-1 (BO) ve OC-3 (LO)'ün hiçbir grupta seçilmemiş olması ve tüm gruplarda OC-2 (DO)'nin %88,2 - 98,9 arasında oranlarla yer almasıdır. Ayrıca bekârların evlilere göre OC-4 (HO) seçim oranının yüksek, OC-2 (DO) seçim

oranının daha düşük olduğu görülmektedir. OC-4 (HO) seçim oranının, yaş arttıkça azaldığı belirlenmiştir.

Katılımcıların kullandıkları otomobillerinin yakıt türleri ile seçtikleri otomobillerin yakıt türleri karşılaştırılmış ve Şekil 6.2’de gösterilmiştir. DO seçim oranı DO kullanıcılarında en yüksekken LO kullanıcılarında en düşüktür. HO seçim oranı LO kullanıcılarında %12,5, BO kullanıcılarında %6,3 ve DO kullanıcılarında %1,6 olarak sıralanmıştır.



Şekil 6.2 : C sınıfı mevcut yakıt türüne göre seçilen yakıt türlerinin karşılaştırması.

C sınıfına genel olarak bakıldığında, seçilen otomobillerin yakıt türlerine göre oranları mevcut durumdan oldukça farklıdır. C sınıfındaki DO seçeneği tüketicilerin çoğunun ölçüt önem düzeylerini karşılıyor olsa da, satın alım sırasında benzinli seçeneğin fiyatının dizel seçeneğe göre 8.000 TL (yaklaşık %12) daha düşük olmasının, tüketicilerin bu yönde tercih yapmasına neden olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca tüketicilerin alışkanlıklarının ve önyargılarının da otomobil tercihlerinde etkili olmasının sonuçları etkilediği düşünülmektedir.

6.3.3 D sınıfı otomobil kullanıcılarının seçimleri

Anket yapılan kişilerden D sınıfı otomobil kullanıcılarının hangi otomobilleri kaçınıcı sırada seçtiklerinin dağılımları Çizelge 6.15’te verilmektedir. Seçimlerde görece önceliklere göre ilk sırada en çok seçilen DO olurken, ikinci sırada en çok seçilen ise BO olmuştur. Ayrıca ilk sırada %4,5’lik bir oranla seçilen ancak mevcutta oldukça

fazla bir kullanım oranına sahip olan BO, ikinci sırada %55,4'lük bir oran almıştır. D sınıfı otomobil kullanıcılarının %39,3'ü için EO ilk sırada yer almakta ve EO'nun bu kullanıcıların isteklerini karşılayabildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, EO'nun D sınıfı kullanıcılarının %37,5'lik kısmı için son sırada yer aldığı görülmekte ve bu kullanıcılara hitap etmediği sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 6.15 : D sınıfı otomobil kullanıcılarının görelî öncelik sıralarına göre seçenek dağılımları.

	Öncelik sırasına göre dağılım (%)			
	1.	2.	3.	4.
OD-1 (Benzinli)	4,5	55,4	28,6	11,6
OD-2 (Dizel)	56,3	35,7	6,3	1,8
OD-3 (LPG'li)	-	5,4	45,5	49,1
OD-4 (Elektrikli)	39,3	3,6	19,6	37,5

D sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre hangi otomobili ilk sırada seçtikleri, sayıları ve yüzdeleri ile Çizelge 6.16'da gösterilmiştir.

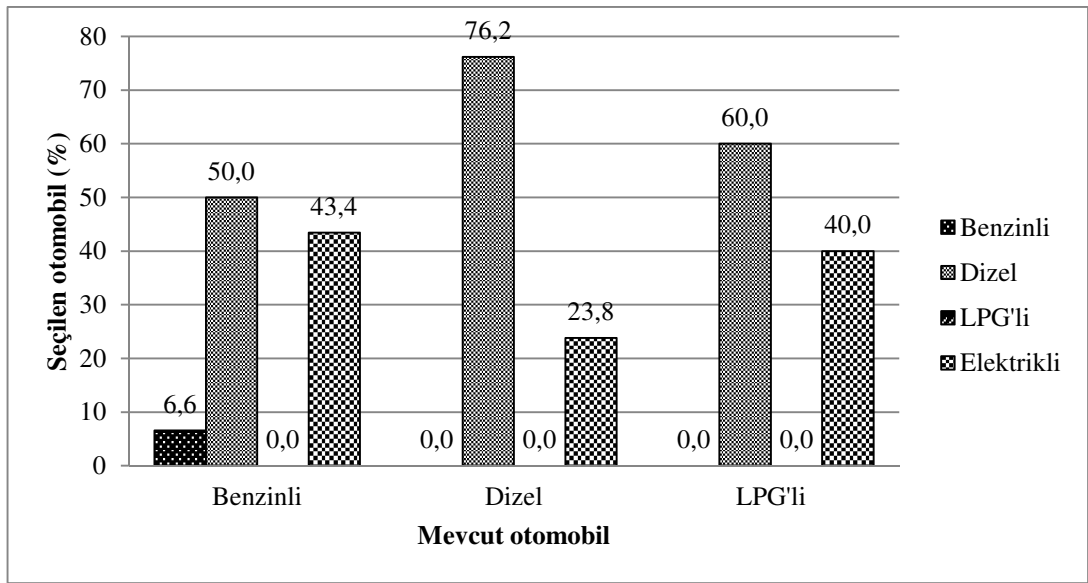
Çizelge 6.16 : D sınıfı otomobil kullanıcılarının cinsiyet, evlilik durumu, aylık gelir aralığı ve yaş aralığına göre otomobil seçimleri.

