

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEHİRİÇİ YÜK TAŞIMA ARAÇLARININ ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Heydar ZULFUGAROV

Danışman
Prof. Dr. Ali ÖZDEMİR

İZMİR – 2020

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Şehiriçi Yük Taşıma Araçlarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../2020

Heydar ZULFUGAROV

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi
Şehiriçi Yük Taşıma Araçlarının Çok Kriterli Karar
Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi
Heydar ZULFUGAROV

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Sayısal Yöntemler Programı

Yük taşıma aracı satın alınırken alternatif modellerin değerlendirilmesi ve seçimi yük taşımacılığı sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için önemli problemlerden biridir. Çünkü araç satın almak en önemli maliyet giderleri arasında yer almaktadır. Bu araştırma benzer durumda olan işletmelere 4 ana kriter, 14 alt kriter kullanarak 6 farklı araç modeli arasında değerlendirme yaparak yardımcı olacak bir model sunmak amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile alternatiflerin en uygundan en az uyguna doğru sıralamasını yapmak için kullanılan kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir. MOORA Oran yöntemi, MOORA Referans Noktası Yaklaşımı yöntemi, MOORA Tam Çarpım Formu yöntemi ve MULTIMOORA yöntemi ile ise alternatiflerin nihai sıralaması yapılmıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Aynı zamanda uzmanların subjektif görüşleri alınarak nitel veriler de kullanılmıştır.

Sonuç olarak en önemli kriter “Alış Fiyatı”, ikinci en önemli kriter “Yük Taşıma Kapasitesi, üçüncü en önemli kriter ise “Yeniden Satış Değeri olarak belirlenmiştir. Ford Transit 350M modeli belirlenen kriterlerin değerleri ve kriterlerin önem düzeyi göz önüne alınarak diğer alternatif modellere kıyasla daha uygun bir model olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Taşımacılık Sektörü, Çok Kriterli Karar Verme, MOORA Yöntemi, AHP Yöntemi



ABSTRACT
Master's Thesis
Evaluation of Urban Freight Transportation
Vehicles with Multi-Criteria Decision-Making Techniques
Heydar ZULFUGAROV

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Business Administration
Quantitative Methods Program

The evaluation and selection of alternative models when purchasing freight transportation vehicles is one of the important problems for businesses operating in the freight transport sector. Because buying a vehicle is among the most important cost expenses. This research was conducted in order to provide a model that will help businesses in similar situations by evaluating 6 different vehicle models using 4 main criteria and 14 sub-criteria.

In the study, the weight values of the criteria used to rank the alternatives from the most appropriate to the least appropriate were determined with the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, one of the Multi Criteria Decision Making Techniques. The final ranking of the alternatives was made with the MOORA Ratio Approach method, MOORA Reference Point Approach method, the Full Multiplicative Form method and MULTIMOORA method. Quantitative research methods were used in the research. At the same time, qualitative data were used by taking the subjective opinions of experts.

As a result, the most important criterion has been determined as “Purchase Price”, the second most important criterion “Freight Carrying Capacity” and the third most important criterion “Resale Value”. The Ford Transit 350M model has been determined as a more suitable model compared to other alternative models, considering the values of the determined criteria and the importance level of the criteria.

Keywords: Transport Sector, Multiple Criteria Decision Making, MOORA Method, AHP Method



**ŞEHİRİÇİ TAŞIMACILIKTA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİ İLE ARAÇ SEÇİMİ
İÇİNDEKİLER**

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xi
TABLOLAR LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
EKLER LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAR VERME VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

1.1.KARAR VERME KAVRAMI	3
1.1.1.Karar Verme Süreci	5
1.1.2.Karar Verme Stilleri	5
1.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	7
1.2.1. Çok Kriterli Karar Vermenin Aşamaları	9
1.2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	10
1.2.2.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi	10
1.2.2.2. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi	11
1.2.2.3. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)	11
1.2.2.4. PROMETHEE Yöntemi	15
1.2.2.5. MOORA Yöntemi	19
1.2.2.5.1. MOORA Oran Yöntemi	20
1.2.2.5.2. MOORA Referans Nokta Yaklaşımı	21

1.2.2.5.3. MOORA Önem Katsayısı	21
1.2.2.5.4. MOORA Tam Çarpım Formu Yöntemi	22
1.2.2.5.5. Multi-MOORA Yöntemi	23
1.2.5.6. TOPSIS Yöntemi	24
1.2.2.7. ELECTRE Yöntemi	26
1.2.2.8. COPRAS Yöntemi	27
1.2.2.9. VIKOR Yöntemi	28
1.1.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları	29

İKİNCİ BÖLÜM

TAŞIMACILIK VE OTOMOTİV SEKTÖRÜ

2.1. TAŞIMACILIK SEKTÖRÜ	31
2.1.1. Taşımacılık Türleri	31
2.1.1.1. Denizyolu Taşımacılığı	32
2.1.1.2. Demiryolu Taşımacılığı	33
2.1.1.3. Havayolu Taşımacılığı	33
2.1.1.4. Nehir veya Suyolu Taşımacılığı	34
2.1.1.5. Boru Hattı Taşımacılığı	34
2.1.1.6. Karayolu Taşımacılığı	35
2.1.1.6.1. Karayolu Yük Taşıma Araçları	36
2.1.2. Dünyada ve Türkiyede Karayolu Yük Taşımacılığı	38
2.2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ	40
2.2.1. Dünyada Otomotiv Sektörünün Genel Durumu	41
2.2.2. Türkiyede Otomotiv Sektörünün Genel Durumu	43
2.3. ÇKKV'NİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE UYGULANMASINA YÖNELİK LİTERATÜR TARAMASI	45

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AHP VE MOORA YÖNTEMİ İLE ARAÇ SEÇİMİ

3.1. AHP YÖNTEMİNİ KULLANARAK KRİTER AĞIRLIKLARININ HESAPLANMASI	60
3.1.1. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması	61
3.1.2. Matrislerin Normalize Edilmesi	62
3.1.3. Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması	65
3.1.4. Kriterlerin Tutarlılık Analizleri	67
3.1.5. Bütünsel Ağırlıkların Hesaplanması	68
3.2. MOORA YÖNTEMİNİ KULLANARAK ALTERNATİFLERİN SIRALAMASININ YAPILMASI	69
3.2.1. MOORA Oran Yöntemi ile Sıralama	72
3.2.2. MOORA Referans Noktası Yöntemi İle Sıralama	73
3.2.3. Tam Çarpım Formu Yöntemi İle Sıralama	76
3.2.4. Multi-MOORA Yöntemi İle Sıralama	76
SONUÇ VE ÖNERİLER	78
KAYNAKÇA	81
EKLER	

KISALTMALAR

AAS	Analitik Ağ Süreci
AB	Avrupa Birliyi
ABD	Amerika Birleşik Devletlerir
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
AR-GE	Araştırma Geliştirme
COPRAS	Complex Proportional Assessment
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
ELECTRE	Elemination and Choice Translating Reality
MOORA	Multi -Objective Optimization By Ratio Analysis
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles
TOPSIS	Technique For Order Preference Bysimilarity To An İdeal Solution
VIKOR	Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: ÇNKVve ÇAKV Arasındaki Farklılıklar	s. 8
Tablo 2: İkili Karşılaştırma Ölçeği	s.13
Tablo 3: Rasgele Tutarlılık İndeksi	s.14
Tablo 4: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Bazılarının Karşılaştırılması	s.15
Tablo 5: Veri Matrisi	s.16
Tablo 6: Tercih Fonksiyonları	s.17
Tablo 7: AB – 28 Ülkelerindeki Yıllık Yük Taşımacılığı	s.38
Tablo 8: Türkiye’de 2001-2014 Yılları Arasında Yük Taşımacılığı	s.39
Tablo 9: 2014–2018 Dönemi Ülkelere Göre Motorlu Araç Üretim Rakamları	s.42
Tablo 10: Ana ve Alt Kriterler	s.59
Tablo 11: Araştırma için Belirlenen Araç Modelleri ve Onların Özellikleri	s.60
Tablo 12: Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması Matrisi	s.61
Tablo 13: Performans Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi	s.61
Tablo 14: Ekonomiklik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi	s.61
Tablo 15: Donanım Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi	s.62
Tablo 16: İmaj ve Prestij Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi	s.62
Tablo 17: Ana Kriterler Matrisinin Normalleştirilmesi Öncesi Matrisi	s.63
Tablo 18: Ana Kriterler Matrisinin Normalleştirilme İşlemi	s.63
Tablo 19: Performans Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası	s.63
Tablo 20: Ekonomiklik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası	s.64
Tablo 21: Donanım Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası	s.64
Tablo 22: İmaj ve Prestij Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası	s.65
Tablo 23: Ana Kriterlerin Normalleştirilmiş Matrisi	s.65
Tablo 24: Ana Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması İşlemi	s.66

Tablo 25: Ana Kriterlerin Alt Kriterlerinin Önem Ağırlıkları Matrisleri	s.66
Tablo 26: Ana Kriterlerin Ağırlıklarının Tutarlılık Oranının Hesaplanması	s.67
Tablo 27: Bütünsel Ağırlıkların Hesaplanması Sonuçları	s.68
Tablo 28: Karar Matrisi	s.70
Tablo 29: Normalize Değerleri Tablosu	s.71
Tablo 30: MOORA Oran Yöntemi İle Sıralama	s.72
Tablo 31: Oran Yöntemi Sonuç Matrisi	s.73
Tablo 32: Referans Noktası Yöntemi 1. Aşama	s.74
Tablo 33: Referans Noktası Yöntemi 2. Aşama	s.75
Tablo 34: Referans Noktası Yöntemi Sonuç Matrisi	s.75
Tablo 35: Tam Çarpım Formu Yöntemi ile Sıralama	s.76
Tablo 36: Multi-MOORA Analizi ile Elde Edilen Sonuçlar	s.77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması	s. 8
Şekil 2: AHP Metodunun Hiyerarşik Yapısı	s. 12
Şekil 3: Kamyonet Modeli Örneği	s. 38
Şekil 4: Otomotiv Sektörünün Alıcısı Olduğu Sektörler	s. 40
Şekil 5: Otomotiv Sektörünün Alıcısı Olduğu Sektörler	s. 41
Şekil 6: Dünyada Toplam Motorlu Araç Satışlarının Yıllara Göre Dağılımı	s. 42
Şekil 7: Türkiye Otomotiv Sektörünün Gelişimi	s. 44



EKLER LİSTESİ

EK 1: MOORA Yöntemi İle Alternatif Özelliklerinin Kareler Toplamının Karekökünün Hesaplanması Öncesi Matrisi	ek s.1
EK 2: MOORA Yöntemi İle Alternatif Özelliklerinin Kareler Toplamının Karekökünün Hesaplanması Sonrası Matrisi	ek s.2
EK 3: MOORA Yöntemi ile Normalizasyon İşlemi	ek s.3
EK 4: MOORA Yöntemi ile Normalize Edilmiş Değerlerin Uygun Kriter Ağırlıkları ile Çarpma İşlemi Matrisi	ek s.4
EK 5: MOORA Referans Noktası Yaklaşımı ile 2.Aşama Öncesi HesaplamaMatrisi	ek s.4
EK 6: MOORA Tam Çarpım Yöntemi ile Çarpma ve Bölme İşlemi	ek s.5

GİRİŞ

Küreselleşen rekabetçi piyasa koşullarında rekabet etme işi her geçen gün daha zor ve karmaşık hale gelmektedir. Bu rekabet ortamında ayakta kalabilmek için işletmeler daha da etkili ve verimli bir şekilde çalışmak zorundadırlar. Uzun süreli sürdürülebilir kar elde edebilmek, kaliteli ürün ve hizmet sunmak ve pazarda tutunabilmek işletmelerin esas amaçlarıdır.

Taşımacılık belirli bir ücret karşılığında bir ürünün bir noktadan başka bir noktaya taşınmasıdır. Taşımacılık sektöründe faaliyet gösteren firmaların maliyet giderlerinin büyük bir kısmını malların taşınması hizmeti kapsıyor. Bu giderlerin de büyük yer kapsama sebeplerinden biri taşıma işinde kullanılan araçlara harcanan giderlerdir. Müşteri kazanmak ve elde olan müşterileri kaybetmemek, aynı zamanda hızlı, zamanında, güvenilir bir şekilde hizmet verebilmek için taşımacılık işi yapan şirketler filosuna en uygun araçları almak zorundadırlar.

Bir taşımacılık sektöründe olan işletme için yük taşıma amaçlı olarak araç satın alma süreci oldukça önemli bir süreçtir. Çünkü piyasada varolan araç fiyatları işletme gider maliyetlerine büyük etki etmektedir. Hangi araçların satın alınacağına karar verme aşamasına gelmeden önceki süreçler de dikkatli bir şekilde yürütülmelidir. Öncelikli olarak işletmeler aracın hangi amaçla ve ne kadar süre için kullanılacağına karar vermelidir. Ondan sonra ise kendi filosuna katmak istediği araç modellerinin ana özelliklerini, ana özelliklerin alt dallarını dikkatli bir şekilde araştırmasını yaparak bunu bir hiyerarşi şeklinde ifade etmelidir. Çünkü, bu işlemler doğru bir şekilde yürütülmezse, işletme gerek olmayan araç modellerini almak zorunda kalabilir ve bu durumda elde olan ürünler hem karmaşıklığa hem de ek maliyetlere sebebiyet verebilmektedir. Böyle durumların yaşanmaması için işletmeler kullanıcı fikirleri ve uzman görüşlerinden yararlanmakla daha rasyonel davranmış olurlar.

Uygun bir araç seçimi yaparken işletmeler çok sayıda ve sayısal olarak gösterilebilecek kriteri göz önüne almalıdır. Çünkü, az sayıda kriterli çözüm yolu izlenirse araç alternatifleri arasında çok da sağlam olmayan karşılaştırılma yapılacaktır, ki, bu da olumlu sonuç vermeyecektir.

Araç seçimi problemlerinde literatür araştırması yapıldığı zaman daha çok ÇKKV (Çok kriterli karar verme teknikleri)'nin kullanıldığı görülmektedir. Bunun

sebebi çok sayıda, karmaşık ve bazen de bir biri ile çelişen kriterlerle çözüme ulaşmak için çok kriterli karar verme teknikleri daha uygun olacaktır.

Genelde tüketiciler araç satın almak isterken en kaliteli, en az yakıt tüketen, en konforlu, en güçlü, aynı zamanda da en ucuz aracı satın almak isterler. Fakat böyle bir şans her zaman mümkün olmaz. Tüketiciler araç satın almak için herhangi bir araç satış elemanına yol gösterilmesi için gittiğinde satış elemanları da tüketicinin değil de ait olduğu şirketin menfaatine uygun olan araç seçeneklerini sunar.

Bu araştırmada taşımacılık sektöründe kullanılan kamyonet modelleri üzerine çalışma yapılmıştır. Tüketicilerin araç seçimi yaparken kendi çıkarları doğrultusunda bir karar verebilmeleri için model geliştirilmiştir. Bunun için taşımacılık sektöründe faaliyet gösteren uzmanların fikirleri ve alternatif olarak ele alınan araç modellerinin resmi sitelerinden veriler toplanmıştır.

Bir kamyonet modeli seçim probleminde aracın dış görünümünden kasa genişliğine, konforundan ortalama yakıt tüketimine kadar birçok kriter göz önüne alınmalıdır. Bazı kriterler başka kriterlere kıyasla daha önemli ola bilmektedir. Literatür araştırmasında araç seçimi problemlerinde 1970’li yıllarda Saaty’nin ortaya attığı AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci)’nin en çok kullanılan yöntemlerden biri olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada da kriterlerin ağırlıklandırılması için AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırmada alternatiflerin performanslarının değerlendirilmesi için ise Brauers ve Zavadskas tarafından 2006 yılında ortaya atılan ve yeni çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan MOORA (Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis) yöntemleri kullanılmıştır. MOORA diğer ÇKKV (Çok kriterli karar verme teknikleri) yöntemlerine kıyasla yeni olmasına rağmen en etkili yöntemlerden biri hesap edilmektedir.

Araştırmada kullanılan kriterleri ve onların önem ağırlıklarını ve karar alternatiflerinin hangi kamyonet modelleri olacağını belirlemek için uzman görüşleri alınmıştır.

Araştırmanın birinci bölümünde literatürde olan en çok kullanılan ÇKKV tekniklerinden bilgi verilmiş, AHP ve MOORA yönteminden geniş bir şekilde bahsedilmiştir. İkinci bölümde dünyada ve Türkiye’de taşımacılık ve otomotiv sektörüne yer verilmiştir. Üçüncü bölümde uygulama kısmı yer almaktadır. En sonda ise sonuç ve öneriler kısmı var.

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAR VERME VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

1.1.KARAR VERME KAVRAMI

Karar verme "iki veya daha fazla alternatif arasında yapılan bir seçim" anlamına gelir. Bir karar verme eyleminin gerçekleşmesi için ortada birey tarafından farkedilen seçim yapma ihtiyacı ve aralarından seçim yapılacak olan birkaç tane alternatif olması gerekir.

Her geçen gün seçim yapmak bir önceki zamana göre daha da zor ve karmaşık hale gelmektedir. Çünkü teknolojik gelişmeler, sürekli bilgi akışı, insanların her hangi bir bilgiye internet aracılığıyla kolay bir şekilde erişebilmesi bireyleri alternatifler hakkında daha fazla düşünmeye sevk ediyor ve bu da karar vermeyi karmaşık hale getiriyor.

Doğru bir karar bireyin hayatını olumlu anlamda tamamen değiştirebildiği gibi yanlış verilmiş bir karar ise tam tersine bireye negatif etki edebilmektedir. Bu anlamda özellikle alınacak önemli kararların iyi bir şekilde yapılmış analiz sürecinden geçirilip ondan sonra alınması daha doğru olacaktır.

İnsanlar günlük hayatta çeşitli kararlar verirler. Verilen kararlardan bazıları kolayca verilir ve çok fazla kaynak veya zaman gerektirmez, örneğin : bir mağazadan bir çift ayakkabı seçmek. Bazı kararlarsa, daha fazla zaman veya çaba gerektirir, örneğin: yeni bir araba almak. Bir soruna iyi çözümler bulabilmek karar vermenin amacı sayılır, örneğin: hangi kıyafet hangi çift ayakkabıyla daha iyi kombinlenir ? veya nerede yaşamak daha uygundur ? Bazen, bireyin bazı gereksinimlerini karşılayan çözüm birey için makuldür, örneğin: 5000 dolardan daha ucuz, düşük maliyetli, herhangi bir normal çalışan araba bir bireyin ihtiyacını karşıladığı için iyi bir seçimdir. Bazen, ise soruna en iyi çözümü seçmek istenir (Lizarraga, 2009: 5).

Gelatt karar vermenin, sonuçları tahmin etme, bu olası sonuçları anlama, bir sonuç seçme ve son olarak uygun eylemi gerçekleştirme gibi çeşitli bileşenleri içeren bir süreç olduğunu öne sürmüştür. Gelatta göre, karar verme sonuçları tahmin etme, bu sonuçları anlama, bu sonuçlardan birini seçme ve uygun işlemi gerçekleştirme gibi işlemleri içeren bir dizi süreçtir (Gelatt, 1962: 241).