Grup		OD-1 (Benzin)		OD-2 (Motorin)		OD-3 (LPG)		OD-4 (Elek.)	
		Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	2	2,5	44	55,7	-	-	33	41,8
	Kadın	3	9,1	19	57,6	-	-	11	33,3
Medeni durum	Evli	-	-	33	58,9	-	-	23	41,1
	Bekâr	5	8,9	30	53,6	-	-	21	37,5
Aylık gelir (TL)	0-2000	-	-	15	75,0	-	-	5	25,0
	2001-3500	2	6,7	20	66,7	-	-	8	26,7
	3501-5000	3	12,5	9	37,5	-	-	12	50,0
	5000 üzeri	-	-	19	50,0	-	-	19	50,0
Yaş	18-28	2	7,1	14	50,0	-	-	12	42,9
	29-39	3	8,3	20	55,6	-	-	13	36,1
	39 üzeri	-	-	29	60,4	-	-	19	39,6
Grup toplamı		5	4,5	63	56,3	-	-	44	39,3

OD-4 (EO) seçim oranının evlilerde bekârlara göre, erkeklerde de kadınlara göre daha yüksek olduğu ve gelir düzeyi arttıkça da artmakta olduğu saptanmıştır. Ayrıca, OD-2 (DO) seçiminin yaşla birlikte arttığı görülmektedir. D sınıfına genel olarak

bakıldığında ise otomobiller seçim oranlarına göre büyükten küçüğe OD-2 (%56,3), OD-4 (%39,3) ve OD-1 (%4,5) olarak sıralanmış, LPG'li model OD-3 hiç seçilmemiştir.

D sınıfı otomobil kullanıcılarının otomobillerinin yakıt türleri ile seçtikleri otomobillerin yakıt türleri karşılaştırılmış ve Şekil 6.3'te gösterilmiştir. Mevcuttaki tüm yakıt türlerindeki kullanıcıların en çok seçtiği otomobilin DO olduğu görülmektedir. BO seçimi yalnızca BO kullanıcıları tarafından yapılırken, LO seçen yoktur. EO seçim oranı DO kullanıcılarında %23,8'le en düşük orana sahipken, BO kullanıcılarında %43,4'le en yüksek orana sahiptir.



Şekil 6.3 : D sınıfı mevcut yakıt türüne göre seçilen yakıt türlerinin karşılaştırması.

D sınıfına genel olarak bakıldığında seçilen otomobillerin yakıt türlerine göre oranlarının mevcut durumdan oldukça farklı olduğu görülmektedir. D sınıfındaki DO seçeneği tüketicilerin çoğunun ölçüt önem düzeylerini karşılıyor olsa da satın alım sırasında benzinli seçeneğin fiyatının dizel seçeneğe göre 16.300 TL (yaklaşık %18) daha düşük olmasının, insanların bu yönde tercih yapmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bunun dışında, otomobil seçimi sırasında alışkanlıkların ve önyargıların önem düzeylerinin önüne geçtiği ve bu sonucu ortaya çıkardığı düşünülmüştür.

6.4 Seçimlerde Kısıtların Değerlendirilmesi

Katılımcıların otomobil seçimlerinde ilk sırada yer alan otomobillerin bazı kısıtlara uyup uymadıkları değerlendirilmiştir. EO için erim, otopark ve en yüksek fiyat, GO ve HO için ise en yüksek fiyat kısıtları düşünülerek değerlendirmeler yapılmıştır.

6.4.1 GO kısıtlarının değerlendirilmesi

GO kısıtlarının değerlendirilmesi, B, C ve D sınıfı kullanıcılarından BO, LO ve DO seçenlerin satın alırken ödeyebilecekleri tutar, seçtikleri otomobil fiyatıyla karşılaştırılarak yapılmıştır. GO seçenlerin fiyat kısıtını sağlama durumları Çizelge 6.17’de verilmiştir. B sınıfındaki katılımcıların %54,9’u bu kısıtı sağlarken, C sınıfında bu oran %50,0, D sınıfında ise %61,8 olarak belirlenmiştir. Toplama bakıldığında ise katılımcıların %53,3’ünün seçtiği otomobilin fiyatını karşılayabildiği görülmektedir.

Çizelge 6.17 : GO seçenlerin kısıtları sağlama durumları.