Karar verme faaliyeti karışık ve evrensel bir süreçtir. Tüm toplumlarda veya kültürlerdeki insanlar, neredeyse her gün ve günde en az birkaç defa rakip, bazen de çelişkili alternatifler arasında önemli seçimler gerektiren sorunlarla ve fırsatlarla karşılaşır. Aşiret toplumlarında, meseleler daha basit ve doğrudan görünebilir. Örneğin, bir komşu köyün tehdidi ile nasıl başa çıkılacağı, ne zaman hasat edilmesi, kıtlık zamanlarında kıt olan kaynakların nasıl kullanılacağı ve paylaştırılacağı gibi basit sayılabilecek sorunlarla karşı-karşıya kalınırken, kararların alınması zorunluluğu vardır. Teknolojik olarak daha gelişmiş ülkelerde veya toplumlarda ise sorunlar çok daha karmaşık görünmektedir. Örneğin, çevre kirliliğinin karşısının alınması için nelerin yapılması, kuralı olmayan bir finansal sistemin nasıl çalıştırılacağı, git-gide daha çeşitli ve teknik olarak tecrübeli bir iş gücünün hangi yöntemlerle yönetileceği gibi daha karmaşık sayılabilecek sorunlarla karşılaşılır (Mann, 1998: 326).

Karar verme son zamanlarda en kritik yönetim sorunlarından biridir. Bunun temel nedeni yenilikçilik ve teknolojik gelişimdeki yüksek hızdır. Verilecek her kararın içinde çeşitli kriterler ve alternatifler vardır. Bir kuruluşun başarısını, büyümesini ve hayatta kalmasını belirledikleri için, hem kısa hem de uzun vadede doğru kararlar vermek çok önemlidir.

Karar verme teorisi gittikçe, artan sayıda farklı alanlarda başarıyla uygulanmıştır ve on yıllardan beri karar vermede yardımcı olmuştur. Karar verme problemlerinde temelde 6 eleman bulunur (Halaç, 1983: 25):

Karar Verici: Mevcut alternatifler arasından seçim yapan grup veya bir kişidir.

Kriterler: Karar verme sürecinde karar verici tarafından seçim yaparken kullanılan ölçütlerdir. Kar veya gelir amaçlı olduğu zaman maksimizasyon; maliyet veya gider olduğu zaman minimizasyon işleminde kullanılır.

Amaç: Eğer bir karar verme probleminden bahsediliyorsa demek ki, en sonda ulaşılmak istenen bir amaç vardır. Eylemler yaparak karar vericinin ulaşmak istediği amaçtır.

Stratejiler: Amaca ulaşmak için karar verici tarafından seçile bilen alternatif eylemlerdir. Karar vericinin kullanabildiği kaynaklara bağlıdır ve karar verici tarafından kontrol edilebilen eylemlerdir.

Olaylar: Karar verici tarafından kontrol edilemeyen etkenlerdir. Karar vericinin belirlediği stratejilere etki eden çevre, olaylardan kaynaklanır.

Sonuç: Herhangi bir olay sonunda meydana çıkan değerdir.

Bu bölümde karar verme kavramı genel olarak ele alındıktan sonra karar verme süreci ve karar verme stilleri incelenmiştir. Karar verme süreci ve karar verme stilleri genel hatlarıyla ele alınmıştır.

1.1.1. Karar Verme Süreci

Genel olarak karar verme sürecinde sadece teknik ve ekonomik özellikler gibi somut kriterler değil, aynı zamanda sosyal, çevresel ve politik faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Phillips (1997), karar verme sürecinin beş aşamadan oluştuğunu ileri sürmüştür:

1. **Aşama:** Kişi verilecek kararın farkında olduktan ve tanımladıktan sonra, olası tüm alternatifler tanımlanır;
2. **Aşama:** Bireysel zevkler ve tercihler ile her bir alternatifin olası sonuçları hakkında bilgi edinilir;
3. **Aşama:** Toplanan bilgiler, gerçekte ve kullanımda doğruluk için tekrar tekrar incelenir ve tercihler muhtemelen sayısal olarak ifade edilir;
4. **Aşama:** Tercihler ve sonuçlar arasında geçiş yapılır;
5. **Aşama:** Karara en uygun alternatif getirileri seçilir.

Genel olarak süreç özenli, müzakere, bağımsızlık ve titizlikle yürütülen, belli bir yönetime sahiptir (Phillips, 1997: 278).

1.1.2. Karar Verme Stilleri

Karar verme stili, bir kişinin bir seçimi etkilemeye ve daha sonra bu seçime göre davranmaya yönelik doğal, alışılmış veya öğrenilmiş tarzıdır (Connor ve Becker, 2003: 158).

Dört karar verme stili vardır: Rasyonel, Sezgisel, Bağımlı ve Kaçınma.

Rasyonel üslup: kapsamlı şekilde bilgi arama ve alternatiflerin mantıksal değerlendirilmesi anlamına gelir.

Sezgisel stil: detaylara gösterilen dikkati ve duygulara güvenme eğilimini karakterize eder.

Bağımlı stil: bir karar vermeden önce tavsiye ve rehberlik arayışı ile karakterize edilir.

Kaçınma stili: karar vermekten kaçınma eğilimini ifade eder (Thunholm, 2004: 933).

Karar vermede karar vericinin mevcut olan durum ve ulaşılmak istenen durum hakkında ve gerekli dönüşümü yakalamanın hangi seviyede bilincinde olduğu esastır. Bu bakımdan karar tipleri aşağıda gösterilmiştir (Takemura, 2014: 6-8).

Kesin Belirlilik Durumunda Karar Verme: bir alternatif seçmenin sonucunun kesin olarak bilindiği bir durumda verilen karar tipidir.

Risk Altında Karar Verme: örneğin, bir şemsiye alıp almama kararı vereceğimizi düşünelim. Burada yağmur yağma ihtimali bir olasılık olarak ifade edilirse, şemsiye alıp almama kararı bir risk altında karar verme sürecini oluşturur. Ayrıca, bu durumda yağmur yağarsa, bir şemsiye almanın değeri yüksek olmasına rağmen, yağmur yağmazsa sadece rahatsız edici olacaktır. Bu karar tipinde olabilecek durumların olasılığı hesaplanabilir.

Belirsizlik Durumunda Karar Verme: bu karar tipinin risk durumunda karar vermeden farkı, karar verilirken hangi sonucun olacağının kesin bilinmediği gibi, olasılık hesaplama da mümkün değildir.

Flüeler (2003)'e göre iyi bir karar alma sürecinin özellikleri aşağıda ifade edilmiştir.

Kademelilik: aşamaları kademeli şekilde planlama.

Periyodik Gözden Geçirme: her yapılan işlem tek seferde değil, periyodik olarak gözden geçirmelidir.

Seçenek Analizi: seçenekler açık ve kapsamlı şekilde analiz edilmelidir.

Kurallar: uyulması gereken bazı kurallar olmalıdır (kurallar yalnızca önceden anlaşma ile değiştirilebilir).

Kriterler: teknik ve teknik olmayan kriter setleri olmalıdır.

Tutarlılık: sisteme yeterli güven sağlanması için alınan kararlar tutarlı (uyumlu) olmalıdır.

Anlaşılabilirlik: muhakeme ve tartışmalar ilgili taraflarca tam olarak anlaşılır şekilde olmalıdır.

Şeffaflık: sürecin en iyi şekilde ilerleyebilmesi için tüm işlemler açık ve şeffaf şekilde yürütülmelidir.

Adil Prosedür: süreç adaletili ve her kes için eşit bir şekilde yürütülmelidir (Flüeler, 2003: 5).

Eğer bir problem karar problemi olarak dikkate alınacaksa aşağıda şartların yerine getirilmesi gerekir (Tekeş, 2002: 4).

- Birden fazla davranış şeklinin olması,
- Herhangi bir davranış sonucunun diğerlerinden farklı olması,
- Hayata geçirilmek için var olan bir veya birkaç tane amacın olması.

Genel olarak karar verme problemlerini çözmek için üç tür resmi analiz kullanılabilir (Tzeng, 2011: 1) :

- **Betimsel analiz:** karar vericilerin gerçekte çözdüğü sorunlarla ilgilidir.
- **Kuralcı analiz:** karar vericinin kararlarını iyileştirmek için kullanması gereken yöntemleri dikkate alır.
- **Normatif analiz:** karar vericinin ideal olarak ele alması gereken sorunlara odaklanır.

1.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

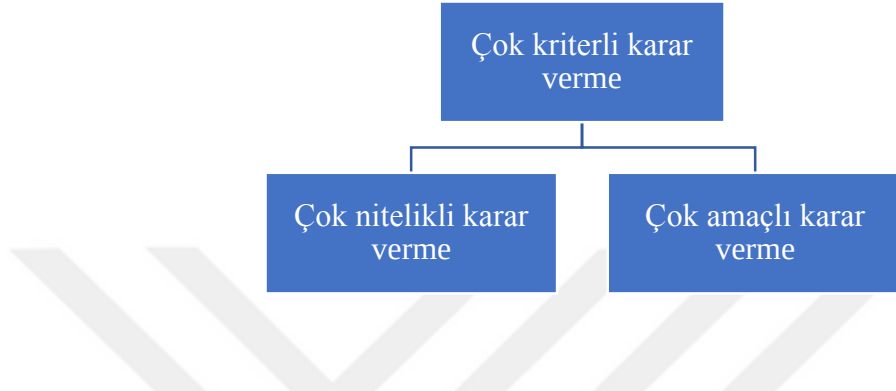
Çoklu kriterler veya nitelikler dahil olmak üzere sorunları çözme tekniklerini ele alan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöneylem araştırmasının bir alt bölümüdür (Wang vd., 2013). ÇKKV genellikle kriterler baz alınarak karşılaştırılması yapılan alternatifler arasından bir alternatifin seçilmesiyle ilgilenmektedir. Yönetim, mühendislik ve çevre bilimlerinde geniş çapta uygulanmıştır.

ÇKKV’de karar verici bir grup insan veya bir birey olabilir. Örneğin, bir birey yaşamında yeni bir dizüstü bilgisayar satın almak gibi birçok ÇKKV sorunlarıyla karşı karşıya kalıyor. Piyasadaki çeşitlilik nedeniyle bir seçim yapmak zorundadır. Kararı bellek, hafıza, satın alma fiyatı, satış sonrası ve başka kriterlere dayanmaktadır. İnsanlar bu gibi durumlarda çoğunlukla içgüdüsel duygulara güveniyorlar, çünkü bu kararverme sorunlarının yaşamları üzerinde küçük etkisi var ve karmaşık değiller.

Ancak, iş ortamında bazen hedefler ve karar alma birden fazla olabildiği için, karşılaşılan sorunlar ve alternatifler çok daha karmaşıktır.

ÇKKV iki ana kategoride toplanmıştır; Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) ve Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV).

Şekil 1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması



ÇNKV daha çok seçim değerlendirme, ÇAKV ise tasarım sorunlarında kullanılır. ÇAKV problemlerinde alternatifler önceden belirlenmemiştir. ÇAKV'nin odak noktası tasarım kısıtlamaları içindeki çeşitli etkileşimleri dikkate alarak, “en iyi” alternatifi tasarlamaktır. En iyi alternatif karar vericinin ölçülebilir hedeflerde kabul edilebilir seviyelere ulaşmasını sağlar. ÇNKV problemlerinde, kriterlerin elde edilmesine bağlı olarak, önceden belirlenmiş bir takım alternatiflerden uygun alternatif seçilir. Karar kriterlerinin her zaman ölçülebilir olması gerekli değildir. ÇNKV ve ÇAKV arasındaki temel fark, ÇNKV'deki önceden belirlenmiş sınırlı sayıda alternatiftir. ÇKKV terimi ÇNKV problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 1. ÇNKV ve ÇAKV Arasındaki Farklılıklar

	ÇAKV	ÇNKV
Amaç	Açık olarak	Örtülü olarak
Kriter	Amaçlar tarafından	Kriterler tarafından
Alternatif	Sonsuz sayıda	Sonlu sayıda
Nitelik	Örtülü olarak	Açık olarak
Kullanım	Tasarım	Seçim değerlendirme
Kısıtlama	Açık olarak	Aktif değil

(Kaynak : Sezer, 2008: 130)

Karar verme kavramı, karar verme süreci, karar verme stilleri anlatıldıktan ve ÇKKV'ye giriş yapıldıktan sonra, ÇKKV'nin bazı özellikleri anlatılmıştır. Aşağıdaki ifadeler ÇKKV'nin özelliklerini açıklamaktadır:

- ÇKKV karar vermede çok sayıda çelişkili kriteri dikkate almaya çalışır;
- ÇKKV seçim sorununun yapılandırılmasına yardımcı olur;
- ÇKKV tartışma için bir odak noktası ve ortak bir dil sağlar;
- ÇKKV kararların geçerliliğini (meşruiyetini) artırır.

1.2.1. Çok Kriterli Karar Vermenin Aşamaları

ÇKKV eylem sonunda karar vericinin maksimum faydayı sağlamasını temin etmeye çalışır. Problemin belirlenmesinden planlanmış eylemin hayata geçirilmesine kadar olan süreç dikkatli bir şekilde hayata geçirilmelidir. Çünkü, sürecin herhangi bir aşamasında doğru yapılmayan işlem karar vericinin istediği sonucu almamasına sebebiyet verebilir.

De Lange (2006)'a göre ÇKKV süreci aşağıdaki aşamalardan oluşur.

- **Problem Belirleme ve Yapılandırma.** Bu adım, karar verilmesi gereken problemin ne olduğunu anlamaya yöneliktir. Kilit olan kaygı, hedef, paydaş, eylem ve belirsizlikler tanımlanmalıdır. Herhangi bir analiz yapılmadan önce, tüm paydaşların, sorunun, alınması gereken kararların ve kullanılacak kriterlerin tanımlanması gerekir. Bu adım süreçteki en önemli adımdır. Çünkü, iyi yapılandırılmış bir sorun yarıya kadar çözülmüş sayılır ve model ve sorun arasında olan uyumsuzluk başarısızlığa yola açar.
- **Model Oluşturma.** Bu aşamada karşılaştırılmak istenen farklı alternatifleri en şeffaf şekilde karşılaştırmak için karar verici tercihlerin, değerlerin ve hedeflerin resmi bir modelinin tasarımı yapılır. Model oluşturma dinamik bir süreçtir.
- **Eylem Planı Geliştirme.** En son aşamada ise elde edilen analiz sonuçları uygulanması mümkün olan bir eylem planına dönüştürülmesi işlemi yapılır (De Lange, 2006: 65).

1.2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

İster kamu ister özel sektörde özellikle yönetim düzeyinde kararlar verilirken farklı çıkar gruplarında uzlaşmaya varılması gerektiğinde çok farklı ve çeşitli kriterlerin dikkate alınması gerekir. Bu nedenle ÇKKV yöntemlerini kullanmakta fayda vardır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin temel kavramlarının ilk açık değerlendirilmesi, 1951 yılında Harold William Kuhn ve Albert William Tucker tarafından maksimum vektör probleminin getirilmesi kabul edilmektedir. ÇKKV konulu ilk konferans 1972’de Güney Carolina’daki Columbia Üniversitesi’nde yapıldı (Figueira vd., 2005: 1).

Çok kriterli karar verme yöntemleri oldukça çeşitli ve farklı yaklaşımları kapsamaktadır. Ağların artan karmaşıklığı nedeniyle daha resmileştirilmiş karar verme araçlarının araştırıldığı ileri sürülmüştür. Son on yılda, sorunların karmaşıklığını çözmek için artan ve daha yüksek veri kullanılabilirliği nedeniyle, resmileştirilmiş analitik-karar araçlarının uygulanmasına olan ilgi yoğunlaştırmıştır.

1.2.2.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Ağırlıklı toplam yöntemi tek boyutlu problemlerin çözülmesinde en fazla tercih edilen tekniklerden bir tanesidir. Eğer, m sayıda alternatif, n sayıda kriter varsa aşağıdaki eşitliği sağlayan alternatif, en iyi alternatif sayılacaktır :

$$P_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} w_j \quad (i = 1,2,3,\dots,n ; j = 1,2,3,\dots,m \text{ için.}) \quad (1)$$

Bu eşitlikte w_j , j . kriterin önem ağırlığını, a_{ij} ise i . alternatifin ölçüt (kriter) bazında ağırlığını ifade ediyor. P_i en iyi sayılan alternatifin öncelik değerini gösterir. Bu yöntemin dezavantajı farklı boyutlu problemlere uygulanamamasıdır (Triantaphyllou ve Lin, 1996: 282).

Ağırlıklı toplam yöntemi günümüzde hala çok büyük kullanılan ÇNKKV yöntemidir. Bu yöntem ÇNKKV yöntemleri içinde en basit kullanıma sahip yöntemidir.

1.2.2.2. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi

Ağırlıklı çarpım yönteminde diğer ağırlıklı çarpım yönteminde olduğu gibi bir kriterin diğer bir kritere göre önem farkını göstermek için bir ağırlık değeri verilir ve her alternatifin kriterlere göre ayrı ayrı puanlama işlemi yapılır. Yalnız, bu yöntemde sonuç oluşturulurken toplama değil de çarpım işlemi yapılarak alternatif sıralaması gerçekleştirilir. Ağırlıklı çarpım yöntemini kullanarak problem çözmek için, aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$R(A_1/A_2) = \prod_{j=1}^n (a_{1j}/a_{2j})^{w_j} \quad (2)$$

Bu eşitlikte n ölçüt (kriter) sayısını, kriterin ağırlık değeri w ise, alternatifin ölçüt (kriter) açısından gerçek değerini gösterir. Eğer bu eşitlikte sonuç 1' den büyük veya 1'e eşit çıkarsa, bu sonuç A₁ alternatifinin alternatif A₂'ye göre daha uygun olduğunu gösterir. Ağırlıklı çarpım yöntemi hem tek hem de çok boyutlu problemleri çözmek için kullanılır (Karaca, 2011: 36).

1.2.2.3. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Bir karar vermede belki de en yaratıcı görev, bu karar için önemli olan faktörleri seçmektir. Başka bir önemli görev ise bu kriterlere önem ağırlıkları vermektir.

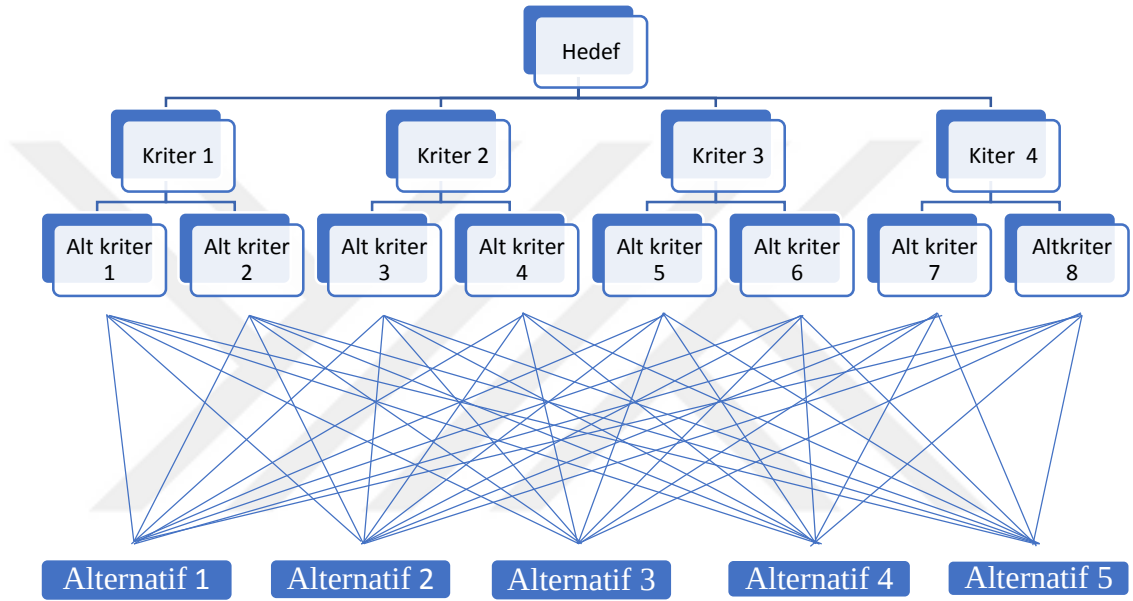
AHP bu faktörleri seçtikten sonra, genel bir hedeften arka arkaya ana kriterlere, alt kriterlere ve alternatiflere inen bir hiyerarşik yapıda düzenlenir. Analitik Hiyerarşi Süreci 1980 yılında Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin yaratılmasındaki amaç çok kriterli durumlarda karar verme problemleriyle başa çıkmaktır. AHP kriterler arasındaki öncelikleri belirler ve kararlar vermede yardımcı olur (Saaty, 1990: 9).

AHP 3 adımdan oluşur:

1. **Adım: Hiyerarşi oluşumu** – hedefleri, nitelikleri, sorunları ve paydaşları bir hiyerarşide düzenlemek iki amaca hizmet eder. Durumun doğasında var olan karmaşık ilişkilere genel bir bakış sağlar ve karar vericinin her

düzeydeki sorunların aynı büyüklükte olup olmadığını değerlendirmesine yardımcı olur, böylece bu tür homojen öğeleri doğru bir şekilde karşılaştırabilir. Hiyerarşinin ilk seviyesi karar hedefini içerirken, takip eden aşağı seviyeler karar kriterleri, alt kriterleri ve karar hedefine ulaşma alternatiflerini kademeli olarak gösterir (Saaty, 1990: 9).

Şekil 2. AHP Metodunun Hiyerarşik Yapısı



2. Adım: İkili karşılaştırmalar – karar vericilerden (genellikle konu uzmanı olan kişiler) elemanların bir birinden bağımsız olduğunu varsayarak, hiyerarşinin her seviyesindeki unsurların ikili karşılaştırmaları istenir. Bu bağlamda karar hedefi göz önünde bulundurularak, hiyerarşinin ikinci düzeyinde her iki kriter arasında karşılaştırmalar yapılmaktadır. Bu ikili karşılaştırmalar genellikle Tablo 2'de gösterildiği gibi dokuz puanlık bir ölçeğe dayanmaktadır (Saaty, 1990: 15).

Tablo 2. İkili Karşılaştırma Ölçeği

Ağırlık	Tanım
1	Eşit önemli
3	Biri diğerine göre orta derecede önemli
5	Çok önemli
7	Oldukça çok önemli
9	Aşırı derecede önemli
2,4,6,8	Ara değerler

Kaynak : Saaty, 1990.

3. Adım: Tutarlılığın doğrulanması - uzman kararları, her bir kriterin ve karar amacına ulaşmak için herhangi bir alternatifin göreceli önemini belirlemek için gereklidir. AHP karar vericiler tarafından öznel yargılara izin verdiğinden, kararların tutarlılığı otomatik olarak garanti edilemez. Bu nedenle, tutarlılığın doğrulanması, en iyi sonucu elde etmek için şarttır. Saaty (aktaran Yazıcıoğlu, 2019: 55-56) ikili karşılaştırmaların tutarlılığını kontrol etmek için bir tutarlılık oranı hesaplamasının yapılması gerektiğini belirtti.

TO: Tutarlılık Oranı (consistency ratio):

$$TO = TI/RTI \quad (3)$$

Burada RTI, rastgele tutarlılık indeksi (random consistency index) olup Tablo 3’de verilmektedir.

TI: Tutarlılık İndeksi (consistency index)

$$TI = (\lambda_{maks} - n)/(n-1)$$

$$TI = (\lambda_{max} - n)/(n-1) \quad (4)$$

n- matrisin mertebesini gösterir.

λ_{maks} - matrisin ortalama nispi ağırlığını gösterir.

$$\lambda_{maks} = ((M \times W) / w) / n \quad (5)$$

M- oluşturulmuş karar matrisidir.

W- kriter ağırlıkları matrisidir.

Tablo 3. Rasgele Tutarlılık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

(Kaynak: Saaty, 1980)

Gerekli tüm ikili karşılaştırmalar, revizyonlar yapıldıktan ve tutarlılık oranının 0.1'den düşük olduğu tespit edildikten sonra, karar kriterleri ilgili alt kriterleri ile birlikte öncelik sırasına koyulabilir. Eğer hesaplama sonucu tutarlılık oranı 0.1'den büyük çıkmışsa, tutarsızlığın kaynağı tespit edilir ve gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, adımlar tekrar edilir.

AHP yönteminin avantajları aşağıda gösterilmiştir (Markala vd., 2006: 58).

- **Karmaşık sorunları ele ala bilmesi:** AHP, çok düzeyli karmaşık sorunları ele almak için bir yöntemdir, çünkü karar vericilerin kararlarındaki tutarlılığı ölçmek için kullanılan bir tutarlılık endeksi (oranı) sağlar ve amaç ve çıkarlar arasındaki ilişkiyi kolayca gösterir.
- **Uygulamanın kolaylığı:** AHP uygulamada çok yönlüdür ve uygulanması kolaydır. Örneğin, hiyerarşideki tahmini öncelikleri yorumlamak kolaydır.
- **Hem nitel hem de nicel verilerin etkili bir şekilde ele alınması:** AHP sadece elle tutulur niteliklerle sınırlı değildir, aynı zamanda nitel kriterleri de ölçmek için de kullanılabilir.

AHP yönteminin dezavantajları aşağıda gösterilmiştir (Markala vd., 2006: 59).

- **Üstünlük sırasında değişim:** Bazı durumlarda yeni bir alternatif eklemek yeni bilgiler üretecektir ve üstünlük sırasında değişim gerekebilir. Bununla birlikte, bazı durumlarda sıra değişimi sadece AHP'nin matematiksel özellikleri nedeniyle gerçekleşmektedir. Bu nedenle AHP'deki farklı alternatifler ve kriterlerin karşılaştırmaları, alternatifler ve kriterler

grubunda sıkı sıkıya bağlıdır ve grup değiştirilecekse karşılaştırmalar yenilenmelidir.

- **1-9 ölçeğine yönelik eleştiriler:** Ölçeğin ağırlık ilişkilerini sınırlandırdığı düşünülmektedir. Örneğin, A faktörü B faktörünün beş katı ve B faktörü C'nin beş katı kadar önemliyse, A faktörü C ölçütünün 25 katı kadar önemli olmalıdır. Ancak bu sonuç AHP ölçeğine uymuyor. Sözlü ifadelerin sayılara dönüştürülmesinde de sorunlar vardır, çünkü insanlar sözlü ifadelerin çok farklı yorumlarına sahip olabilirler.

AHP Sosyal, Ekonomik, Tarımsal, Enerji, Endüstriyel, Ekolojik ve Biyolojik Sistemler gibi çeşitli alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

AHP yönteminin diğer bazı ÇKKV yöntemleri ile benzerlik ve farklılıkları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Bazılarının Karşılaştırılması

Yöntem	Basitlik Seviyesi	Güvenirlilik	Veri Türü	Hesaplamaya Harcanan Zaman	Matematik İşlemleri
AHP	Çok Kritik	Zayıf	Karma	Çok Fazla	Maksimum
VIKOR	Basit	Orta	Nicel	Az	Makul
TOPSIS	Normal	Orta	Nicel	Makul	Makul
PROMETHEE	Normal	Orta	Karma	Fazla	Makul
ELECTRE	Normal	Orta	Karma	Fazla	Makul
MOORA	Basit	İyi	Nicel	Çok Az	Minimum

(Kaynak: Brauers ve Zavadskas, 2012: 5)

1.2.2.4. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE (Preference Ranking organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemi Brans ve meslektaşlarının birlikte geliştirdiği çok kriterli karar verme yöntemidir. Bransın geliştirdiği PROMETHEE I (Kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (Tam sıralama) Nadau ve Landry tarafından Kanadada 1982'de Laval Üniversitesi'nde bir konferansta tanıtılmıştır.

Bu yöntem diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile karşılaştırıldığında tasarım ve uygulamada oldukça basit bir sıralama yöntemidir. Sınırlı sayıda alternatifin çeşitli, bazen bir biri ile çelişen kriterler göz önüne alınarak sıralanacağı problemleri çözmek amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Değerlendirme tablosu bu yöntemin başlangıç noktasıdır. Bu tabloda, alternatifler farklı kriterler üzerinden değerlendirilmektedir.

PROMETHEE yönteminin uygulanabilmesi için iki ek bilgi türüne ihtiyaç vardır (Aldabvi vd., 2007: 674):

- Göz önünde bulundurulmuş kriterlerin göreceli önemi (yani ağırlıkları) hakkında bilgi.
- Karar vericinin kriterler için verdiği tercih fonksiyonu hakkında bilgi.

PROMETHEE yönteminin aşamaları aşağıdaki gibidir (Özdağoglu, 2013: 307):

1. **Aşama:** Öncelikle kriter ağırlıklarını belirlemek en önemli aşamadır. Ağırlıkların $w=(w_1, w_2, \dots, w_k)$ ve k kriterine $c=(f_1, f_2, \dots, f_k)$ göre alternatiflerin $A=(a, b, \dots, m)$ yer aldığı veri matrisi oluşturulur. Bu değerlerin gösterildiği veri matrisi aşağıdaki Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Veri Matrisi

	Ölçüt 1 (f_1)	Ölçüt 2 (f_2)	...	...	Ölçüt k (f_k)
Alternatif a	$f_1(a)$	$f_2(a)$	...	...	$f_k(a)$
Alternatif b	$f_1(b)$	$f_2(b)$	...	...	$f_k(b)$
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
Alternatif m	$f_1(m)$	$f_2(m)$	...	...	$f_k(m)$
Ağırlıklar	w_1	w_2	...	...	w_k

2. **Aşama:** Her kritere uygun tercih fonksiyonu tanımlanır. Tercih fonksiyonları Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. Tercih Fonksiyonları

Tip	Parametreler	Fonksiyon
Birinci tip (olağan)	-	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$
İkinci tip (u-tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$
Üçüncü tip V-tipi	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$
Dördüncü tip (seviyeli)	q,p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Beşinci tip (lineer)	s,r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x - s)/r, & s \leq x \leq s + r \\ 1, & x \geq s + r \end{cases}$
Altıncı tip (gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq m \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq m \end{cases}$

(Kaynak: Brans ve Vincke. 1985: 650-651)

3. **Aşama:** Alternatif çiftler için ortak tercih fonksiyonu belirlendikten sonra bu orta tercih fonksiyonun hesaplanması işlemi yapılır. Ortak tercih fonksiyonu hesaplanması aşağıda gösterildiği gibidir:

Ölçüt en büyükleme olduğu durumda;

$$P_{a,b} = p_f(a) - p_f(b) \quad (6)$$

ölçüt en küçükleme olduğu durumda;

$$P_{a,b} = p_f(b) - p_f(a) \quad (7)$$

4. **Aşama:** bu aşamada alternatif çiftleri için tercih indeksleri belirlenir. Eğer, $k_i=1$, $w_k = 1$ olduğunu varsayarsak, w_i ($i = 1,2,\dots,k$) ağırlıklarına sahip k ölçütünün belirlediği a , b alternatif çiftinin tercih indeksinin hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$\pi a,b = k_{i=1} w_i P_i(a,b) \quad (8)$$

5. **Aşama:** Bu aşamada alternatifler için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlükler belirlenir. Bu hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.

$$\Phi^+ = \frac{1}{m-1} \pi a, A \quad A(b,c,d,\dots,m) \quad (9)$$

$$\Phi^- = \frac{1}{m-1} \pi A, a \quad A(b,c,d,\dots,m) \quad (10)$$

6. **Aşama:** Bu aşamada kısmi öncelikler PROMETHEE I kullanılarak belirlenmektedir. Bu aşamada bir-biriyle karşılaştırılması mümkün olmayan alternatiflerin bir birine tercih edilme durumlarının ve biri diğerinden farklı olmayan alternatiflerin belirlenmesi sağlanır. Aşağıda a ve b alternatifi için kısmi önceliklerin belirlenmesi durumu gösterilmiştir.

- a. A alternatifinin b alternatifine tercih edilmesi için aşağıda gösterilen koşullardan herhangi birinin sağlanması gerekir.

$$\Phi^+ a > \Phi^+ b \text{ ve } \Phi^- a < \Phi^- b$$

$$\Phi^+ a > \Phi^+ b \text{ ve } \Phi^- a = \Phi^- b$$

$$\Phi^+ a = \Phi^+ b \text{ ve } \Phi^- a < \Phi^- b$$

- b. Eğer, a ve b alternatifi bir birinden farksızsa, demekki aşağıdaki koşul sağlanmıştır.

$$\Phi^+ a = \Phi^+ b \text{ ve } \Phi^- a = \Phi^- b$$

- c. A ve ab alternatifi karşılaştırılmaz durumda ise, aşağıdaki koşullardan herhangi birinin sağlandığı anlamına gelir.

$$\Phi^+ a > \Phi^+ b \text{ ve } \Phi^- a > \Phi^- b$$

$$\Phi^+ a < \Phi^+ b \text{ ve } \Phi^- a < \Phi^- b$$

7. **Aşama:** Bu en son aşamada ise PROMETHEE II ile tam öncelikler hesaplanır. Tüm alternatifler tam öncelik değerleri kullanılarak aynı

düzlemde değerlendirilip sıralanmaktadır. Bu işlem aşağıdaki formülün yardımıyla yapılır.

$$\Phi a = \Phi^+ a - \Phi^+ b \quad (11)$$

Aşağıda verilen kararlar a ve b alternatifinin tam öncelik değerleri dikkate alınarak verilmektedir.

a alternatifi b alternatifinden daha üstün olduğu durumda:

$$\Phi a > \Phi b,$$

a ve b alternatifinin bir birinden farksız olduğu durumda ise:

$$\Phi a = \Phi b$$

formülü geçerli olacaktır.

PROMETHEE yöntemi Çevre Yönetimi, Hidroloji ve Su Yönetimi, İşletme ve Finansal Yönetim, Kimya, Lojistik ve Taşımacılık, İmalat ve Montaj, Enerji Yönetimi ve başka birçok alanlarda araştırmacılar tarafından sıkca kullanılmıştır (Behzadian vd., 2010: 200).

1.2.2.5. MOORA Yöntemi

MOORA (Multi -Objective Optimization by Ratio Analysis) yöntemi ilk defa Brauers ve Zavadskas tarafından 2006 yılında "The MOORA Method and Its Application to Privatization in a Transition Economy" isimli çalışmada tanıtılmıştır. MOORA endüstriyel uygulamalardaki çeşitli sorunları çözmek için başarıyla uygulanabilecek bir ÇKKV yöntemidir (Chakraborty, 2011: 1156).

En sağlam çok amaçlı yöntem aşağıdaki dayanıklılık koşullarını sağlamalıdır (Brauers ve Zavadskas, 2009: 362-363):

- Tüm paydaşlar dahil edilmektedir (karar verici, müşteri..).
- Tüm hedefler dikkate alınmaktadır.
- Hedefler ve alternatifler arasındaki tüm ilişkiler dikkate alınmaktadır.
- Sübjektif değildir.
- Sıralı olmayan cardinal sayılar kullanılmaktadır.
- En güncel veriler kullanılır.
- Farklı yöntemler kullanılmaktadır.

MOORA Oran Metodu ve Referans Noktası Yaklaşımı 2009 yılında, MOORA Tam Çarpım Formu yöntemi ve MULTIMOORA yöntemi ise 2010 yılında yayınlanan “Project Management by Multimoora as an Instrument for Transition Economies” adlı makalede Brauers ve Zavadskas tarafından tanıtılmıştır.

MOORA yöntemi amaçlar ve çeşitli özellikler ile ilişkili alternatiflerin değerlerini gösteren karar matrisi ile başlar (Brauers ve Zavadskas, 2009: 356):

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ \dots \\ A_M \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

1.2.2.5.1. MOORA Oran Yöntemi

Her bir alternatif karelerinin toplamalarının karekökü hesaplanarak kriterlere bölünmesi işlemiyle normalizasyon yapılır. Normalizasyon işlemi için aşağıdaki formül kullanılır (Brauers ve Zavadskas, 2009: 356):

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (12)$$

Bu formülde $j=1,2,3,\dots,m$ alternatif sayısını, $i=1,2,3,\dots,n$ ise kriter (amaç) sayısını gösterir. $x_{ij}^* \in [0; 1]$, bazı durumlarda ise $x_{ij}^* \in [-1; 1]$ şeklinde olabilmektedir. x_{ij}^* j. alternatifin i kriterdeki (hedefteki) değer normalizasyon yapılmış halidir.

Normalizasyon işlemi yapıldıktan sonra amaçların maksimum veya minimum olması belirlenerek tabloya yansıtılır. Daha sonra bu maksimum veya minimum değerler toplanır ve minimum amaç değerleri maksimum amaç değerlerinden çıkartılır. Bu eşitlik için aşağıdaki formül kullanılır:

$$y_j^* = \sum_{i=1}^{i=g} x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^{i=n} x_{ij}^* \quad (13)$$

Bu formülde $i=1,2,3,\dots,g$ maksimize edilecek olan değerleri, $i=g+1,g+2,g+3,\dots,n$ minimize edilecek olan değerleri, y_j^* j alternatifinin normalleştirilmiş değerlendirilmesini gösterir. y_j^* hem pozitif, hem de negatif değer

ala bilir. Elde edilmiş y_j^* değerlerinin sıralanması ile yöntem tamamlanmış olur (Brauers ve Ginevičius, 2009: 357).

1.2.2.5.2. MOORA Referans Nokta Yaklaşımı

Bu yaklaşımda referans noktası olarak en iyi kriter değeri seçilir. Aşağıda gösterilen formülle normalize edilmiş değerlerin noktası değerlerinden sapmaları hesaplanır (Brauers ve Zavadskas, 2009: 357).

$$r_j - x_{ij}^* \quad (14)$$

Bu formülde r_j j. kriterin referans noktasını gösterir. Sıralama yapılmadan önce son olarak matrise "Tchebycheff Min-Maks Metrik" işlemi yapılır.

$$\min_j \{ \max_j |r_j - x_{ij}^*| \} \quad (15)$$

En sondaysa sıralama yapılır. Eğer x_{ij}^*, r_j den büyük olursa, $|r_j - x_{ij}^*|$ mutlak değer kullanılır (Brauers ve Zavadskas, 2009: 357).

1.2.2.5.3. MOORA Önem Katsayısı

Tüm oranlarının tümünün 1'den daha küçük olması nedeniyle bir hedefin diğerinden daha önemli olacağını düşünülebilir. Bununla birlikte, bazı hedeflerin diğerlerinden daha önemli olduğunu gösterebiliyoruz. Bir hedefe daha fazla önem vermek için normalizasyon işlemi yapılmış değer önem katsayısı ile çarpılabilir (Brauers ve Zavadskas, 2013: 71).

i) Önem Katsayısının MOORA Oran Yöntemi'nde Kullanılması

Önem katsayısı MOORA Oran Sistemi'ne uygulanırken değerler normalizasyon işlemi yapıldıktan sonra önem katsayıları ile ağırlıklandırılır, hedeflerin minimum veya maksimum olması belirlenerek toplanır. En sondaysa, maksimum hedef değerleri toplamından minimum hedef değerleri çıkartılır (Brauers ve Zavadskas, 2013: 71). Bu işlemin yapılması için aşağıdaki formül kullanılır:

$$Y_j^{**} = \sum_{i=1}^{i=g} S_j x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{i=n} S_j x_{ij}^* \quad (16)$$

Burada $i=1,2,3,\dots,g$ maksimizasyon işlemi yapılacak değerleri, $i=g+1,g+2,g+3,\dots,n$ minimizasyon işlemi yapılacak değerleri, s_i i. kriterin önem katsayısını, γ_i^* j. alternatifin önem katsayıları dahil edilerek bütün kriterlerin değerlendirilmesini gösterir.

ii) Önem Katsayısının MOORA Referans Yaklaşımı'nda Kullanılması

Oran Yöntemi'nde olduğu gibi normalize edilmiş değerler önem ağırlıkları ile çarpılır (Brauers ve Zavadskas, 2013: 71). Burada da Referans Yaklaşımı'nda olduğu gibi maksimum ve minimum noktalar olan referans noktalarını belirleme işlemi yapılır. Bu noktalar belirlendikten sonra her $s_j x_{ij}^*$ ile olan uzaklık değerleri hesaplanır.

$$|s_j r_j - s_j x_{ij}^*| \quad (17)$$

Burada s_j j. kriterin önem katsayısı, r_j j. kriterin referans noktası, x_{ij}^* j. kriterdeki normalleştirilmiş değerini gösterir.