		B sınıfı		C sınıfı		D sınıfı		Toplam	
		Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Fiyat	Karşılatabiliyor	45	54,9	108	50,0	42	61,8	195	53,3
	Karşılatabılmıyor	37	45,1	108	50,0	26	38,2	171	46,7

6.4.2 HO kısıtlarının değerlendirilmesi

HO kısıtlarının değerlendirilmesi B ve C sınıfı kullanıcılarından HO seçenlerin satın alırken ödeyebilecekleri tutar, seçtikleri otomobil fiyatıyla karşılaştırılarak yapılmıştır. HO seçenlerin fiyat kısıtını sağlama durumları Çizelge 6.18’de verilmiştir. B sınıfındaki katılımcıların %56,3’ü bu kısıtı sağlarken, C sınıfında bu oran %46,2 olarak belirlenmiştir. Toplama bakıldığında ise HO seçenlerin %51,7’sinin fiyat kısıtını sağladığı ve HO alması için bir engel olmadığı görülmüştür.

Çizelge 6.18 : HO seçenlerin kısıtları sağlama durumları.

		B sınıfı		C sınıfı		Toplam	
		Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Fiyat	Karşılatabiliyor	9	56,3	6	46,2	15	51,7
	Karşılatabılmıyor	7	43,8	7	53,8	14	48,3
Sınıf toplamı		16	55,2	13	44,8	29	100,0

HO ve GO seçenlerin kısıtları sağlama oranları karşılaştırıldığında yakın sonuçlar olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara bakılarak HO fiyatlarının beklenen düzeyde olduğu söylenebilir.

6.4.3 EO kısıtlarının değerlendirilmesi

Seçimde EO çıkan katılımcının öncelikle günlük ortalama yol uzaklığına bakılmıştır. Bu uzaklık 75 km'nin altındaysa ev veya işyerinden en az birinde otoparka park etme, 75 km'nin üzerindeyse hem ev hem işyerinde otoparka park etme durumu aranmıştır. Ortalama yol uzaklığı ve otopark kısıtlarını geçen kullanıcıların otomobil satın alırken ödeyebileceği en yüksek tutarın, seçenek olarak sunulan otomobilin fiyatını karşılayıp karşılayamadığı kontrol edilmiş ve sonuçlara varılmıştır. EO seçenlerin erim ve fiyat kısıtını sağlama durumları Çizelge 6.19'da verilmiştir.

Çizelge 6.19 : EO seçenlerin kısıtları sağlama durumları.

		Erim kısıtı				Toplam	
		Sağlıyor		Sağlamıyor			
		Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Fiyat	Karşılatabiliyor	9	15,8	5	8,8	14	24,6
	Karşılatabılmıyor	34	59,6	9	15,8	43	75,4
	Toplam	43	75,4	14	24,6	57	100,0

Veriler değerlendirildiğinde, EO seçen toplam 57 kişiden 43 kişinin (%75,4) otopark durumu uygunken, 14 kişi (%24,6) bu kısıta uymamaktadır. Otopark durumu uygun olanların otomobil satın alırken ödeyebileceği en yüksek tutarlar kendi sınıflarındaki EO fiyatlarıyla karşılaştırmış ve 43 kişiden 9'unun (%20,9) bu fiyatı karşılayabileceği görülmüştür. Sonuç olarak EO seçen 57 kişiden 9'u (%15,8) kısıtları sağlayabilmiştir.

GO ve HO seçenlerle EO seçenlerin fiyat kısıtlarını sağlama oranları karşılaştırılmış ve EO seçenlerin oranlarının GO ve HO seçenlerin yarısından daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara bakılarak EO fiyatlarının kullanıcıların beklediği düzeyden fazla olduğu söylenebilir.

7. SONUÇLAR

Türkiye'de özellikle büyük şehirlerde otomobil sayısındaki hızlı artış ve buna bağlı olarak da fosil yakıtların hızla tükeniyor olması, insanları farklı yakıt türlerini kullanan otomobiller üretmeye yöneltmiştir. Otomobil üreticilerinin de EO ve HO üzerine yaptıkları çalışmalarını arttırmaları ve yeni EMO modellerini piyasaya sürmeleri otomobil teknolojisinin bu yöne kaydığını göstermektedir.

Çalışma kapsamında, Mart-Nisan 2015 tarihlerinde, İstanbul içerisindeki özel şirketler, otomobil servisleri, alışveriş merkezi otoparkları ve üniversite kampüslerinde rastgele seçilmiş 520 otomobil sürücüsüyle yüz yüze anket yapılmıştır. Tutarlılık oranı %10'un altında kalan 41 kişinin verileri değerlendirmelere alınmayarak toplam 479 kişiye ait veriler değerlendirilmiştir. Bu veriler kullanıcıların sosyoekonomik bilgilerini, mevcut otomobil kullanımlarıyla ilgili bilgilerini ve ölçüt önem karşılaştırmalarını içermektedir.