1.2.2.5.4. MOORA Tam Çarpım Formu Yöntemi

2010 cu ilde Brauers ve Zavadskas diğer bir MOORA yöntemini geliştirdiler. Tam çarpım formu adı verilen bu yöntem için aşağıdaki formül kullanılır (Brauers ve Zavadskas, 2013: 72).

$$U_j = \frac{A_j}{B_j} \quad (18)$$

Bu formülde:

$$A_j = \prod_{i=1}^g x_{ij}, B_j = \prod_{j=g+1}^n x_{ij} \quad (19)$$

şeklinde gösterilmiştir. U_j j. alternatifin maksimize veya minimize edilecek hedefler için kullanılma derecesini gösterir. $j = 1,2, \dots, m$; m alternatif sayısını, $i = 1,2,\dots, n$; n kriter sayısını, g = maksimize edilecek kriter sayısını, $n-g$ minimize edilecek kriter sayısını gösterir. Maksimizasyon işlemi yapılacak kriter payda, minimizasyon işlemi yapılacak kriter ise paydada olacak şekilde yerleştirilir.

1.2.2.5.5. Multi-MOORA Yöntemi

Multi-MOORA ilk geliştirilen Oran Metodu ve Referans Noktası Yaklaşımlarından sonra geliştirilen Tam Çarpım Formu metodu kullanılarak alınan sonuçlar arasında baskınlık teorisi kullanılarak sıralama elde edilen bir yöntemdir. Multi-MOORA yönteminde kullanılan 3 yöntemden bir yöntemin diğerinden daha iyi veya daha önemli olduğu iddia edilemez. Brauers ve Zavadskas son sıralamayı elde etmek için 2011'de Baskınlık Teorisi'ni ortaya koyarak geliştirdiler. (Brauers ve Zavadskas, 2013: 72-76).

Multi-MOORA yöntemine dahil olan 3 yöntemle elde edilen sonuçları Baskınlık (Dominance), Dengelilik (Equability) ve Geçişkenlik (Transitiveness) metodlarını uygulayarak sıralama yapmak mümkündür (Brauers ve Zavadskas, 2013: 76).

Baskınlık

- ***Mutlak baskınlık:*** Bir alternatifin, çözümün veya projenin, diğer tüm alternatiflerin, çözümlerin veya projelerin sıralamasında baskın olduğu anlamına gelir. Proje, alternatif veya çözümler karşılaştırıldığında birinin diğerine mutlak şekilde baskın olması durumu kast edilir. Multi-MOORA yönteminde mutlak baskınlık şu şekilde gösterilir: (1 - 1 - 1)

- ***Genel baskınlık:*** Üç yöntemden ikisinde aynı seviyede genel baskınlık olmasıdır. Bu yönetime örnek verirse eğer, a Pb Pc Pd (P tercih edilir) şeklinde olur.
(d-a-a) genellikle (c-b-b)'ye baskındır,
(a-d-a) genellikle (b-c-b)'ye baskındır,
(a-a-d) genellikle (b-b-c)'ye baskındır.

Geçişkenlik

Bu yöntemde eğer a, b'ye baskınsa, aynı zamanda b de c'ye baskınsa, o zaman a, c'ye baskın olacaktır .

Bütüncül baskınlık

Örnekle açıklamak gerekirse, (a-a-a), (b-b-b)'ye bütünlükle baskın olması durumu gösterilebilir.

Dengelilik

- **Tam dengelilik:** Bütün yöntemlerde bir alternatifin, (örneğin, e-e-e gibi) aynı sırada olmasıdır.

- **Kısmi dengelilik:** Örneğin, (5-e-7), (6-e-3)'den kısmi olarak daha dengelidir. Sebebi, (6-e-3)'de $6-3=3$ birim, (5-e-7)'de ise $7-5=2$ birim uzaklık vardır.

Devingen mantık

Sınıflandırmadaki tüm farklılıklara rağmen, karşılaştırmalarda çelişkili durumlar mümkündür. Örneğin,

Nesne A (11-20-14) genellikle nesne B'ye (14-16-15) baskındır,

Nesne B (14-16-15) genellikle nesne C'ye (15-19-12) baskındır,

Fakat Nesne C (15-19-12) genellikle nesne A'ya (11-20-14) baskındır.

Böyle bir durumda üç nesneye aynı performans sırası verilir.

1.2.5.6.TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique For Order Preference Bysimilarity To An İdeal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir. Yöntemin temel prensibi seçilen alternatifin ideal çözümden en kısa mesafede, negatif ideal çözümden ise en uzak mesafede olmasına dayanır (Opricovic ve Tzeng, 2004: 448).

TOPSIS yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşur (Eraslan, 2015: 60):

1. Adım: Problemin Tanımlanması.

İlk adımda alternatifler değerler kümesi ve kriterler değerleri kümesi belirlenmektedir.

2. Adım: Karar matrisi oluşturulması.

Her karar verici için kriter ağırlıkları ve performans değerlendirilmesi matrisi oluşturulur. Bu matrisde satırlarda alternatifler, sütunlarda ise kriterler yer almaktadır.

3. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması.

Her özellikteki alternatifi karşılamak için normalizasyon işlemi genel olarak sütünlara göre yapılmaktadır ve normalize edilmiş değerler 0-1 arasında bir değer almaktadır. Böyle durumda bağlangıç karar matrisindeki farklı ölçümler sebebiyle olan hesaplama işlemlerindeki problemler ortadan kalkmış olacaktır.

4. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması.

Bu adımda önce kriterlerin önem ağırlıkları belirlenir. Daha sonra ise bu değerler normalize edilmiş matristeki sütun değerleri ile çarpılarak V matrisi elde edilir.

5. Adım: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Elde Edilmesi.

Bu aşamada V matrisinden pozitif A^+ ve negatif A^- farklı iki küme oluşturulur. Fayda açısından değerlendirilme yapıldığı zaman V matrisinde ideal pozitif değer kümesini en büyük değer, en küçük değer ise negatif ideal kümeyi oluşturur. Maliyet açısından değerlendirildiğinde ise tam tersine en küçük değer ideal çözüm kümesini, en büyük değer ise negatif ideal çözüm kümesini oluşturur.

6. Adım: Ayrım Ölçüleri Değerlerinin Hesaplanması.

Öklid Uzaklık Formülü kullanılarak her alternatifin negatif ve pozitif ideal çözümden uzaklıkları hesaplanır. Her bir alternatif değerinin pozitif A^+ ideal çözümden sapmalarına Pozitif İdeal Ayrım Ölçüsü S_i^+ , negatif A^- negatif çözümden sapmalarına ise Negatif İdeal Ayrım Ölçüsü S_i^- denir.

7. Adım: Alternatiflerin İdeal Çözüme Göreli Yakınlığının Belirlenmesi.

İdeal çözüme en yakın olan alternatif seçeneği en uygun seçenek olarak belirlenmektedir.

8. Adım: Tercih Sıralaması Yapılması.

Bu adımda en son işlem olan sıralama yapılmaktadır. Alternatif kümesinde yer alan değerlerden pozitif ideal çözüme en yakın olan alternatif birinci sırada yer alır. Diğer alternatifler ise pozitif çözüme en yakın olandan en uzak olana doğru tercih sıralaması yapılır.

TOPSIS Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik, Tasarım, Mühendislik ve Üretim Sistemleri, İşletme ve Pazarlama Yönetimi, Sağlık, Güvenlik ve Çevre Yönetimi, İnsan Kaynakları Yönetimi, Enerji Yönetimi, Kimya Mühendisliği, Su Kaynakları Yönetimi ve diğer alanlarda kullanılmıştır (Behzadian vd., 2012: 13053)

1.2.2.7. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE (Elemination and Choice Translating Reality) yöntemleri Fransada 1960-ıncı yılların ortalarında Bernard Roy ve meslektaşlarının çalışmalarında ortaya çıkmıştır (Ghoseiri vd., 2008: 434). ELECTRE yöntemleri mevcut karar verme yöntemlerinin eksikliklerine yanıt olarak tasarlandı. ELECTRE I, II, III, IV, IS ve TRI dahil olmak üzere farklı ELECTRE versiyonları geliştirilmiştir Tüm ELECTRE yöntemleri aynı temel kavramlara dayanır, ancak hem operasyonel olarak, hem de karar probleminin türüne göre farklılık gösterir. Özellikle, ELECTRE I seçim problemleri için, atama problemleri için ELECTRE TRI ve sıralama problemleri için ELECTRE II, III, IV ve IS tasarlanmıştır. ELECTRE III, doğru, kesin olmayan, belirsiz verilerle başa çıkabilme yeteneği olduğu için diğer ÇKKV yöntemlerinden daha iyi performans gösteriyor (Marzouk, 2010: 596). Başlangıç kısmında ELECTRE ve TOPSIS yönteminin aşamaları aynıdır.

ELECTRE yönteminin aşamaları karar verici tarafından karar matrisinin oluşturulması ile başlar ve aşağıdaki aşamalardan oluşur (Mojahed vd., 2013: 5):

- Normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanması işlemi yapılır.
- Uyumluluk ve uyumsuzluk kümeleri belirlenir.
- Uyumluluk matrisi hesaplanır.
- Uyumsuzluk matrisi hesaplanır.
- Uygunluk baskınlık matrisi belirlenir.
- Uyumsuzluk baskınlık matrisi hesaplanır.
- Toplam baskınlık matrisi hesaplanır.
- Önem sıralaması karar noktalarına göre belirlenir.

ELECTRE yöntemleri Tarım ve Orman Yönetimi, Enerji, Çevre ve Su Yönetimi, Finans, Askeri, Proje Seçimi, Ulaşım ve başka çeşitli alanlarda başarıyla uygulanmıştır (Figueria vd., 2005: 153).

1.2.2.8. COPRAS Yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi 1996 yılında Zavadskas ve meslektaşları tarafından geliştirilmiştir. Karmaşık Oransal Değerlendirme anlamına gelen bu yöntem ÇKKV’de kriter değerlerini hem maksimize hem minimize etmek için kullanılabilir (Podvezko, 2011: 137).

COPRAS yönteminin adımları aşağıda gösterilmiştir (Madiç vd., 2014: 1):

1. **Adım:** Bu adımda diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi karar matrisi belirlenir.
2. **Adım:** Karar matrisine normalizasyon işlemi yapılarak normalize edilir.
3. **Adım:** Normalize edilmiş olan matrise işlem yapılarak ağırlıklı normalize edilmiş matris elde edilir.
4. **Adım:** Bu adımda, ağırlıklı normalleştirilmiş değerlerin toplamı, hem yararlı hem de yararlı olmayan kriterler için hesaplanır.
5. **Adım:** Bu adımda alternatiflerin göreceli önemlerinin belirlenmesi işlemi yapılır.
6. **Adım:** En sonuncu adımda ise, alternatifler için performans indeksleri hesaplanır.

Alternatif tercih sıralaması performans indeks değerlerini büyükten küçüğe doğru sıralayarak, yapılır.

Literatür taraması yapıldığı zaman COPRAS yönteminin birçok alanlarda kullanıldığını görmek mümkündür. Zavadskas vd. (2004) konut kredisi erişim modeli geliştirmek için, Kaklauskas vd. (2005) binanın tasarımı ve yenilenmesi için, Andruškevičius (2005) bir ticaret ve eğlence merkezinin inşası için en iyi yükleniciyi seçmek için, Zavadskas vd. (2007) yol tasarımı alternatiflerini değerlendirmek için, Zagorskas vd. (2007) sürdürülebilir şehir kompaktlığını belirlemek için, Kaklauskas vd. (2010) sanayileşmiş ülkelerde akıllı yapıli çevre alternatiflerini değerlendirmek için, Mulliner vd. (2013) ekonomik, çevresel ve sosyal kriterleri göz önünde bulundurarak farklı yerleşim yerlerinin karşılanabilirliğini değerlendirmek için COPRAS yöntemini kullandılar.

1.2.2.9. VIKOR Yöntemi

VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi, 1998 yılında Opricovic tarafından karmaşık sistemlerin çoklu-kriterli optimizasyonu için geliştirilmiştir. VIKOR, uzlaşmanın çatışmaları çözmek için kabul edilebilir olduğunu varsayarak, çeşitli veya muhtemelen çatışan ve ölçülemez olan karar kriterlerine göre bir dizi alternatifi sıralamaya odaklanmaktadır. TOPSIS gibi diğer bazı MCDM yöntemlerine benzer şekilde, VIKOR, ideale yakınlık gösteren bir toplama işlevine dayanır, ancak TOPSIS'ten farklı olarak sıralama endeksine, ideal çözüme özel yakınlık ölçüsüne dayalı olarak giriş yapar ve bu yöntem, ölçüt işlev birimlerini ortadan kaldırır (Şemshadi vd., 2011: 12161).

VIKOR yöntemi 5 aşamadan oluşur ve bu aşamalar aşağıda gösterilmiştir.

1. **Aşama:** Tüm kriterlerin en iyi ve en kötü değerleri belirlenir. Burada en kötü değerler f_i^- ile, en iyi değerler ise f_i^* ile ifade olunur.
2. **Aşama:** En iyi ve en kötü değerler belirlendikten sonra, en kötü grup ve ortalama grup değerleri hesaplanır. R_j ortalama grup, S_j ise en kötü grup değerini gösterir.
3. **Aşama:** Maksimum grup faydasını ifade eden Q_j değeri hesaplanır.
4. **Aşama:** Q_j , R_j ve S_j değerlerinin azalan sırada sıralanır.
5. **Aşama:** Son aşamada ise karar vermede kabul edilebilir istikrar ve kabul edilebilir avantaj kümelerinin oluşturulması işlemi yapılır (Mohamed, 2012: 10).

VIKOR yöntemi en çok tercih edilen ÇKKV yöntemlerinden biridir. Literatürde İmalat Alanları, İnşaat Yönetimi, Malzeme Seçimi, Performans Değerlendirme, Sağlık, Tedarik Zinciri, Turizm Yönetimi, Hizmet Kalitesi, Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Enerji kaynakları, Su Kaynakları Planlaması, Pazarlama, Risk Yönetimi ve diğer farklı alanlarda VIKOR yöntemi kullanılmıştır.

1.1.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

ÇKKV literatürde karar verme problemlerinde sık kullanıldığı gibi, eleştiriciler tarafından bazı dezavantajlarının olduğu da ileri sürülmüştür. ÇKKV'nin avantaj ve dezavantajlar aşağıda açıklanmıştır.

ÇKKV yöntemlerinin faydalı olduğu durumlar aşağıda gösterilmiştir (Belton ve Stewart, 2002: 15):

- İki veya daha fazla karışık bazen de çelişkili seçimler yapmamız gerektiği durumlarda;
- Yönetim eylemlerinin sıralanması veya kategorize edilmesinin gerektiği durumlarda;
- Yönetim alternatiflerinin belirli bir tercih sırasına göre sıralanmasının gerektiği durumlarda;
- Kolay seçim yapıla bilmesi için sonuç ve eylemlerin düzenli bir tanımının yapılmasının gerektiği durumlarda;
- Belirlenen hedeflere ulaşmak için yeni karar alternatiflerinin tanımlanması ve tasarlanmasının gerektiği durumlarda.

ÇKKV yöntemlerinin dezavantajları aşağıda gösterilmiştir (Cengiz, 2012: 12):

- Karar alternatifleri arasında karşılaştırma ile ilgili sorun olabilir. Alternatiflerden bazıları bir kritere göre üstün olmasına rağmen başka bir kritere göre tam tersi durum söz konusu olabilir. Buna benzer durum olduğu zaman en iyi olan alternatifi bulmak için daha fazla bilgi gerekebilir.
- Genel olarak karar verme problemlerinde çoğu zaman herhangi bir alternatifin tüm karar kriterlerine göre diğer alternatiflerden üstün olduğu bir duruma rastlanmaz. Bu nedenden dolayı problemlerin matematiksel bakımdan tanımlanması zordur. Problemler net şekilde tanımlanamadığı için, sadece karar vericiye bağlı olan öznel ve uzlaşık çözümlerin elde edilebilmesi mümkündür.

Bu bölümde karar verme kavramı, karar verme süreci, karar verme stilleri hakkında geniş şekilde bilgi verilmiş, çok kriterli karar verme konusu ele alınmış, çok kriterli karar verme ile karar verilirken hangi aşamalardan geçilmesi gerektiği

anlatılmış ve en çok kullanılan çok kriterli karar verme teknikleri hangileridir, bu tekniklerin yapısı hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde taşımacılık sektörü, taşımacılık sektörü türleri hakkında geniş bilgi verilmiş, otomotiv sektörünün Dünya'daki ve Türkiye'deki durumu ele alınmış, sonda ise ÇKKV'nin otomotiv sektöründe uygulanmasına yönelik literatür taramasının sonucu sunulmuştur.



İKİNCİ BÖLÜM

TAŞIMACILIK VE OTOMOTİV SEKTÖRÜ

2.1. TAŞIMACILIK SEKTÖRÜ

İnsanlık geçmişinde, ilk başta sadece yiyecek içecek bulma, daha iyi hava şartları olan yere gitme, hayvanlardan korunma gibi ihtiyaçları temin etmek için yer değiştiren insanlar, zaman geçtikçe üretim sürecine girerek teknolojinin gelişmesi ile de hızlanarak hammadde, yarı mamul, mamul gibi ürünleri taşımaya başlamışlar.

Taşımacılık kavramı ürünün üretim alanından tüketim alanına taşıma olarak açıklanabilir. Taşımacılıkta sadece nihai ürün değil, hammadde, mamul ve yarımamul, aynı şekilde insan veya diğer canlılar da taşınabilir. Taşımacılık sadece bir nesnenin bir yerden başka yere taşınmasından ziyade, bu nesne veya nesnelerin hızlı güvenilir ve en doğru şekilde ulaştırılmasıdır.

2.1.1. Taşımacılık Türleri

Taşımacılıkta hem ağır yükler, hem değerli eşyalar, hem tüketim süresi kısa olan ürünler taşındığı için, hem de bazen bir taşımacılık türü kullanıldığında uzun olan yol başka bir taşımacılık türü kullanılarak kısaltıla bildiği için farklı taşımacılık türleri ortaya çıkmıştır. Taşımacılık hem karadan, hem havadan, hem de deniz veya okyanus sularından yapılmaktadır. Farklı taşımacılık türlerinin ortaya çıkması ve aralarında rekabet olmasının esas sebebi daha az maliyetle ürün veya insanları taşıma ihtiyacıdır.

Dünyada taşımacılığın 6 türü mevcuttur:

- Demiryolu taşımacılığı
- Karayolu taşımacılığı
- Havayolu taşımacılığı
- Denizyolu taşımacılığı
- Nehir veya su yolu taşımacılığı
- Boruyolu taşımacılığı.

Yukarda sıralanan taşımacılık türlerindeki öncelik özellikle kalkınma ekonomilerinde hep tartışmaya konu olmuştur. Yöneticiler bu tartışma konusuna

cevap bulabilmek için taşıma türlerinin pozitif ve negatif yönlerini göz önüne alarak karara varmışlardır. Taşıma türlerinin ayrı ayrı avantaj ve dezavantajlarını belirlemek için bazı faktörleri bilmek gerekir. Bu faktörler aşağıda gösterilmiştir (Saatçioğlu, 2016: 26):

- Maliyet
- Ulaşım ağı uygunluğu
- Ulaşım aracının kitle taşımacılığına uygunluğu
- Güvenlik konfor ve rahatlık
- Taşıma hizmetinin sürekliliği
- Enerji sarfiyatı.

Her bir taşımacılık türünün özellikleri, avantaj ve dezavantajları ortaya koyulduğu zaman taşımacılık sektörü daha iyi anlaşılır olacaktır. Aşağıda taşımacılık türleri ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Karayolu taşımacılığı daha ayrıntılı ve geniş şekilde anlatıldığı için sona bırakılmıştır.

2.1.1.1. Denizyolu Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı vapur, gemi ve diğer benzeri araçlar kullanılarak yüklerin bir yerden başka bir yere taşınmasıdır. Özellikle uluslararası ticarete kullanılan taşımacılık türüdür.

Denizyolu taşımacılığı en eski taşıma yöntemlerinden biridir. Düşük maliyetli ve güvenilir olması en önemli avantajlarıdır.

Denizyolu taşımacılığı daha çok ağır yükleri taşımada kullanılan türdür. Hız bakımından diğer taşıma türlerinden en geride kalanıdır. Sabit maliyeti yüksek değişken maliyetleri ise düşük olduğu için zamanın fazla önemli olmadığı durumlarda uzun dönemli bakarsak en az maliyetli olan taşımacılık türüdür. Şuan özellikle, Uzakdoğu ticaret ilişkilerinde geniş şekilde tercih ediliyor. Karayolu taşımacılığıyla aktarma yapılacak şekilde kombine operasyona ihtiyacı olan bir türdür. Uluslararası ticaret dengesi gözden geçirildiğinde en fazla gelişmenin sağlandığı sektörün deniz taşımacılığı olduğunu görülmektedir.

Türkiye değerlendirildiği zaman deniz kıyısı oranının %40 olduğunu görülmektedir. Ancak buna karşılık olarak Türkiye'de deniz taşımacılık sektörü

beklenen düzeyde değildir. Son yıllarda bu sektöre yatırımlar yapılmış ancak gerekli olan verim alınamamıştır.

2.1.1.2. Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı bir noktadan başka bir noktaya madeni bir yol üzerinde hareket ettirilen araçlar içinde insan veya eşya taşınmasını temin eden taşımacılık türüdür.

Demiryolu taşımacılığı daha çok büyük ölçülü yüklerin tercih edildiği ve güvenilir bir taşımacılık türüdür. Sabit maliyetinin yüksek olması denizyolu ve havayolu ile benzer özelliğidir. Özellikle ağır sanayi makinalarının ve kıymetli olmayan ama ağır olan yükleri az maliyetle taşımak için daha uygun taşımacılık türüdür. Ulaşım hızı bakımından denizyolu taşımacılığı gibi zaman kısıtı olmayan taşımalar için uygundur. 500 km.'den daha uzun yola sahip taşımalarda birim maliyet açısından avantajlı olabilmektedir.

Son zamanlarda demiryolu taşımacılığı daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle karayolu taşımacılığında araçların çevreye zarar vermesi ve yaşanan kazalar yöneticilerin gözlerini demiryolu taşımacılığına çevirmesine neden olmuştur. Şuan dünyada özellikle büyük ekonomilere sahip ülkeler demiryolu taşımacılık sektörü için büyük miktarlarda paralar harcayarak, AR-GE çalışmaları yaparak bu sektörde ilerlemeyi hedefliyorlar. Hatta bazı şirketlerde olduğu gibi raylı sistemin direk fabrikaya girişi sağlanarak kapıdan kapıya taşıma sistemi kurma planları yapıyor.

2.1.1.3. Havayolu Taşımacılığı

Havayolu taşımacılığı eşyaların veya insanların bir ülke içinde veya ülkeler arası naklini 'havayolu'nu kullanarak gerçekleştiren taşımacılık türüdür.

Havayolu taşımacılığı en yeni ve en hızlı taşımacılık yöntemidir. Aynı zamanda müşterilerine sağladığı en güvenli taşıma türü olduğu için tercih edilmektedir.

Dezavantajları olarak, hava şartlarından etkilenmesi, uçak ve uçuş maliyetlerinin pahalı olması (Keskin, 2012: 84), ağır yüklerin taşınmaması, kapıdan-

kapıya taşıma için diğer taşıma türlerine ihtiyaç duyulması gibi özellikler gösterilebilir.

Havayolu taşımacılığı birim maliyete göre en pahalı olan taşıma türüdür. Buna rağmen değerli ve hafif eşyaların taşınmasında, zamanın kısıtlı olduğu durumlarda tercih edilen taşımacılık türüdür.

Havayolu taşımacılığında 3 beklenti vardır (Karagülle ve Birgören, 2013: 3):

- Konfor
- Emniyet
- Ekonomiklik

2.1.1.4. Nehir veya Suyolu Taşımacılığı

Nehir veya Suyolu Taşımacılığı özel tip gemi kullanılarak su kanalı, nehir, göl ve akarsu üzerinde yapılan taşımacılıktır.

Bu taşımacılık türü sınırlı yol imkanlarına sahip bir tür olarak bilinir, yani nehirlerin geçtiği yerler sınırları belirliyor. Genellikle ağır tonajlı yükler bu taşımacılık türüyle taşınmaz. Nehirlerin büyüklüğüne, derinliğine göre özel taşıma araçları seçilir. Amazon ve Nil nehirleri üzerinde yapılan taşıma faaliyetleri en eski nehir taşımacılığı olarak biliniyor (Keskin, 2012: 83).

2.1.1.5. Boru Hattı Taşımacılığı

Boru hattı taşımacılığı ürünlerin borular kullanılarak nakletme işidir.

Boru hattı taşımacılığında sıvı ve gaz halinde olan maddeler taşınıyor, örneğin, petrol, doğal gaz, petrolden hazırlanan diğer maddeler ve su gibi ürünler. Yatırıma yapılan maliyetler yüksek olsa da hızlı ve güvenilir sayılan bir taşıma türüdür. Nakliye zamanı herhangi bir araç kullanılmadığı için kasten yapılan bir müdahale olmazsa, kaza ve buna bağlı olarak gecikmelerin minimum düzeyde olduğu bir taşımacılık türüdür. Özellikle, Avrupa Birliğine üye olan ülkelerde kullanılan ürünlerin naklinde kullanılıyor. Son dönemlerde boru hattı yerine “kapsül taşıma sistemi” ismi de kullanılmaktadır (Avcı, 2014: 48).

Tankerler kullanılarak karayolu üzerinden petrol, ham petrol ve doğalgaz gibi ürünler yüzyıllardır taşınmaktadır. Fakat kaynak noktalarının dağıtım noktalarına çok uzak kalması boru hattı taşımacılığına yönelmeye sebebiyet vermiştir.

Boru hatlarıyla gaz ve sıvı maddeleri taşınmaktadır. Bu yöntem maliyet açısından oldukça uygun olduğu için şuan başka maddelerin de boru hatlarıyla taşınabilmesi için araştırmalar yapılıyor. Örneğin, toprak veya toz şeklinde olan maddelerin suyla karıştırılarak taşınması üzerinde yapılan araştırmalar vardır.

2.1.1.6. Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığı karayollarını kullanarak, mal veya insanların bir yerden başka bir yere tekerlekli, motorlu araçlarla taşınmasıdır.

Tekerleğin icat olunmasıyla birlikte başlayan ve en eski taşıma türüdür. Dünyada ve Türkiye’de en çok tercih edilen taşıma türüdür.

İkinci Dünya Savaşından sonra tüm dünyada motorlu kara vasıtaları ve otomobil üretiminde ve gelişmesindeki büyük değişimler karayolu taşımacılığının da gelişmesine önemli rol oynamıştır.

Aktarma yapılmaya gerek kalmadan kapıdan-kapıya taşıma yapılabilen, terminale ihtiyaç duyulmayan, çok geniş ağa sahip olan ve aşağı yukarı tüm bölgelerde kullanılabilen bir taşıma türü olması en büyük artıdır (Ergün, 1985: 51-52).

En çok kullanılan tür olduğu için genelde rakip işletmelerin arasında çok büyük bir rekabet olur. Ayrıca yüksek tonajlar için bazı kısıtlamalar yapılmıştır. Karayolu taşımacılığı yakıt fiyatlarına sürekli zam gelmesi, çok güvenli bir taşıma türü olmaması, bazı yerlerde hız kısıtlaması olması, çevre açısından zararlı olması ve elverişli olmayan hava durumlarından etkilenmesi gibi sebepler bu türün temel eksileri sayılır (Saatçioğlu, 2006: 47).

Türkiye kıtaları bir birine bağlayıcı role sahip olması nedeniyle Avrupanın en büyük karayolu taşımacılığı filosuna sahip bir ülkedir.

Karayolu yük taşımacılığı bir malın belirli bir ödeme karşılığında yolu kullanarak bir noktadan başka bir noktaya aktarılması veya taşınmasıdır. Karayolu yük taşımacılığı diğer taşıma türlerine kıyasla gelişmiş ülkelerde bile her geçen gün daha

çok talep edilen taşıma türüdür. Bölgeler arasında ticaretin büyümesiyle karayolu taşımacılığı büyümektedir.

Karayolu taşımacılığında en uygun aracın seçimi çok önemlidir. Otomobilin dayanıklılığı, ekonomikliliği, hızı, taşıma kapasitesi oldukça önem taşımaktadır.

Karayolu taşımacılığı şirketleri için toplam işletme maliyeti içindeki genel giderlerin oranı yüksek olduğundan ve taşıma işlemi yapılacak olan araç ile ilgili genel giderlerin oranı da yüksek olduğundan, araç seçiminin önemi artmaktadır. Kullanılacak araç ile ilgili işletme maliyeti düştükçe, nakliye operasyonu maliyeti de orantılı olarak azalır. Araç seçim problemi, kara taşımacılığı şirketlerinin rekabet gücü için çok önemlidir. Karayolu taşımacılığı örgütleri periyodik olarak araç seçimi sorunuyla karşı karşıyadır. Dinamik bir sorundur, çünkü pazardaki bayi ve araç markaları her zaman değişmektedir. Taşıma filosu biraz modernleşmeye ihtiyaç duyduğunda veya kendi kapasitelerini ayarlayarak müşteri taleplerini karşılamak için işletmeler araç seçimi konusunda karar vermek zorundadırlar (Baykasoğlu vd., 2013: 907).

2.1.1.6.1. Karayolu Yük Taşıma Araçları

Yük taşımacılığı için belirlenen motorlu araçlar; kamyonlar, orta yüklü ticari taşıtlar, kamyonetler, çekiciler olarak, motorlu taşıtla çekilen, motorsuz araçlar ise römork ve yarı römorklar olarak sınıflandırılmıştır.

2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu (1983) uyarınca hazırlanan Karayolları Trafik yönetmeliği (1997) tanımlar kısmında yük taşınması için üretilen araçlar tanımlanıyor. Bu tanımlara göre;

Kamyonet - azami yükü ağırlığı 3500 kilogramı geçmeyen taşıttır. Sürücü ve yanında olan oturma yerlerinden başka da oturma yerleri bulunan, gövde bölümü ile sürücü bölümü birleşik olan kamyonetlere "Panelvan" denir.

Kamyon – azami yükü ağırlığı 3500 kilogramdan fazla olan ve yük taşınması için üretilen motorlu araçtır.

Arazi taşıtı – karayollarında yük veya yolcu taşıma kapasitesi olan, bütün tekerlekleri motordan güç alabilen motorlu araçtır.

Çekici – römork veya yarı-römorkları taşımak için üretilmiş, yük taşımayan motorlu taşıtlardır.

N sınıfı : Minimum dört tekerlekli ve yük taşımacılığında kullanılan motorlu araçlardır.

- **N1 Sınıfı:** Yük taşımasında kullanılan ve azami ağırlığı 3,5 tonu aşmayan motorlu araçtır.
- **N2 Sınıfı:** Yük taşımasında kullanılan ve azami ağırlığı 3,5 tonu aşan, ancak 12 tonu aşmayan motorlu araçtır.
- **N3 Sınıfı:** Yük taşımasında kullanılan ve azami ağırlığı 12 tonu aşan motorlu araçtır.

O Sınıfı: Motorlu bir vasıta yardımı ile çekilen römork veya yarı römork motorsuz yük taşıma araçlarıdır.

- **O1 Sınıfı:** Azami ağırlığı 0.75 tonu aşmayan motorsuz yük taşıma aracıdır.
- **O2 Sınıfı:** Azami ağırlığı 0.75 tonu aşan ancak 3,5 tonu aşmayan motorsuz yük taşıma aracıdır.
- **O3 Sınıfı:** Azami ağırlığı 3,5 tonu aşan ancak 10 tonu aşmayan motorsuz yük taşıma aracıdır.
- **O4 Sınıfı:** Azami ağırlığı 10 tonu aşan motorsuz yük taşıma aracıdır

Bu araştırmaya konu olan kamyonet tipli taşıma araçları N1 sınıfına dahil olan araçlardır. Bu araç modellerinin örneği Şekil 3.'te gösterilmiştir. Örnek model Ford Transit markasına aittir ve markanın resmi sitesinden alınmıştır.

Kamyonet modellerinin genel olarak tek/çift kabin, açık/kapalı kasa gibi farklı özellikleri vardır. Bu çalışmada karşılaştırılması yapılan kamyonet modelleri tek kabini olan, açık kasaya sahip daha çok şehir içi taşımacılıkta kullanılan kamyonet modelleridir.

Şekil 3. Kamyonet Modeli Örneği



Kaynak: Ford.com (25.03.2020)

2.1.2. Dünyada ve Türkiyede Karayolu Yük Taşımacılığı

Hızlı ve esnek olmasının yanı sıra yatırım maliyetleri açısından da lojistik faaliyetlerde bir vazgeçilmez haline gelen karayolu taşımacılığı diğer taşıma türleri ile rekabette hep daha çok avantaja sahiptir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki ve Türkiyedeki taşımacılık türleri arasında olan dağılıma bakarak bu kanaate gelmek mümkündür.

Tablo 7. AB – 28 Ülkelerindeki Yıllık Yük Taşımacılığı

Yıllar	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu	İç Su Yolu	Toplam
	(Milyar Ton-Km)				
1995	1 289	930	388	122	2729
2000	1 509	1 067	406	134	3116
2005	1 755	1 161	416	139	3471
2010	1 710	1 079	394	156	3339
2011	1 699	1 104	422	142	3367
2012	1 645	1 075	407	150	3277
2013	1 671	1 089	407	153	3320
2014	1 677	1 128	411	151	3367
2015	1 720	1 110	415	147	3392
2016	1 786	1 181	412	147	3526
2017	1 870	1 176	421	147	3614
1995–2017	%45.1	%26.4	%8.5	%20.4	%32,4

Kaynak: Eu Transport in Figures, Statistical Pocketbook (2019)

Tablo 7. 1995-2017 yılları arasında Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin havayolundan başka diğer taşımaların hacimlerini göstermektedir. AB'ye üye olan 28 ülkede karayolu taşımacılığında 1995 yılından 2017 yılına göre %45.1 oranında, demiryolu taşımacılığında %8.5 oranında, su yolu taşımacılığında %20.4 oranında, deniz yolu taşımacılığında %26.4 oranında büyüme olmuştur. Boru hattı taşımacılığında ise, %0.8 oranında gerileme olmuştur. Toplamda ise yük taşımacılığında %32,4 kadar artış olmuştur.

Tablo 8. Türkiye’de 2000-2014 Yılları Arasında Yük Taşımacılığı

Yıllar	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu	Toplam
	(Milyar Ton-Km)			
2000	162	20	10	192
2001	151	15	8	174
2002	151	11	7	169
2003	152	10	9	171
2004	157	7	9	174
2005	167	6	9	182
2006	177	7	10	194
2007	181	10	10	201
2008	182	11	11	204
2009	176	11	10	198
2010	190	13	11	214
2011	203	16	12	231
2012	216	16	12	244
2013	224	17	11	253
2014	234	16	12	262
2000-2014	%44,4	-%20	%20	%36,45

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (2016)

Tablo 8.’de görüldüğü gibi Türkiye’de 2001-2014 yılları arasında karayolu yük taşımacılığında %44,4 artış, demiryolu yük taşımacılığında %20 artış, deniz yolu taşımacılığında %20 gerileme, toplam olarak ise yük taşımacılığında %36,45 oranında artış olmuştur.

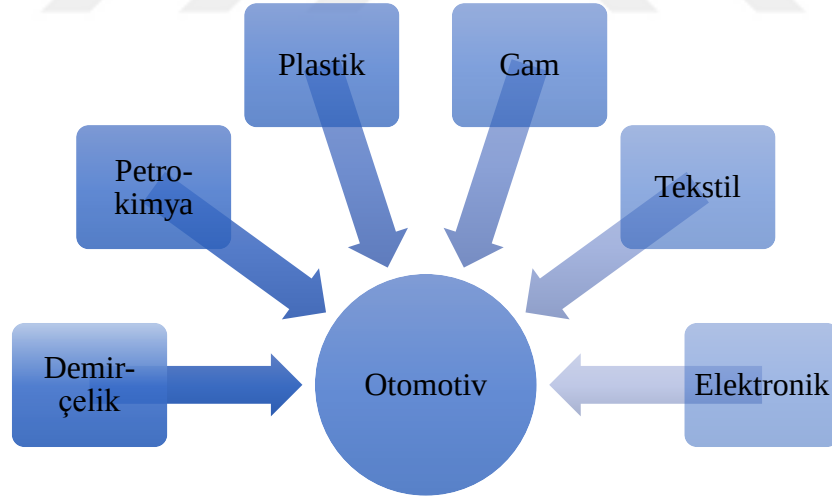
Türkiye Karayolları Genel Müdürlüğü’nün yayınladığı verilere göre, 01.01.2020 tarih itibari ile Türkiye’de 3.060 km otoyol, 31.006 km devlet yolları, 34.165 km il yolları, toplamda ise 68.231 km karayolu mevcuttur.

Dünyada yük taşımacılığı araştırıldığı zaman en fazla kullanılan taşımacılığın denizyolu yük taşımacılığı olduğunu ortaya çıkmaktadır. Fakat, farklı noktalardan malların getirilip gemilere yüklenmesi için, aynı zamanda gemilerden inen malların son tüketiciye teslim edilmesi için karayolu yük taşımacılığının da kullanılması gereklidir. Bu yüzden karayolu yük taşımacılığı bir vazgeçilmez haline gelmiştir (Çelik, 2017: 10).

2.2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ

Otomotiv sektörünü tanımlamak gerekirse; traktör, kamyon, otobüs, minibüs, midibüs, çekici ve binek otomobili gibi taşıtlarla, bu taşıtların üretilmesinde kullanılan araçları üreten sanayi dalıdır (Bayraktar ve Ahmet, 2005: 118). Otomotiv sektörü aynı zamanda birçok sanayi ile etkileşim halinde olan bir sektördür. Bu sektör petro-kimya, cam, lastik gibi sanayi kollarının en önemli alıcılarından ve bu sektörlerdeki gelişmeleri etkilemektedir.