Mevcut durumda cinsiyet, medeni durum, gelir grubu ve yaş aralığı fark etmeksizin tüm gruplarda C sınıfı otomobil kullanım oranı en yüksektir. B ve D sınıfı otomobiller erkeklerde kadınlara göre daha çok tercih edilirken C sınıfı otomobilleri kadınlar daha çok tercih etmektedir. B ve C sınıfı otomobiller bekârlarda evlilere göre daha çok tercih edilirken D sınıfında durum tam tersidir. Gelir arttıkça A sınıfı otomobil kullanımının düştüğü, D ve E sınıfı otomobil kullanımının ise yaş arttıkça arttığı bilgisi elde edilmiştir. Katılımcıların otomobillerinin yakıt türlerinin yaygınlığına göre benzin (%64,5), motorin (%23,6) ve LPG (%11,9) olarak sıralanmakta olduğu görülmektedir. Anket yapılan kişiler arasında EO ve HO kullanan bulunmamaktadır. E sınıfı otomobiller hariç diğer sınıflarda en çok kullanılan yakıt türünün benzin olduğu, E sınıfında ise motorinin öne çıktığı bilgisine ulaşılmıştır. A, E ve F sınıflarında LPG kullanımına rastlanmamıştır. EO kullanımı için erim ve otopark koşulları incelendiğinde katılımcıların %73,7'sinin bu koşulları sağlayabildiği ve otoparklarda gerekli düzeneğin sağlanması durumunda EO kullanmaları açısından bir engel olmadığı bilgisine ulaşılmaktadır.

Ankette yer alan ölçütlerin ikili önem karşılaştırmalarının AHS yöntemi kullanılarak değerlendirilmesiyle sürücülerin otomobil seçim ölçütlerinin önem sıraları belirlenmiş ve bu önem sıralarına göre hangi otomobilin kendi isteklerini karşıladığı bulunmuştur. Çıkan sonuçlar değerlendirilerek B, C ve D sınıfı otomobil kullanıcılarının EMO'lara karşı yaklaşımlarına ulaşılmıştır. Ölçüt önem dağılımlarına bakıldığında B sınıfında yıllık masraf, C sınıfında yakıt tüketimi ve D sınıfında fiyat ölçütünün en yüksek öneme sahip olduğu, tüm sınıflardaki en önemsiz ölçütün ise en yüksek hız olduğu belirlenmiştir. Ayrıca otomobil sınıfı yükseldikçe en yüksek hızın öneminin artmakta olduğu, yakıt tüketimi, çevrecilik, yıllık masraf ve erimin öneminin azaldığı bilgisi elde edilmiştir.

B sınıfı otomobil kullanıcılarının hangi otomobilleri kaçınıcı sırada seçtiklerinin dağılımları incelenmiştir. Kullanıcıların %14,4'ü için HO, %11,7 için EO ilk sırada yer almakta ve HO ve EO'nun bu kullanıcıların isteklerini karşılayabildiği sonucuna varılmaktadır. Ayrıca kullanıcıların %66,7'lik bir kısmı için EO'nun, %12,6'lık bir kısmı için de HO'nun son sırada yer aldığı ve bu kullanıcılara hitap etmediği anlaşılmaktadır. Elde edilen ilk sıra verilerine bakıldığında erkeklerin kadınlara, bekârların da evlilere kıyasla daha fazla EMO seçtiği görülmektedir. HO, yalnızca bekâr erkekler tarafından seçilmiş, diğer cinsiyet-medeni durum gruplarında seçilmemiştir. LO seçim oranının gelir düzeyiyle birlikte arttığı görülürken, DO seçim oranının yaş arttıkça arttığı belirlenmiştir. Ayrıca gelir düzeyi ve yaş arttıkça EO seçim oranının azaldığı görülmektedir. B sınıfına genel olarak bakıldığında ise otomobiller seçim oranlarına göre büyükten küçüğe DO (%57,7), HO (%14,4), EO (%11,7), LO (10,8) ve BO (%5,4) olarak sıralanmıştır. HO seçimi DO kullanıcılarında en yüksek orana (%28,6) sahipken, BO kullanıcıları arasında en düşüktür (%9,7). EO seçim oranı tüm yakıt türlerinde birbirine yakın olmakla birlikte yaklaşık %9,5 - 12,5 arasında değişmektedir.

C sınıfı otomobil kullanıcılarının hangi otomobilleri kaçınıcı sırada seçtiklerinin dağılımları incelenmiş, HO'nun kullanıcıların %5,7'lik kısmı için ilk sırada yer aldığı görülmüş ve bu kullanıcıların isteklerini karşılayabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, HO'nun kullanıcıların %28,4'lük kısmı için son sırada yer aldığı görülmüş ve bu kullanıcılara hitap etmediği anlaşılmıştır. C sınıfında en dikkat çeken veri BO ve LO modellerinin hiçbir grupta ilk sırada seçilmemiş olması ve tüm gruplarda DO'nun %88,2 - 98,9 arasında oranlarla yer almasıdır. Ayrıca bekârların evlilere göre HO

seçim oranının yüksek, DO seçim oranının daha düşük olduğu görülmüş ve HO seçim oranının yaş arttıkça azaldığı belirlenmiştir. HO seçim oranı LO kullanıcılarında %12,5, BO kullanıcılarında %6,3 ve DO kullanıcılarında %1,6 olarak sıralanmıştır.