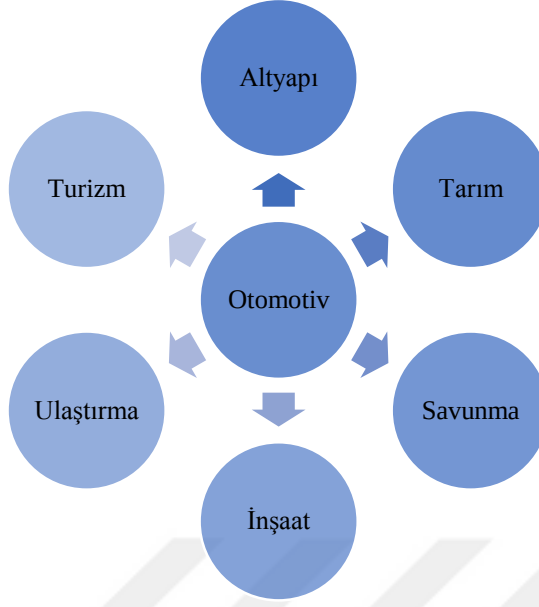
Şekil 4. Otomotiv Sektörünün Alıcısı Olduğu Sektörler



(Kaynak: Otomotiv Sektörü Raporu, 2017)

Bu nedenlerden dolayı otomotiv sektörü bir ekonomide lokomotif rolünü oynar ve aynı zamanda bir endüstride kalkınmaya öncülük eder. Türkiyede tarım ve ulaştırma sektöründe gerek duyulan her tür motorlu araç ihtiyacı otomotiv sektöründen sağlanmaktadır. Ayrıca bu sektör finans, sigorta, servis, pazarlama ve akaryakıt gibi sektörlerle de yakından ilişkilidir (Arslan, 2019: 3).

Şekil 5. Otomotiv Sektörünün Tedarik Sağladığı Sektörler



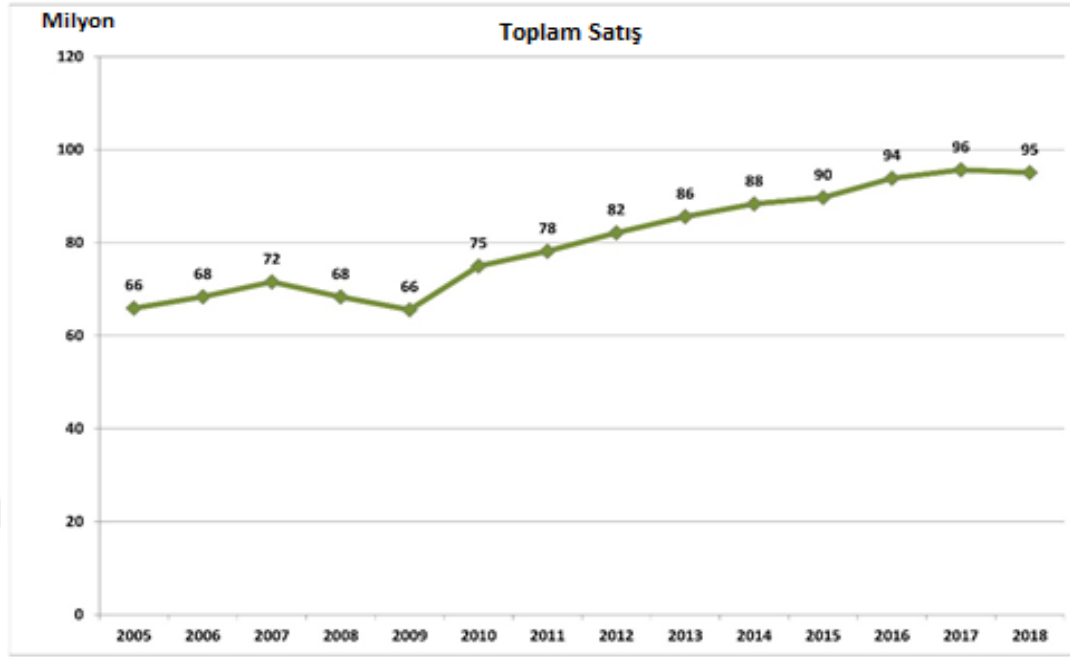
(Kaynak: : Otomotiv Sektörü Raporu, 2017)

2.2.1. Dünyada Otomotiv Sektörünün Genel Durumu

Genel olarak otomotiv sanayiinde temel 1769 yılında buhar gücü kullanılarak çalıştırılan ilk aracın yapılmasıyla atılmıştır. Avrupada ilk gelişimini başlayan sektör, Amerika Birleşik Devletleri'nde gelişmeye hızla devam etmiştir. Birinci Dünya Savaşı'ndan hemen sonra ise otomobil ağırlıklı olarak bir gelişim ve değişim içinde olmuştur (Orhan, 1997: 42).

Dünyada motorlu araç üretimine 2002 yılına kadar Avrupa öncülük etmiş, en yakın takipçisi ise Amerika olmuştur. Fakat 2003 yılından sonra liderliği Asya-Okyanusya ülkeleri ele geçirmiştir. Otomotiv sektörü 2001 yılında %3,6 oranda gerilemiş ondan sonraki yıllarda ise artım göstermiştir. Türkiye Otomotiv Sanayi Derneği'nin (2017) verilerine göre, Asya-Okyanusya ülkelerinin katkısıyla daha da hızlanan otomotiv sektörü 2015 yılında 90,8 milyon adet araç üretmiştir.

Şekil 6. Dünyada Toplam Motorlu Araç Satışlarının Yıllara Göre Dağılımı



Kaynak : OICA

Otomotiv sektörü tüm dünya genelinde gelişmiş bir sektör olsa da, belirli ülke veya bölgelerde daha çok yoğunlaşma görülmektedir.

Tablo 9. 2014–2018 Dönemi Ülkelere Göre Motorlu Araç Üretim Rakamları

	2014		2015		2016		2017		2018	
1	Çin	23.731.600	Çin	24.503.326	Çin	28.118.794	Çin	29.015.434	Çin	27.809.196
2	ABD	11.660.702	ABD	12.100.095	ABD	12.198.137	ABD	11.189.985	ABD	11.314.705
3	Japonya	9.774.665	Japonya	9.278.238	Japonya	9.204.590	Japonya	9.693.746	Japonya	9.728.528
4	Almanya	5.907.548	Almanya	6.033.164	Almanya	6.062.562	Almanya	5.645.581	Hindistan	5.174.645
5	G. Kore	4.524.932	G.Kore	4.555.957	Hindistan	4.488.965	Hindistan	4.782.896	Almanya	5.120.409
6	Hindistan	3.844.857	Hindistan	4.125.744	G.Kore	4.228.509	G.Kore	4.114.913	Meksika	4.100.525
7	Meksika	3.368.010	Meksika	3.565.469	Meksika	3.597.462	Meksika	4.068.415	G.Kore	4.028.834
8	Brezilya	3.146.386	İspanya	2.733.201	İspanya	2.885.922	İspanya	2.848.335	Brezilya	2.879.809
9	İspanya	2.402.978	Brezilya	2.429.463	Kanada	2.370.271	Brezilya	2.699.672	İspanya	2.819.565
10	Kanada	2.394.154	Kanada	2.283.474	Brezilya	2.156.356	Fransa	2.227.000	Fransa	2.270.000
11	Rusya	1.887.193	Fransa	1.970.000	Fransa	2.082.000	Kanada	2.199.789	Tayland	2.167.694
12	Tayland	1.880.587	Tayland	1.915.420	Tayland	1.944.417	Tayland	1.988.823	Kanada	2.020.840
13	Fransa	1.821.464	İngiltere	1.682.156	İngiltere	1.816.622	İngiltere	1.749.385	Rusya	1.767.674

14	İngiltere	1.598.879	Rusya	1.384.399	Türkiye	1.485.927	Türkiye	1.695.731	İngiltere	1.604.328
15	Endonezya	1.298.523	Türkiye	1.358.796	Çek C.	1.349.896	Rusya	1.551.293	Türkiye	1.550.150
16	Çek C.	1.251.220	Çek C.	1.303.603	Rusya	1.303.989	İran	1.515.396	Çek C.	1.345.041
17	Türkiye	1.170.445	Endonezya	1.098.780	Endonezya	1.177.389	Çek C.	1.419.993	Endonezya	1.343.714
18	İran	1090846	İtalya	1.014.223	İran	1.164.710	Endonezya	1.216.615	İran	1.095.526

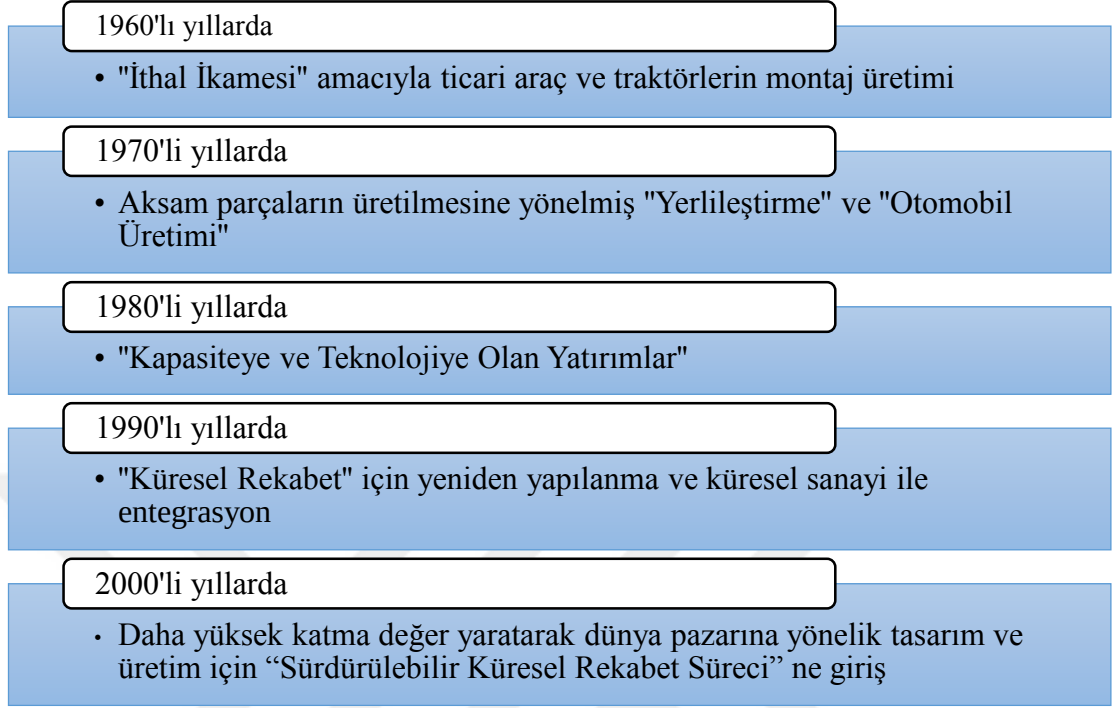
Kaynak: OICA

Dünya bazı gelişmiş ülkeleri 2015 Paris Anlaşması'nda ortak bir karar alarak dünyadaki küresel iklim değişimine olan etkinin azaltılması için çalışmalarına başladılar. Bu ortak karar otomobil sektörünü direkt olarak etkileyen bir karardır, çünkü bu kararın uygulanması için otomobillerin artık fosil yakıtlardan sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçmesi gerekir. Bu anlaşmadan sonra bazı gelişmiş ülkelerde 2050 yılından sonra yollarda hiçbir emisyonlu aracın kullanılmaması planlanıyor. Alınan bu kararlar otomobil şirketlerini de harekete geçirmiş ve otomobil üreten şirketler AR-GE çalışmalarını bu yöne doğru yöneltmişlerdir. Bu anlaşmanın yapılmasından bugüne kadar artık birçok otomobil markası kendisinin hibrit veya tamamen elektrikle çalışan modellerini tasarlamaya ve üretmeye başladılar. Bu anlaşmanın yapılmasıyla otomotiv dünyasında yeni bir çağın başladığını söylemek mümkündür.

2.2.2. Türkiyede Otomotiv Sektörünün Genel Durumu

Otomotiv sektörü Türkiye'de 1960'lı yıllardan sonra gelişme ve büyüme göstermeye başlamıştır. Artık 1990'lı yıllarda sektör ihracata yönelik rekabetçi bir kimlik kazanmıştır. 1990'lı yılların sonunda ise, dünyanın önde gelen firmalarıyla yapılan ortak girişimler sayesinde Türkiye bu sektörde önemli konuma gelmiş, hatta bazı firmaların ihracat üssü haline gelmiştir.

Şekil 7. Türkiye Otomotiv Sektörünün Gelişimi



Kaynak: Otomotiv Sektörü Raporu (2019)

Üretici firmaların küresel üretimde Türkiye'deki tesisleri planlara dahil etmesi Türkiye'de otomotiv sektöründe bu büyümeye sebebiyet vermiştir. Bölgesel ve küresel talepleri karşılamak amacıyla her geçen gün yeni araba modelleri Türkiye'deki tesislerde üretilmeye başlamıştır. AB ile yapılan ve 1996'dan beri yürürlükte olan "Gümrük Birliği" sayesinde Türkiye küresel üretim planlamalarında yer almıştır.

Bu gün Türkiye'de kullanılan üretimdeki yöntem ve teknolojiler uluslararası düzeyde kullanılan yöntem ve teknolojilerle eşdeğer niteliktedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Otomotiv Sektörü Raporu 2019).

Türkiye 2019 yılının sonlarında tüm fikri ve sınai mülkiyet hakları %100 Türkiye şirketlerine ait olan 2 farklı otomobil modelini tanıttı. Bu modellerden C segmentine dahil olan SUV modelinin 2022 yılından itibaren üretime başlanacağı belirtildi. Bunun için sıfırdan yeni bir üretim fabrikasının kurulmasına başlandı. Türkiye tamamen elektrikli ve sıfır emisyonlu olacak bu araçlarla dünya otomotiv sektöründe daha ileri yerlere gelerek, dünyanın başarılı otomotiv sektörüyle tanınan ülkelerinden biri olmayı hedefliyor.

2.3. ÇKKV'nin OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE UYGULANMASINA YÖNELİK LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde olan otomotiv sektöründe ÇKKV kullanılarak şimdiye kadar yapılmış çalışmaları araştırmak bu çalışmaya yön vermek bakımından önemlidir. Özellikle bu çalışmada kullanmak için belirlenmiş bazı kriterler ve kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılmış olan AHP yöntemi literatür taraması sonucunda seçilmiştir. ÇKKV'nin otomotiv sektöründe uygulanmasına yönelik geniş literatür taraması aşağıda özetlenmiştir.

Babacan ve arkadaşları (2018) yaptıkları bir araştırmada araba seçimi için AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullandılar. Araştırmada 12 farklı otomobil ve bu otomobillere ait altı kriter analiz edilmiş ve otomobil seçimi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır, daha sonra bu ağırlıklar kullanılarak otomobillerin performans sıralaması TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada AHP yöntemi ile ağırlıklandırma işlemi yapmak için 100 kişilik bir gruba sorular sorularak veri toplanmıştır.

Şahin ve Akyer (2011) arama ve kurtarma çalışmalarında kullanılmak üzere 4x4 kamyonetin sıralama yöntemi ile seçilmesi üzerine bir çalışma yaptılar. Bu çalışmada ağırlıklandırma daha sonra da bir alternatif sıralaması yapmak için AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Isparta ili için uygun olan bir marka tespit edilmiştir. Servis özelliği seçeneği bu sonuca ulaşmada etkili olmuştur. Otomobil servis imkanları illere göre farklılık arz ettiği için başka bir ilde başka bir sonucun meydana çıkması olağandır. Araştırma hem de “bir kurum bütçesi belirlendiği zaman araç alımına ayrılan kısım nelere göre belirlenir ?” sorusuna cevap verebilmesi bakımından faydalı olabilecek bir çalışmadır.

Tunçel ve arkadaşları (2017) yaptıkları “Satın Alma Kriterleri Açısından Marka Sıralama Kararının Verilmesinde Bulanık ELECTRE I Yöntemi: Otomobil Sektöründe Bir Uygulama” adlı çalışmada sıfır otomobil almak isteyen tüketicilerin hangi kriterlere dikkat etmesi gerektiğine değinmişler. Bu çalışmada alternatif olarak BMW, Mercedes, Wolswagen , Ford ve Audi markaları, kriter olarak ise marka imajı, performans, dayanıklılık, dış tasarım, konfor, satış sonrası hizmet, fiyat, yakıt tüketimi, donanım-aksesuarlar, ikinci el satış kolaylığı, güvenlik ve iç tasarım seçilmiştir. 164

kişi ile yapılan ankette, katılımcılar tarafından göreceli önem sırası yöntemiyle her bir kriterin değeriendirilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada bulanık ÇKKV yöntemlerinden biri sayılan bulanık ELECTRE I yöntemi kullanılarak alınan otomobil markası sıralamasının, ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılarak alınan sıralamadan farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

Doğan ve arkadaşları (2016) çekici araç seçimi için bir araştırma yapmışlar. Araştırmada en yüksek satış payına sahip 8 marka değeriendirilmeye alınmış ve COPRAS-G metodu ile sonuca ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, piyasada çekici araç satışlarında açık ara birinci olan bir marka sıralamada en sonuncu yerde kararlaşılmıştır. Buna sebep COPRAS-G modelinin eksikliği değil de, karar modelinde bazı görüşlere uygun olarak değeriendirme ölçütlerinin bulunmaması veya modele dahil olan kriter ağırlıklarının eşit olduğu varsayımı gösterilebilir.

Ömürbek ve arkadaşları (2014) yaptıkları çalışmada AHP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak beyaz eşya servisine uygun olan, dizel, 70-115 beygir motor gücü olan, 2.7-4.2 yük kapasitesine sahip 9 farklı araba modeli üzerinden hafif ticari araç sıralaması yapmışlar. Çalışmada bilgisayar destekli programlar kullanılmıştır. Araştırmacıların geldiği sonuca göre, PROMETHEE yöntemi anlaşılması kolay ve basit kullanıma sahip bir yöntemdir. Rahatlıkla buna benzer problemlere, aynı zamanda başka sektörlere ait olan problemlere de uygulanabilir.

Özbek (2012) küçük bir işletme için gerekli olan ticari araç seçimi için Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada uygun olan 4 otomobil modeli belirlenerek karşılaştırılmıştır. Öncelik sıralamasının hesaplanması için 4 ana kriter ve her bir ana kriterin 2 alt kriteri olmak üzere karar ağı düzenlenmiştir. Bu çalışmada ölçütler arasında bağımlılık olmasından dolayı özellikle AAS yöntemine başvurulmuştur. Çalışma küçük çaplı işletmeler için hafif ticari araç seçimi yapılırken yardım edici nitelik taşımaktadır.

Baykasoğlu ve arkadaşları (2013) ÇKKV yöntemlerini kamyon seçimi için kullanmışlar. Bu çalışmada, bulanık DEMATEL ve bulanık hiyerarşik TOPSIS entegre edilerek sistematik bir metodoloji önerilmiştir. Çalışmanın yapılmasındaki amaç, karayolu taşımacılığı yapan işletmelerde genel giderler içinde araçların sebep olduğu giderler önemli ölçüde etkili olduğundan, bu sektörde olan işletmeler için araç seçiminde bir yol gösterici niteliğinde olan model geliştirmektir. Ölçütlerin

ağırlıklarını hesaplamak için bulanık DEMATEL yöntemini ve ölçütlere göre alternatifleri değerlendirmek için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 7 alternatif arasında sıralama oluşturmak için 17 kriter kullanılmıştır. Kullanılan kriterler ve onların ağırlıkları Türkiye'de faaliyet gösteren büyük bir karayolu taşımacılığı yapan şirketin yetkilileri ile görüşülerek elde edilmiştir.

Terzi ve arkadaşları (2006) otomobil satın alma sürecinde bir karar destek modeli geliştirmişler. Bu çalışmada otomobil satın almada sağlıklı bir karar alınması için AHP ve Hedef Programlama yöntemlerinden yararlanarak bir destek modeli önerisi yapılmıştır. Araştırmaya konu olan markanın modelleri tüketicilerin profillerine göre segmentlere ayrılmıştır. Müşterinin ait olduğu segmenti tahmin edebilmek için önce ana ve alt kriterlere verdiği önemlere göre segment eğilimleri belirlenmiştir. Sunulan karar destek modelinde otomobil almak amacıyla satış temsilcisine giden alıcının beklentileri ile otomobil satıcısının bilgileri bir araya getirilerek, sürecin daha etkili bir şekilde işlemesi beklenilmiştir. Müşteriler bu çalışmadan yararlanarak, sağlıklı bir karşılaştırma yapma imkanı elde edecek ve çok geniş ve farklı ürünler içerisinde en düzgün seçimi yapabilecektir.