D sınıfı otomobil kullanıcılarının hangi otomobilleri kaçınıcı sırada seçtiklerinin dağılımları incelenmiş ve kullanıcıların %39,3'ü için EO'nun ilk sırada yer almakta olduğu görülmüş ve EO'nun bu kullanıcıların isteklerini karşılayabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, EO'nun kullanıcıların %37,5'lik kısmı için son sırada yer aldığı görülmekte ve bu kullanıcılara hitap etmediği sonucu çıkmaktadır. D sınıfındaki ilk sıra sonuçlarına bakıldığında, EO seçim oranının evlilerde bekârlara göre, erkeklerde de kadınlara göre daha yüksek olduğu ve gelir düzeyi arttıkça da artmakta olduğu belirlenmiştir. D sınıfına genel olarak bakıldığında ise otomobil seçimleri %56,3 DO, %39,3 EO ve %4,5 BO olarak sıralanmıştır. EO seçim oranı DO kullanıcılarında %23,8'le en düşük orana sahipken, BO kullanıcılarında %43,4'le en yüksek orana sahiptir. D sınıfı kullanıcıları arasında EO seçim oranı mevcut duruma bakıldığında oldukça yüksek çıktığı görülmektedir. Bu da doğru satış politikaları uygulanması durumunda D sınıfı için EO'lara karşı bir talep oluşabileceğini göstermektedir.

Katılımcıların otomobil seçimlerinde ilk sırada yer alan otomobillerin bazı kısıtlara uyup uymadıkları değerlendirilmiştir. EO için erim, otopark ve en yüksek fiyat, GO ve HO için ise en yüksek fiyat kısıtları düşünülerek değerlendirmeler yapılmıştır. GO'lara bakıldığında katılımcıların %53,3'ünün seçtiği otomobilin fiyatını karşılayabildiği görülmektedir. HO'lara bakıldığında ise HO seçenlerin %51,7'sinin fiyat kısıtını sağladığı ve HO alması için bir engel olmadığı görülmüştür. EO'lara bakıldığında, EO seçenlerin %75,4'ü erim kısıtına uymaktadır. Bu kısıtı sağlayanların otomobil satın alırken ödeyebileceği en yüksek tutarlar kendi sınıflarındaki EO fiyatlarıyla karşılaştırılmış ve %20,9'unun bu fiyatları karşılayabileceği görülmüştür. Sonuç olarak EO seçenlerden %15,8'i kısıtları sağlayabilmiştir. GO, HO ve EO seçenlerin fiyat kısıtlarını sağlama oranları karşılaştırıldığında HO ve GO seçenlerin oranlarının yakın olduğu, ancak EO seçenlerin oranlarının GO ve HO seçenlerin oranlarının yarısından daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara bakılarak HO fiyatlarının beklenen düzeyde olduğu, EO fiyatlarının ise kullanıcıların beklediği düzeyden fazla olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, B, C ve D sınıfı otomobil sürücülerinin kullanmakta oldukları otomobillerin yakıt türleri ile seçtikleri otomobillerin yakıt türleri arasında oransal