Soba (2012) yaptığı araştırmada müşteri beklenti ve ihtiyaçlarını uzun vadede karşılayabilecek bir panelvan otomobili seçmek için 6 alternatif arasında karşılaştırma yapmıştır. Panelvan otomobil seçiminde etkili olacak fiyat, maksimum hız, güvenlik, beygir gücü, performans ve yakıt gibi etkenler kriterler olarak ele alınmıştır. Karar verme sürecinde PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır.

Arslan (2003) otomobil alma sürecinde tüketicilere hangi faktörlerin etki ettiğine dair bir çalışma yapmıştır. Arslana göre, Türkiye'de otomobil sahibi olmak isteyen tüketicilerin karar verme sürecine etki eden faktörler 4 ana başlıkta toplanmıştır. Bunlar; girdi değişkenleri, satınalma davranışına etki eden dış değişkenler, alıcının bilgi ve karar alma süreci ve çıktı değişkenleridir. Yazar araştırma sonunda geldiği sonuçları satınalmadan önce, satınalma sırasında ve satınalmadan sonra şeklinde şematik olarak göstermiştir. Bu araştırma otomobil alımında müşteri davranışlarını belirlemekle ilgili veya karar verme problemlerini otomobil sektöründe uygulayacak olan araştırmacılar için, aynı zamanda otomobil ticareti yapan işletmeler için önemli bir çalışmadır.

Kabak ve Uyar (2013) tarafından yapılan araştırmada ağır ticari araç seçimi için 20 kriter kullanılmıştır. Çalışmada problemi çözmek için lojistik işi yapan işletmeden 1 kişi yönetici, 1 kişi araç bakım elemanı, 2 şoför olmak üzere uzman grup görüşü alınmıştır, değerlendirmek için 8 marka araç belirlenmiştir. Ele alınan 20 kriter literatür araştırmalarından ve yük taşıma firmaları ile görüşmelerden elde edilen bilgilere göre seçilmiştir. Kriterler ekonomiklik, performans, donanım, satış sonrası hizmet, imaj ve prestij ana kriterleri altında toplanmıştır. Kullanılacak kriterler belirlendikten sonra ağırlıkları AAS yöntemi ile hesaplanmış ve yine AAS yöntemi ile seçim yapılmıştır. Sonraki aşamada ise PROMETHEE yöntemi kullanılarak araç seçimi yapılmış ve her iki yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygulama sonucunda yazarın geldiği kanaate göre AAS-PROMETHEE bütünleşik yaklaşımı, AAS yöntemi kullanılarak yapılan seçime göre işletme tercihlerini daha iyi yansıtarak en iyi seçim yapılmıştır.

Güngör ve İşler (2005) yaptıkları çalışmada AHP yöntemini kullanarak otomobil sahibi olmak isteyen kişiler için bir çözüm yolu önermişler. Çalışmada araba sahibi olmak isteyen bir tüketici belirlenmiş, en uygun modeli bulmak amacıyla fiyatı 25000-30000 TL aralığında olan 8 farklı araba modeli karşılaştırılmıştır. Dikkate alınan; 0-100 km hızlanma, fiyat, yakıt tüketimi, ikinci el fiyatı ve genişlik kriterleri ile ilgili veriler karşılaştırılacak olan otomobillerin internet sitelerinden, konfor, bakım maliyeti ve güvenlik kriterleri ile ilgili veriler bu konuda uzman kişilere 1-6 aralığında puanlama yaptırarak, kriter ağırlıkları ile ilgili veriler ise karar vericiyle görüşmede subjektif değerlerine göre 1-9 ölçekli önem derecesi sorularıyla elde edilmiştir.

Akman (2019) yaptığı tez çalışmasında AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak bir araba seçim modeli önerisi sunmuştur. Seçim için yetkili araba satış ofisi ile görüşme yapılarak en çok tercih edilen modellerden 4 tanesi karşılaştırma için seçilmiştir. Çalışmada ele alınan kriterler satış ofislerinden alınan bilgiler dahilinde seçilmiştir. Bu kriterler; performans, fiyat, güvenlik, yakıt tüketimi, yakıt tipi, garanti-yol yardım hizmeti ve vites tipi olarak belirlenmiştir. Ölçüt ağırlıklarının hesaplanması satış ofislerinin yetkili şahıslarıyla görüşmelerde ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak yapılmıştır. Elde olunan sonuçlara göre, araba sahibi olmak isteyen kişinin ilk en çok dikkat ettiği kriter fiyatı, daha sonra gelen kriterler ise sırasıyla, yakıt

tüketimi, güvenlik, performans, yakıt tipi, vites tipi ve garanti-yol yardım hizmetleri olmuştur. Sonuç olarak elde edilen alternatif sıralamasında AHP ve TOPSIS yöntemiyle çözümde farklı sonuçlar alınmıştır.

Demir (2018) yaptığı tez çalışmasında A, B, C, D ve C-SUV sınıfına dahil olan, Türkiye'de satışı yapılmakta olan, sıfır, 2017 otomobil modelleri arasında TOPSIS, VIKOR ve MOORA yöntemlerini kullanarak en optimum seçimin gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ele alınan ölçütler; ortalama yakıt tüketimi, maksimum hız, silindir hacmi, güç, 0-100 km hızlanma, boş ağırlık, karbondioksit emisyonu, fiyat ve bagaj hacmi olmuştur. Kriter ağırlıklarının hesaplanması için rasgele seçilen 10 tüketici ile görüşülmüş ve yapılan değerlendirme sonucunun aritmetik ortalamaları ağırlık değerleri olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada otomobillerin teknik verilerini kullanarak TOPSIS, MOORA ve VIKOR yöntemi ile her sınıfa ait otomobiller için sıralama yapılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen sıralamalarda farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmasının daha etkili bir araştırma olabilmesi için daha büyük örneklemin olmasına ihtiyaç vardır. Aynı zamanda sayısal olarak gösterilmesi zor olan bazı kriterlerin de araştırma kapsamına alına bilinmesi için bulanık hesaplamalar yapılmaya ihtiyaç vardır.

Ballı ve arkadaşları (2007) PROMETHEE yöntemini kullanarak tüketiciler için en uygun otomobil modelini seçmeye yardımcı olan çalışma yapmışlar. Araştırmacılar sayısal modellenmesi zor olan ve yalnızca dilsel değerlerle ifade edile bilen kriterleri de araştırma kapsamına almak için bulanık küme yaklaşımı mantığını kullanmışlar. Çalışmada 7 ayrı otomobil alternatifi arasından seçim yapabilmek için 4 kriter; performans, fiyat, yakıt ve güvenlik ele alınmıştır. Bulanık verilerin de araştırmada kullanılması esneklik sağlamış ve uygulamadaki zorluklar ve karmaşıklıkları ortadan kaldırmaya yardımcı olmuştur. Uygulama sonucunda alınan verilere göre uygulamanın tutarlı olduğu kanaatine varılmıştır.

Yavaş ve arkadaşları (2014) otomobil seçme problemine çözüm önerisi olarak AHP ve ANP yaklaşımlarını kullanarak bir çalışma yapmışlar. Bu çalışmada önceden belirlenmiş olan kriterlerin ağırlıkları AHP-ANP yöntemi ile hesaplanmış, daha sonra ise AHP ve ANP yöntemi ile alınmış sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılacak kriterleri belirlemek için 8 farklı firmanın yetkili sahipleriyle görüşülmüştür. Tüketici istek ve beklentilerini belirlemek için anket formu

hazırlanmış ve bu anketler 40 katılımcı yardımıyla cevaplanmıştır. Kriter ağırlıklarını hesaplamak için anket cevaplarının geometrik ortalamalarını ikili karşılaştırmalar yaparak AHP ve ANP yöntemleri kullanılmıştır. Ana kriterler olarak; motor hacmi, donanım, fiyat, yakıt türü, şanzıman türü, satış sonrası hizmetler ve tasarım belirlenmiştir. Alt kriterler olarak ise 20 tane kriter belirlenmiştir. Uygulamada ANP yöntemine göre ilk 3 kriter; iç tasarım, güvenlik donanımı ve 1600cc motor hacmi olarak, AHP yöntemine göre ise ilk 3 kriter; donanım, tasarım ve yakıt türü olarak hesaplanmıştır.

Keleş (2019) yaptığı çalışmada 7 farklı otomobil markasının B segmentine ait olan modellerini incelemiştir. Bu çalışmada kullanılacak kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için Entropi yöntemi, alternatiflerin sıralamasını elde etmek için ise ELECTRE III yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan kriterlerin belirlenmesi için araştırmacı tarafından geniş literatür taraması ve otomobil satış görevlilerinin görüşleri alınarak bu doğrultuda karar verilmiştir. Kullanılan kriterler; fiyat, maksimum hız, 0-100 km. hızlanma süresi, motor gücü, CO₂ emisyonu, şehir içi yakıt tüketimi ve şehir dışı yakıt tüketimi olmuştur. Entropi yöntemi algoritmasını kullanarak kriter ağırlıkları hesaplandığında “Şehir içi yakıt tüketimi ” ve “Fiyat” kriterinin iki en önemli kriter olduğu ortaya çıkmıştır. En düşük önemli kriter ise “Maksimum hız” olmuştur. Bu araştırma otomobil seçimi için yapılmış çalışmalar içinde ELECTRE III yöntemi kullanılan ilk araştırma olmuştur.

Yavuz (2012) öğretmenlerin araba seçimine etki eden faktörlerin incelenmesi üzerine araştırma yapmıştır. Bu çalışmada yakıt, ikinci el piyasa durumu, performans, güvenlik, bakım masrafı, konfor-rahatlık, iç-bagaj hacmi ve vergi muayene masrafı olmak üzere 8 kriter belirlenmiştir. Alternatif olarak ise, A, B, C, D, MPV ve LCV olmakla, 6 farklı otomobil segmenti ele alınmıştır. Kriter ağırlıklarını hesaplamak için, 687 öğretmene anket uygulanmış ve elde edilen sonuçların geometrik ortalaması alınmıştır. Alternatiflerin karşılaştırılmasının yapılması için ise, uzman kişiler tarafından ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasından sonra en önemli kriterin “Yakıt”, en az öneme sahip kriterin ise “Vergi muayene masrafı” olduğu ortaya çıkmıştır. En önemli alternatif “A” segmenti otomobiller, en düşük öneme sahip alternatif ise “MPV” segmenti otomobiller olmuştur.

Danacı (2014) 4x4 arazi aracı seçimi için bir tez çalışması yapmıştır. Bu çalışmada yaşam boyu maliyet ve AHP yöntemini entegre şekilde kullanmıştır. Kriterlerin belirlenmesi için uzman görüşlerine baş vurulmuştur. Ana kriterler olarak; performans faktörleri, yaşam boyu maliyet, görsel faktörler ve çevresel faktörler belirlenmiştir. Çalışmada “Yaşam boyu maliyet” ana kriterinin diğer ana kriterlere kıyasla açık ara önde olduğu görülmektedir. Maliyet kriterinin ilk başda önemsiz olduğu, fakat yaşam boyu olarak ele alındığında ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Sıralama yapılması için çalışmada 5 alternatif ele alınmıştır.

Apak ve arkadaşları (2012) lüks otomobil seçimi yaparken dikkate alınan faktörlerin AHP yöntemini kullanarak hesaplanmasına ilişkin çalışma yapmışlar. Çalışmada gerekli faktörler belirlenmiş ve uzman kişilerin görüşleri AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ele alınan kriterler; kalite, güvenilirlik, teknoloji, marka imajı, rahatlık, performans ve fiyat olmuştur.

Kundakçı (2016) bir mermer şirketi için otomobil seçimine ilişkin çalışma yapmıştır. Karar kriterleri olarak; fiyat, yakıt tüketimi, güvenlik, marka imajı, satış sonrası servis, konfor, tasarım, motor gücü ve CO₂ emisyonu olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada MACBETH ve MULTİ-MOORA yöntemleri kombine şekilde kullanılmıştır.

Yıldız ve Ergül (2014) yaptıkları çalışmada bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak otomobil seçimi için öneri modeli sunmuşlar. Çalışmada kullanılan kriterler; motor gücü, yakıt tüketimi, satış sonrası servis, silindir hacmi, satış fiyatı, esneklik ve konfor literatür taraması ve otomobil almak isteyen kişilerin tercihleri birlikte değerlendirilerek belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları otomobil satın almak isteyen kişi ve 3 öğretim üyesinin katılımıyla belirlenmiştir. Tüketici en sonda 3 model arasından seçim yapmıştır.

Byun (2001) otomobil seçimi için AHP modelini kullanarak araştırma yaptı. Ana karar kriterleri; dış tasarım, kolaylık, performans, güvenilirlik, ekonomiklik, satıcı özellikleri ve garanti olarak seçilmiştir. Kriterler bayi yetkilileri ile görüşülerek ve otomobillerin resmi sitelerinden alınan bilgilere göre belirlendi. Çalışmada 39 alt kriter 3 alternatif araba modelinden birini seçmek için kullanılmıştır.

Yayla ve Yıldız (2013) aile otomobili satın alma modeli kurmak için bulanık ANP yöntemini kullanmışlar. Problemde kullanılan kriterler literatür taramasından ve

4 kişilik karar verici grubun yardımıyla elde edilmiştir. Buna göre performans, güvenlik, konfor, ekonomiklik ve satış sonrası hizmetler olmak üzere beş ana kriter belirlenmiştir. Çalışmada toplam 16 kriter 3 alternatif arasından seçim yapmak için kullanılmıştır. Araştırmada aile için otomobil almada en önemli kriterin motor gücü olduğu ortaya çıkmıştır.

Karahan ve Dinç (2015) AHP yöntemini kullanarak, bölgesel tercihlere uygun olan otomobil seçimi için araştırma yapmışlar. Araştırmada gerekli verileri toplamak için anket yöntemi kullanılmıştır. Diyarbakır ilinde yaşayan 120 otomobil sahibi olan kişiden veri toplanmıştır. Kriterleri belirlemek için literatür taramasından alınan bilgiler kullanılmıştır. Otomobil seçimi yapmak için kriterler; motor hacmi, kasa tipi, donanım, yakıt türü, ortalama yakıt tüketimi, marka tutkusu, satış sonrası hizmetler ve 5 alternatif; A, B, C, D ve E segmenti olmak üzere belirlenmiştir. Elde edilen sonuç bilgilere göre, ortalama yakıt tüketimi en önemli kriter iken, marka tutkusu ise en az öneme sahip kriter olmuştur.

Yi ve arkadaşları (2007) bulanık DEMATEL yöntemini üst sınıf araba modeli seçerken kriterlerin belirlenmesi için kullanmışlar. Çalışmada ana kriterler olarak; ekipman faktörleri, teknolojik faktörler, marka faktörleri, fiyat faktörleri, arabanın verdiği duygu faktörleri ve servis faktörleri, alt kriterler olarak ise; güvenlik cihazları, iç donanım, dış donanım, hırsızlığa karşı cihazlar, akıllı iletişim sistemi, global konumlandırma sistemi, ekstra ekipman, toplumsal değer, popülerlik, görüntü, fiyat, ödeme koşulları, kabin alanı, stil görünümü, rahatlık, moda stili, bakım noktaları ve bakım maliyeti ele alınmıştır. Kriterleri belirlemek için, literatür taraması ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada Lexus ve BMW markaları ele alınmıştır.

Bozdemir ve Yılmaz (2009) otomobil satın almak isteyen müşteriler için bir model geliştirmişler. Çalışmada Renault markasının 117 adet ürünü Visual Basic 6.0 bilgisayar programı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tüketicilere sorulan sorular temel alınarak yakıt türü, aracın gücü, yakıt tipi, fiyatı, konforu ve hızı gibi özellikler belirlenmiştir.

Yousefi ve Vencheh (2010) İran otomobil sektöründe AHP ve TOPSIS yöntemlerini entegre bir şekilde kullanarak otomobil seçim modeli geliştirdiler. Ana ve alt kriterleri ağırlıklandırmak için AHP, alternatifleri sıralamak için TOPSIS yöntemi, modelin verimliliğini hesaplamak için ise DEA yöntemi kullanıldı. Ana

kriterler; teknik özellikler, tasarım, üretici bilinirliği, kullanılabilirlik, ekonomiklik, müşteri memnuniyeti ve 18 tane alt kriter literatür taraması ve uzman görüşlerine baş vurularak elde edilmiştir. Araştırmada kullanılan alternatif araba markaları İranın yerli ürünleri ve toplum tarafından en çok beğenilen markalardan 9 tanesi seçilerek araştırmaya dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en önemli ana kriterler; teknik özellikler ve ekonomik faktörler, ayrıca en önemli alt kriterler sırasıyla; güvenlik, fiyat, yedek parça bulunabilirliği, otomobilde rahatlık ve esneklik olmuştur.

Maniya ve Bhatt (2011) otomotik yönlendirilebilen araç seçimi için AHP ve M-GRA yöntemlerini kullanmışlar. Bu çalışmada kullanılan kriterler; kontrol edilebilirlik, doğruluk, maliyet, çeşitlilik, güvenilirlik ve esneklik olmuştur.

Vrkljan ve Anaby (2011) yaptıkları çalışmada araç seçerken yaş ve cinsiyet açısından en fazla önemli olan faktörlerin istatistiksel metodlarla belirlemişler. Çalışmada ele alınan kriterler; depolama alanı, maksimum gidilen yol kapasitesi, güvenlik, fiyat, konfor, performans, tasarım ve güvenilirlik olmuştur. Kriterler Kanadada 18 yaş üstü rasgele seçilen 2002 kişi motorlu araç kullanan insanla telefon kullanılarak yapılan anket sonuçlarına göre belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, genç erkekler tarafından güvenlik kriteri diğer yaş gruplarına göre en az önemli olarak seçilmiştir, yaşlı kadınlar ise performans özelliğini diğer yaş gruplarına göre en önemli olduğunu belirttiler. Genel olarak ise güvenlik kriteri tüm yaş grupları tarafından en önemli özellik olarak seçildi.

Şişman ve Eleren (2013) ELECTRE ve GRİ İlişkisel Analiz yöntemlerini kullanarak en uygun otomobil seçimi için araştırma yapmışlar. Çalışmada kriterler olarak; fiyat, model yılı, yakıt tüketimi, motor gücü, bagaj kapasitesi, bugüne kadar kat edilmiş mesafe ve performans gibi nicel özellikler ve şanzıman tipi, yakıt sistemi ve reng tipi gibi nitel özellikler ele alınmıştır. Kriterlerin belirlenmesi için uzmanların, satıcıların, müşterilerin, teknisyenlerin görüşleri ve literatür taraması sonucunda ortak karar alınmıştır. Ele alınan alternatif araba markaları fiyatı 40000-70000 arası olan, sıfır yada ikinci el, motor hacmi 1400-1600 olan, sedan, benzin veya dizelle çalışma özellikleri olan modeller olmuştur.