olarak büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu sınıflarda mevcut durumda en çok BO'lar kullanılırken seçimlerde ilk sırada DO'ların oranı yüksek çıkmış ve mevcutta neredeyse hiç tercih edilmeyen EO ve HO'ların azımsanamayacak oranlarda seçildiği görülmüştür. DO seçeneklerinin tüketicilerin çoğunun ölçüt önem düzeylerini karşılıyor olsa da satın alım sırasında benzinli seçeneğin fiyatının dizel seçeneğe göre %12-20 arasında daha ucuz olmasının insanların bu yönde tercih yapmasına neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, çıkan sonuçlardan anlaşılmaktadır ki, tüketiciler yalnızca önem düzeylerine göre değil alışkanlıklarına ve önyargılarına göre de otomobil tercih etmektedir. Bunun yanında, tüketicilerin bir kısmının otomobil özelliklerini ve yeni teknolojileri incelemeden, yalnızca renk ve şekil gibi fiziksel özelliklere bakarak otomobil seçimi yapması da bu sonucu ortaya çıkaran bir diğer neden olarak görülebilir. Bu durum da sürücülerin otomobil seçimlerini önyargılardan, alışkanlıklardan, bilinçsizlikten ve fiyat veya başka kısıtlamalardan dolayı kendi ölçüt önem düzeylerine göre yapmadığını göstermektedir. Bundan başka, EO'ların sunduğu erim düzeylerinin kullanıcıların büyük bir çoğunluğu için yeterli olduğu ancak satın alım maliyetlerinin eşdeğer otomobillere göre yüksek olmasının, tercih edilecek olsalar bile caydırıcı olduğu gözlemlenmiştir. EO'ların satın alım maliyetlerinin, kullanıcıların otomobillere ayırdıkları bütçelerinden fazla olması durumu, kullanıcıların ölçütlere karşı yaklaşımlarını geri plana atmakta ve bu tür otomobilleri seçecek olsalar bile kısıtlamaktadır. Ayrıca, otomobillerin özellik karşılaştırmalarında çevrecilikle ilgili olarak CO₂ salınım miktarları dikkat çekmektedir. EO'lar kendileri salınım yapmasalar da kullandıkları elektriğin üretimi sırasında açığa çıkan CO₂ miktarları önem taşımaktadır. Türkiye'de elektrik üretiminin büyük bir çoğunluğunun fosil yakıtlarla yapılması, EO'ların çevrecilik özelliğini geri planda bırakmaktadır. Bu durumun önüne geçilmesi, elektrik üretiminin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesiyle mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adelmann, L., Sticha, P.J. ve Donnel, M.L.** (1986). An experimental investigation of the relative effectiveness of multiattribute weighting techniques. *Organizational Behavior and Human Performance*, 33: 243-262.
- Anderson, J. ve Anderson, C.D.** (2005). *Electric and Hybrid Cars: A History*. McFarland & Co., London, UK.
- Axsen, J. ve Kurani, K.S.** (2013). Hybrid, plug-in hybrid, or electric—What do car buyers want? *Energy Policy*, 61: 532–543.
- Dündar, S.** (2008). Ders seçiminde analitik hiyerarşi proses uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 13 (2): 217-226.
- Dyer, J.** (1990). Remarks on the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 36(3): 249-258.
- Forman, E.H. ve Gass, S.I.** (2001). The Analytic Hierarchy Process-An Exposition. *Operations Research*, 49 (4):469-486.
- Graham-Rowe, E., Gardner, B., Abraham, C., Skippon, S., Dittmar, H. ve diğ.** (2012). Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations, *Transportation Research, Part A*, 46: 140-153.
- Granovskii, M., Dincer, I., ve Rosen, M.A.** (2006). Economic and environmental comparison of conventional, hybrid, electric and hydrogen fuel cell vehicles, *Journal of Power Sources*, 159: 1186–1193.
- Güngör, İ. ve İşler, D.B.** (2005). Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (2): 21-33.
- Hacıköylü, B.E.** (2006). Analitik hiyerarşi karar verme süreci ile Anadolu Üniversitesi'nde beslenme ve barınma yardımı alacak öğrencilerin belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*.
- Hartwich, F. ve Janssen, W.** (2000). Multiple criteria weighting, setting research priorities: an example from agriculture using the analytic hierarchy process. *Research Evaluation*, 9(3): 201-210.
- Hoyer, K.G.** (2008). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utilities Policy*, 16.
- Karbhari, V.M.** (1994). The Analytic Hierarchy Process: A viable decision tool for composite materials? *International Journal of Technology Management*, 9 (1).
- Klößner, C.A., Nayum, A. ve Mehmetoglu, M.** (2013). Positive and negative spillover effects from electric car purchase to car use. *Transportation Research, Part D*, 21: 32–38.

- Lai, V.S., Wong, B.K. ve Cheung, W.** (2002). Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in software selection. *European Journal of Operational Research*, 137: 134-144.
- Lieven, T., Mühlmeier, S., Henkel, S. ve Waller, J.F.** (2011). Who will buy electric cars? An empirical study in Germany. *Transportation Research, Part D*, 16: 236–243.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S. ve Helvacıoğlu, Ö.C.** (2013). Kuruluş yeri seçiminde analitik hiyerarşi süreci kullanımı: Isparta Bölgesi'nde bir uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11 (21): 101-116.
- Özden, Ü.H.** (2008). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İlkokul Seçimi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 25(1): 299-320.
- Pasaoglu, G., Fiorello, D., Martino, A., Zani, L., Zubaryeva, A. ve Thiel, C.** (2014). Travel patterns and the potential use of electric cars – Results from a direct survey in six European countries. *Technological Forecasting & Social Change*, 87: 51–59.
- Pogarcic, I., Francic, M. ve Davidovic, V.** (2008). Application of AHP method in traffic planning.
- Saat, M.** (2000). Çok amaçlı karar vermede bir yaklaşım: Analitik hiyerarşi yöntemi. *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 2: 149-162.
- Saaty, R.W.** (1987). The Analytic Hierarchy Process-What it is and how it is used. *Mathl Modelling*, 9 (3-5): 161-176.
- Saaty, T.L.** (1980). The Analytic Hierarchy Process. *McGraw-Hill International Book Company*, USA.
- Saaty, T.L.** (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32: 841–855.
- Saaty, T.L.** (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48: 9-26.
- Saaty, T.L.** (1996). Multi-criteria decision making: The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. Pittsburgh.
- Saaty, T.L.** (2001). Decision making in complex environments: The analytic network process for decision making with dependdence and feedback. *RWS Publications*, USA.
- Sarucan, A., Akkoyunlu, M.C. ve Baş, A.** (2010). Analitik hiyerarşi proses yöntemi ile rüzgar türbin seçimi. *Selçuk Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*. 25 (1): 12-18.
- Sipahi, S. ve Berber, A.** (2002). Dönüşümsel liderlik perspektifinin analitik hiyerarşi prosesi tekniği ile analizi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 31 (1): 7-30.
- Skibniewski, M.J. ve Chao, L.** (1992). Evaluation of advanced construction technology with AHP method. *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(3), 577-593.

- Tadisina, S.K., Trouut, M.D. ve Bhasin, V.** (1991). Selecting a doctoral programme using the analytic hierarchy process-The importance of perspective. *The Journal of the Operational Research Society*, 42 (8).
- Ustabaş, A.** (2013). Mikro ve Makro Etkileri Yönünden Elektrikli Otomobiller (Türkiye Ekonomisi Örneği). *Marmara Üniversitesi Doktora Tezi*.
- Uyar, Y., Kurt, M. ve Dizdar, E.** (2003). Trafik kazalarını etkileyen faktörlerin AHP yaklaşımı ile görelî önemlerinin belirlenmesi. *Teknoloji, Yıl: 6, S: 1-2*.
- van Vliet, O., Brouwerb, A.S., Kuramochib, T., van den Broekb, M. ve Faaij, A.** (2011), Energy use, cost and CO₂ emmissions of electric cars. *Journal of Power Sources* 196, 2298–2310.
- Wakefield, E.H.** (1994). History of the Electric Automobile: Hybrid Electric Vehicles. *Society of Automotive Engineers Inc., Warrendale, PA, USA*.
- Warren, L.** (2004). Uncertainties in the Analytic Hierarchy Process. *Australian Government Department of Defence, Defence Science and Technology Organisation Information Science Laboratory, 1-22*.
- Westbrook, M.H.** (2001). The Electric Car: Development and Future of Battery, Hybrid and Fuel-Cell Cars. *Society of Automotive Engineers Inc., Warrendale, PA, USA*.
- Yoo, K.E. ve Choi, Y.C.** (2006). Analytic hierarchy process approach for identifying relative importance of factors to improve passenger security checks at airports. *Journal of Air Transport Management*, 12.
- Yüksel, İ. ve Akın, A.** (2006). Analitik hiyerarşi proses yöntemiyle işletmelerde strateji belirleme. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7 (2): 254-268.
- Zahedi, F.** (1986). The analytic hierarchy process: A survey of the method and its applications. *Interfaces* 16 (4): 96-108.
- Enerji İstatistikleri Daire Başkanlığı** (2015). *Şubat 2015 Aylık Enerji İstatistikleri Raporu*. Alındığı tarih: 20.03.2015, adres: <http://www.enerji.gov.tr/>
- Government incentives for plug-in electric vehicles** (t.y.). *Wikipedia*. Alındığı tarih: 15.03.2015, adres: http://en.wikipedia.org/wiki/Government_incentives_for_plug-in_electric_vehicles
- Otomobil Distribütörleri Derneği** (2015). *Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazarı Marka/Model Perakende Satışlar (Ocak-Aralık 2014)*. Alındığı tarih: 20.03.2015, adres: <http://www.odd.org.tr/>
- T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı** (2013). *Güncel KDV oranları*. Alındığı tarih: 03.03.2015, adres: <http://www.gib.gov.tr/index.php?id=830>
- T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı** (2014). *Özel tüketim vergisi oranları*. Alındığı tarih: 03.03.2015, adres: http://www.gib.gov.tr/fileadmin/mevzuatek/otv_oranlari_tum/01012014_II_sayili_liste.htm
- T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı** (2015). *Motorlu taşıtlar vergisi hesaplama*. Alındığı tarih: 03.03.2015, adres: https://intvd.gib.gov.tr/internetvd/template.jsp?page=IVD_HSP_MTV
- T.C. Merkez Bankası** (2015). *Gösterge niteliğindeki merkez bankası kurları*. Alındığı tarih: 03.03.2015, adres: <http://www.tcmb.gov.tr/>

TÜİK (2015). Motorlu Kara Taşıtları, Aralık 2014. *Haber Bülteni*, 18762. Alındığı tarih: 20.03.2015, adres: <http://www.tuik.gov.tr/>

VATlive (2015). *2015 European Union EU VAT rates*. Alındığı tarih: 03.03.2015, adres: <http://www.vatlive.com/vat-rates/european-vat-rates/eu-vat-rates/>

Url-1 <<http://www.bmw.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-2 <<http://www.bmw.de/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-3 <<http://www.citroen.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-4 <<http://www.citroen.fr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-5 <<http://www.hyundai.com/tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-6 <<http://www.jeep.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-7 <<http://www.landrover.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-8 <<http://www.mercedes-benz.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-9 <<http://www.mercedes-benz.de/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-10 <<http://www.renault.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-11 <<http://www.toyota.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-12 <<http://binekarac.vw.com.tr/>>, alındığı tarih: 23.03.2015.

Url-13 <<http://www.epdk.org.tr/index.php/elektrik-piyasasi/tarifeler/>>, alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-14 <<http://www.akfelpower.com/tr/>>, alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-15 <<http://www.opet.com.tr/>>, alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-16 <<http://www.aytemiz.com.tr/price.asp/>>, alındığı tarih: 01.03.2015.

Url-17 <<http://www.zavoli.com.tr/>>, alındığı tarih: 30.04.2015.

Url-18 <<http://www.prins.com.tr/>>, alındığı tarih: 30.04.2015.

EKLER

EK A: Anket formu

EK A

Otomobil Özelliklerinin Önem Düzeylerinin Belirlenmesi

Kişisel Bilgiler

1.

Cinsiyet

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

Erkek

Kadın

2.

Medeni hal

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

Evli

Bekar

3.

Aylık gelir (Türk Lirası)

Örnek: 2000

.....

4.

Yaş

Örnek: 35

.....

5.

Otomobilinizin markası/modeli nedir? (Şu anda herhangi bir otomobile sahip değilseniz önceki otomobilinizi yazabilirsiniz.)

Örnek: Renault Fluence

.....

6.

Otomobilinizin yakıt türü nedir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Benzin
 Motorin
 LPG
 Hibrit
 Elektrik

7.

Eve geldiğinizde otomobilinizi nereye park ediyorsunuz?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Yol kenarı
 Otopark

8.

İş yerinizde otomobilinizi nereye park ediyorsunuz?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Yol kenarı
 Otopark

9.

Günlük yaptığınız ortalama yol miktarı nedir?

km

.....

10.

Yeni bir otomobil alacak olsanız hangi sınıf/sınıflarda otomobil almayı düşünürsünüz?

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- Mini sınıf (Örnek: Hyundai i10, Fiat 500,...)
 Küçük sınıf (Örnek: Renault Clio, Volkswagen Polo,...)
 Alt orta sınıf (Örnek: Ford Focus, Toyota Corolla,...)
 Üst orta sınıf (Örnek: Volkswagen Passat, BMW 3 Serisi,...)
 Üst sınıf (Örnek: BMW 5 Serisi, Mercedes E Serisi,...)
 Lüks sınıf (Örnek: BMW X5, Range Rover Sport,...)

11.

Yeni bir otomobil alacak olsanız fiyat olarak üst sınırınız ne olur? (...bin TL)

Örnek: 55

.....

Otomobil Özelliklerinin Önem Düzeylerinin Belirlenmesi

Bu bölümde otomobilinizin hangi özelliğinin sizin için daha önemli olduğunu belirlemeniz istenecektir. Aşağıda ikili olarak verilen özelliklerin önem düzeylerini diğer özellikleri düşünmeden derecelendirerek yanıtlayınız.

Önem dereceleri;

8: Son derece önemli,

6: Çok önemli,

4: Oldukça önemli,

2: Biraz daha önemli,

0: Eşit önemde

olarak tanımlanmıştır. 1,3,5,7 değerleri ara değerlerdir.

(-) ilk ölçütün, (+) ikinci ölçütün önemli olduğunu belirtir.

1.

En yüksek hız - Hızlanma süresi

-: En yüksek hız önemli; +: Hızlanma süresi önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2.

En yüksek hız - Yakıt tüketimi

-: En yüksek hız önemli; +: Yakıt tüketimi önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.

En yüksek hız - Çevrecilik

-: En yüksek hız önemli; +: Çevrecilik önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.

En yüksek hız - Fiyat

-: En yüksek hız önemli; +: Fiyat önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5.

En yüksek hız - Yıllık masraf

Yıllık masraf: Yıllık taşıt vergisi, bakım giderleri ve varsa pil kirası

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. **En yüksek hız - Menzil**
Menzil: Tam dolu yakıtla, yakıt almadan gidilebilen uzaklık.
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. **Hızlanma süresi - Yakıt tüketimi**
-: Hızlanma süresi önemli; +: Yakıt tüketimi önemli
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. **Hızlanma süresi - Çevrecilik**
-: Hızlanma süresi önemli; +: Çevrecilik önemli
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. **Hızlanma süresi - Fiyat**
-: Hızlanma süresi önemli; +: Fiyat önemli
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. **Hızlanma süresi - Yıllık masraf**
-: Hızlanma süresi önemli; +: Yıllık masraf önemli
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. **Hızlanma süresi - Menzil**
-: Hızlanma süresi önemli; +: Menzil önemli
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. **Yakıt tüketimi - Çevrecilik**
-: Yakıt tüketimi önemli; +: Çevrecilik önemli
Her satırda yalnızca bir şikkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13.

Yakıt tüketimi - Fiyat

-: Yakıt tüketimi önemli; +: Fiyat önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14.

Yakıt tüketimi - Yıllık masraf

-: Yakıt tüketimi önemli; +: Yıllık masraf önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15.

Yakıt tüketimi - Menzil

-: Yakıt tüketimi önemli; +: Menzil önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16.

Çevrecilik - Fiyat

-: Çevrecilik önemli; +: Fiyat önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17.

Çevrecilik - Yıllık masraf

-: Çevrecilik önemli; +: Yıllık masraf önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18.

Çevrecilik - Menzil

-: Çevrecilik önemli; +: Menzil önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19.

Fiyat - Yıllık masraf

-: Fiyat önemli; +: Yıllık masraf önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20.

Fiyat - Menzil

-: Fiyat önemli; +: Menzil önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21.

Yıllık masraf - Menzil

-: Yıllık masraf önemli; +: Menzil önemli

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Önem düzeyi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad: Mert GÜNGÖR
Doğum Yeri ve Tarihi: Yıldırım, 1989
E-Posta: mertgungor@gmail.com

Öğrenim Durumu

Lise: T.C. Ziraat Bankası Balıkesir Fen Lisesi, 2007
Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, 2012