Ulkhaq ve arkadaşları (2018) iki benzer ve bir birine yakın fiyata sahip markanı değerlendirmişler. Çalışmada 9 kriter; dış görünüm, kolaylık, performans, güvenlik,

fiyat, yakıt verimliliği, yeniden satış fiyatı, yedek parça garantisi ve bayi uzmanlar ve literatür taraması yardımıyla belirlenmiş ve AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra ise, TOPSIS yöntemi kullanılarak hangi marka arabanın diğerinden daha iyi olduğu saptanmıştır. AHP uygulandıktan sonra, dış görünüm kriterinin diğer kriterlerden daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Bircan ve arkadaşları (2017) Sivas ilinde faaliyet gösteren bir rent a car işletmesi için otomobil seçim modeli geliştirmişler. Çalışmada belirlenen kriterler AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış, VIKOR ve MOORA yöntemleri ile ise alternatif sıralaması yapılmıştır. Kriter ağırlıkları hesaplanırken şirketin satış yetkilileri olan kişilerle anket yapılarak değerler belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan kriterler; motor gücü, güvenlik, bagaj gücü, CO₂ emisyon değeri, fiyat, motor silindir hacmi, hava yastık sayısı, 0-100 km hızlanma, şehir içi yakıt tüketimi, şehir dışı yakıt tüketimi ve alternatif olarak 15 araç markası değerlendirilmeye alınmıştır. Elde edilen sonuca göre, rent a car firması, otomobil alırken CO₂ emisyon değeri, bagaj hacmi, hava yastığı sayısı ve fiyata daha çok dikkat etmektedir.

Chand ve Avikal (2015) hint otomobil pazarında bir araştırma yaparak, AHP yöntemini kullanarak, 6 farklı markanın hatchback modelleri arasında seçim önerisi modeli geliştirmişler. Alternatiflerin sıralanması için, yakıt tüketimi, marka, fiyat, tasarım, bakım maliyeti ve satış sonrası servis kriterleri kullanılmıştır. AHP ile kriter ağırlıklandırma işleminden çıkan sonuçlara göre en önemli kriter marka adı, en az öneme sahip kriter ise satış sonrası hizmet olmuştur.

Arıtan ve Akyüz (2015) tüketicilerin otomobil markası seçerken tercih davranışlarına ilişkin bir araştırma yapmışlar. Araştırmaya dahil edilmiş bir çok otomobil markası içinden tüketicilerde AUDİ, MERCEDES ve OPEL markasına en çok bağlılık olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda araştırma sonucunda kadın tüketicilerin almak istedikleri otomobil markasında herşeyden önce güvenlik, konfor ve kolay park edilebilirlik gibi özelliklerin olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Kadınların öncelikli olarak istedikleri özellikler karşılıklarına çıkan en küçük otomobilde varsa, o otomobili tercih ettikleri belirlenmiştir.

Christopher ve John (2014) AHP yöntemini kullanarak 9 araba modelini karşılaştırmışlar. Çalışmada alternatif sıralamasını yapmak için konfor, stil, yakıt ve

fiyat kriterleri kullanılmıştır. AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıklandırılması sonucu en önemli kriterin fiyat, en az öneme sahip kriterin ise yakıt olduğu ortaya çıkmıştır.

Sakthivel ve arkadaşları (2013) yaptıkları otomobil seçimine ilişkin çalışmada kriter ağırlıklarını hesaplamak için bulanık AHP, alternatif sıralamasını yapmak için ise GRİ ilişkisel analiz ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmışlar. Yapılan çalışmada tasarım, güvenlik, uygunluk, garanti, emisyonlar, bayi performans, ekonomiklik gibi karar kriterleri ve 5 otomobil markasını alternatif olarak ele almışlar.

Bu bölümde taşımacılık türleri, karayolu taşımacılığında kullanılan araçlar ele alınmış, otomotiv sektörünün Dünya’da ve Türkiye’de durumu incelenmiş, en sonda ise ÇKKV’nin otomotiv sektöründe uygulanmasına yönelik geniş literatür taraması yapılmıştır. Özellikle literatür taraması kısmı çalışmaya yön vermesi açısından önemli bir bölümdür. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise ÇKKV’nin taşımacılık sektöründe uygulanmasına ait problemin çözümü yer almaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AHP VE MOORA YÖNTEMİ İLE ARAÇ SEÇİMİ

Çalışmanın üçüncü bölümünde ÇKKV yöntemlerinden AHP ve MOORA yöntemleri ile taşımacılık sektöründe kullanılan 6 farklı kamyonet modelinin özelliklerine göre değerlendirme yapılarak en uygun aracın belirlenmesine yönelik uygulama yer almaktadır. Çalışmada bu sektörde var olan 10'dan fazla model arasından seçilmiş 6 araç modeli bu alanda uzman konumunda olan “İzmir Kamyoncular ve Kamyonetçiler Esnaf Odası” yetkili kişilerinin görüş ve önerileri üzerine güncel olarak en çok kullanılan modellerden seçilmiştir. Araştırmanın amacına uygun olarak çalışmada 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu (1983) uyarınca hazırlanan Karayolları Trafik Yönetmeliği (1997)’ne göre, kamyonet sınıfına ait olan, yani azami yükü 3.5 tonu geçmeyen kamyonet modelleri ele alınmıştır. Araştırmada kullanılan araç modelleri 2019’da üretilen ve yakıt türü dizel olan modellerdir. Bu araç modellerine ait olan teknik veriler kullanılarak şehir içi taşımacılıkta kullanılmak üzere, sıfır araç sahibi olmak isteyen işletmeler için araçların belirlenen kriterlere ve kriterlerin önem düzeylerine göre en uygundan en az uyguna doğru sıralaması yapılmıştır.

ÇKKV yöntemlerini kullanarak yapılan bir çalışmada, ilk yapılması gerekenler alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesidir. Her tüketicinin isteği ve talebi farklı olabileceği için, araştırmada ele alınan araç modelleri ve onların hangi özelliklerinin alternatif seçmede kullanılacağını belirlemek için literatür araştırması ve uzman görüşlerine baş vurulmuştur.

Ana kriterler

Performans (P): Performans; yük taşıma kapasitesi, beygir gücü, 0-100 km hızlanması, ortalama yakıt tüketimi, maksimum hız gibi özellikleri kapsıyor. Bir araç satın alınırken en çok dikkat edilmesi gereken özelliklerden biridir.

Ekonomiklik (E): Aracın maliyet yönlerini ifade etmektedir. Yani, aracın fiyatı, yedek parça değeri, masrafları gibi özelliklerini kapsar.

Donanım (D): Araçta olan güvenlik sistemi, konfor, aksesuar, teknolojik sistem gibi özellikleri içermektedir.

İmaj ve prestij (İ): Araç modellerinin tasarımı ve markası ile ilgili olan bir ölçüttür.

Alt Kriterler

Yük Taşıma Kapasitesi (P1): Taşımacılık sektöründe kullanılan benzer özelliklerde olan iki araç kıyaslandığı zaman yük taşıma kapasitesi yüksek olan araç tercih edilecektir. Eğer taşımacılık sektöründe kullanılacak bir araç iyi bir yük taşıma kapasitesine sahip değilse, ne kadar konforlu, teknolojik bir araç olsa da çok fazla tercih edilmeyecektir.

Ortalama Yakıt Tüketimi (P2): Tüm araç sınıflarında en çok dikkat edilen özelliklerden bir tanesidir. Bir aracın alış fiyatı düşük olabilir, ancak yakıt tüketimi fazlaysa uzun dönemde ekonomik açıdan doğru olmayan bir tercih olacaktır. Giderek artan akaryakıt fiyatları da bu özelliğin önemini daha da artırıyor.

Maksimum Hız (P3): Her ne kadar şehir içi taşımacılık yapan araçlar maksimum hıza ulaşmasa da önemli özelliklerden bir tanesidir. Çünkü, taşımacılık daima dinamik bir sektördür ve müşteriye iyi bir hizmet verilmesi için aracın hızlı olması gerekmektedir.

Alış Fiyatı (E1): Araç almada dikkate alınan en önemli özelliklerden bir tanesidir. Genellikle iyi bir kalitesi olan bir aracın fiyatı da yüksek olmaktadır. İki farklı araç modelinden aynı faydayı alan bir tüketici fiyatı düşük olan aracı tercih edecektir.

Yeniden Satış Değeri (E2): Elde olan aracı uygun fiyata satarak zarar etmemek her bir tüketicinin amacıdır. Bu bakımdan aracın yeniden satış değeri de önemli özelliklerden bir tanesidir. Bu çalışmada kullanılan ‘‘Yeniden Satış Değeri’’ ölçütü araçların hem yeniden satılabilirliğini, hem de yeniden satış fiyatını içermektedir.

Yedek Parça Değeri (E3): Taşımacılık işlerinde daima kullanım halinde olacak bir araçta yıpranma veya hasar görme durumları kaçınılmaz olacaktır. Böyle durumlarda aracın yedek parçalarının çabuk bulunabilirliği ve parçaların uygun fiyata olması önemli hale gelmektedir. Çalışmada kullanılan ‘‘Yedek Parça Değeri’’ kriteri araçların hem yedek parçalarının piyasada bulunabilirliğini hem de yedek parçaların maliyetini kapsamaktadır.

Güvenlik (D1): Araçlarda ekonomiklik, performans çok önemli kriterlerdir, ancak hem sürücü, hem de yolcuların güvenli şekilde yolculuk yapması en başta gelen

özelliktir. Çünkü, aracın güvenlik açısından zayıf donanıma sahip olması diğer özellikleri önemsiz kılmaktadır.

Kasa Genişliği (D2): Bir araç taşımacılık sektöründe kullanılacaksa onun en önemli özelliklerinden bir tanesi de kasa genişliğidir. Taşımacılık şirketleri kendi karını düşünerek filosunda geniş kasaya sahip araçlar bulundurmalıdır.

Teknolojik Donanım (D3): Modern araçlarda eski model araçlara kıyasla teknolojik bakımdan büyük ilerlemeler görülmektedir. Her geçen gün araçlara yeni bir teknolojik özellik eklenmektedir. Bir aracın rekabette avantaj kazanması için iyi bir teknolojik donanıma sahip olması gerekir.

Kabin Genişliği (D4): Özellikle dinamik bir iş ortamında sürücü ve diğer yolcuların rahat ve geniş bir kabine sahip araçla seyahat etmesi personel verimliliği açısından önemli olacaktır.

Konfor (D5): Herhangi bir sınıfa ait olan araç sahibi konforlu bir araca sahip olmak ister. Bu bakımdan konfor özelliği de araştırmaya dahil edilmiştir.

Marka (İ1): Araç satın alırken tüketicilerin en çok dikkat ettiği özelliklerden bir tanesi de aracın markasıdır. Çünkü, bazı tüketiciler “marka bağımlılığı” sebebiyle fiyat ve diğer özelliklere fazla dikkat etmeden sürekli olarak aynı markanın ürünlerini satın almayı tercih ederler.

Dış Tasarım (İ2): Bir aracın tüketicilerin dikkatini çekebilmesi için dış tasarımının da doğru bir şekilde tasarlanması gerekir. Bu bakımdan dış tasarım özelliği önemli özelliklerden bir tanesidir.

İç Tasarım (İ3): Sürücüler araç içinde daha çok zaman geçirdiği için iç tasarıma önem vermektedir.

Araştırmada alternatifleri karşılaştırmak için kullanılan kriterlerin önem ağırlıklarını hesaplamak için AHP yöntemi, alternatif sıralamasını yapıp en uygun araç modelini belirlemek için ise MOORA yöntemi kullanılmıştır.

Aşağıdaki Tablo 10.'da uygulamada kullanılacak olan ana kriterler, ana kriterlerin alt kriterleri ve alt kriterlerin ölçü birimleri gösterilmiştir.

Tablo 10: Ana ve Alt Kriterler

Ana kriterler	Alt Kriterler	Birim
Performans (P)	(P1) Yük Taşıma Kapasitesi	kg
	(P2) Ortalama Yakıt Tüketimi	lt/100km
	(P3) Maksimum Hız	km/saat
Ekonomiklik (E)	(E1) Alış Fiyatı	TL
	(E2) Yeniden Satış Değeri	-
	(E3) Yedek Parça Değeri	-
Donanım (D)	(D1) Güvenlik	-
	(D2) Kasa Genişliği	mm ²
	(D3) Teknolojik Donanım	-
	(D4) Kabin Genişliği	mm
	(D5) Konfor	-
İmaj ve prestij (İ)	(İ1) Marka	-
	(İ2) Dış Tasarım	-
	(İ3) İç Tasarım	-

Tablo 11.'de çalışmada kullanılacak olan araç modelleri ve her modelin teknik özellikleri gösterilmiştir.

Araç modellerinin özelliklerinden yük taşıma kapasitesi, ortalama yakıt tüketimi, maksimum hız, alış fiyatı, kasa genişliği ve kabin genişliği verileri araçların resmi sitelerinden alınmıştır. Güvenlik, marka, i tasarım, yeniden satış değeri, dış tasarım, konfor, teknolojik donanım, yedek parça değeri özelliklerini ise sayısal olarak ifade etmek için uzmanlar tarafından cevaplanması için anket hazırlanmış, uzman görüşlerine göre 1-5 arası puanlama yapılarak elde edilmiştir. Elde edilen verilerin aritmetik ortalaması nihai özellik değerleri olarak ele alınmıştır.

Tablo 11. Araştırma için Belirlenen Araç Modelleri ve Onların Özellikleri

Kriterler	Ford Transit 350M	Fait Ducato 3250M	Mercedes Sprinter Medium	Kia Bongo	İsuzu N-Wide	Renault Master L2
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
P1	1286	1315	1455	1496	1448	1647
P2	8,7	7,3	8,9	9,9	9	8,1
P3	179	156	120	150	120	120
E1	170000	162200	190000	122900	197237	173000
E2	4,14	2,14	3	2,43	3,86	2,64
E3	1,79	1,93	2,64	2,43	1,57	1,29
D1	4	2,79	4,79	2,50	3,21	2,79
D2	7001026	7143500	7703080	5069300	6823145	6590880
D3	3,79	2,71	4,64	2,43	3,29	3,5
D4	2098	2050	2020	1740	2040	2070
D5	3,93	2,93	4,86	3,14	3,14	3,14
İ1	4,29	3,07	4,93	2,79	3,21	3,14
İ2	4,57	3,71	4,5	2,93	4,07	3,93
İ3	3,93	3	4,71	3,14	3,43	3,64

3.1. AHP YÖNTEMİNİ KULLANARAK KRİTER AĞIRLIKLARININ HESAPLANMASI

Uygulamanın yapılması için “İzmir Kamyoncular ve Kamyonetçiler Esnaf Odası” yetkili kişilerinden uzman konumunda olan 7 kişi ile görüşme yapılarak AHP yöntemi ile kriter ağırlıklandırma işlemini yapmak için anket çalışması uygulanmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için uzmanların ortak kararı doğrultusunda T. Saaty’nin geliştirdiği 1-9 aralığında karşılıklı puanlandırma işlemi yapılmıştır. İkili karşılaştırma işlemi hem ana kriterler arasında, hem de ana kriterlere ait olan alt kriterler arasında yapılmıştır.

Uzmanlar tarafından kriterlere puanlar verildikten sonra bu puan değerleri kullanılarak hem ana kriterlerin, hem de alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanmıştır. Daha sonra bu matrislere normalizasyon işlemi yapılmıştır. Ardından kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve ilk oluşturulan matrislerin tutarlı olup olmadığını belirlemek için tutarlılık analizi yapılması ile ağırlıklandırma işlemi bitmiştir. En sonda ise, bütünsel ağırlıklar hesaplanmıştır.

3.1.1. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Aşağıda değerlendirilme sonucunda ortaya çıkmış ana kriterlerin ve onların alt kriterlerinin ikili karşılaştırılma matrisleri verilmiştir.

Tablo 12. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması Matrisi

Kriterler	P	E	D	İ
P	1	0,33	3,00	5,00
E	3,00	1	7,00	9,00
D	0,33	0,14	1	3,00
İ	0,20	0,11	0,33	1

Tablo 13. Performans Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	P1	P2	P3
P1	1	3,00	9,00
P2	0,33	1	7,00
P3	0,11	0,14	1

Tablo 14. Ekonomiklik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	E1	E2	E3
E1	1	3,00	5,00
E2	0,33	1	2,00
E3	0,20	0,50	1

Tablo 15. Donanım Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	3,00	5,00	7,00	7,00
D2	0,33	1	3,00	5,00	5,00
D3	0,20	0,33	1	3	3,00
D4	0,14	0,20	0,33	1	1,00
D5	0,14	0,20	0,33	1,00	1

Tablo 16. İmaj ve Prestij Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	İ1	İ2	İ3
İ1	1	3,00	5,00
İ2	0,33	1	2,00
İ3	0,20	0,50	1

3.1.2. Matrislerin Normalize Edilmesi

Ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırılması yapıldıktan sonraki aşamada elde edilen matrisler normalize edilir. Normalize etme işlemi kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması için yapılır. Kriterlerin normalize edilmiş değerlerinin aritmetik ortalaması kriterlerin ağırlık değerini verir. Matristeki her hücre değeri uygun sütunların toplamına bölünerek yeni bir matris elde edilir. Bununla da normalleştirilmiş matris elde edilir.

Tablo 17. Ana Kriterler Matrisinin Normalleştirilmesi Öncesi Matrisi

Kriterler	P	E	D	İ
P	1	0,33	3,00	5,00
E	3,00	1	7,00	9,00
D	0,33	0,14	1	3,00
İ	0,20	0,11	0,33	1
Toplam	4,53	1,59	11,33	18

Tablo 18. Ana Kriterler Matrisinin Normalleştirilme İşlemi

Kriterler	P	E	D	İ
P	$1/4,53=0,22$	$0,33/1,59=0,21$	$3,00/11,33=0,26$	$5,00/18=0,28$
E	$3/4,53=0,66$	$1/1,59=0,63$	$7,00/11,33=0,62$	$9,00/18=0,5$
D	$0,33/4,53=0,07$	$0,14/1,59=0,09$	$1/11,33=0,09$	$3,00/18=0,17$
İ	$0,20/4,53=0,04$	$0,11/1,59=0,07$	$0,33/11,33=0,03$	$1/18=0,06$
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00

Diğer alt kriterlerin matrisleri de aynı şekilde normalize edilir.

Tablo 19. Performans Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası

Normalleştirme Öncesi			
Kriterler	P1	P2	P3
P1	1	3,00	9,00
P2	0,33	1	7,00
P3	0,11	0,14	1
Toplam	1,44	4,14	17,00

Normalleştirme Sonrası			
Kriterler	P1	P2	P3
P1	0,69	0,72	0,53
P2	0,23	0,24	0,41
P3	0,08	0,03	0,06
Toplam	1,00	1,00	1,00

Tablo 20. Ekonomiklik Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası

Normalleştirme Öncesi			
Kriterler	E1	E2	E3
E1	1	3,00	5,00
E2	0,33	1	2,00
E3	0,20	0,50	1
Toplam	1,53	4,50	8,00

Normalleştirme Sonrası			
Kriterler	E1	E2	E3
E1	0,65	0,67	0,63
E2	0,22	0,22	0,25
E3	0,13	0,11	0,13
Toplam	1,00	1,00	1,00

Tablo 21. Donanım Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası

Normalleştirme Öncesi					
Kriterler	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	3,00	5,00	7,00	7,00
D2	0,33	1	3,00	5,00	5,00
D3	0,20	0,33	1	3	3,00
D4	0,14	0,20	0,33	1	1,00
D5	0,14	0,20	0,33	1,00	1
Toplam	1,82	4,73	9,67	17	17

Normalleştirme Sonrası					
Kriterler	D1	D2	D3	D4	D5
D1	0,55	0,63	0,52	0,41	0,41
D2	0,18	0,21	0,31	0,29	0,29
D3	0,11	0,07	0,10	0,18	0,18
D4	0,08	0,04	0,03	0,06	0,06
D5	0,08	0,04	0,03	0,06	0,06
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 22. İmaj ve Prestij Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Normalizasyondan Önce ve Sonrası

Normalleştirme Öncesi			
Kriterler	İ1	İ2	İ3
İ1	1	3,00	5,00
İ2	0,33	1	2,00
İ3	0,20	0,50	1
Toplam	1,53	4,50	8

Normalleştirme Sonrası			
Kriterler	İ1	İ2	İ3
İ1	0,65	0,67	0,63
İ2	0,22	0,22	0,25
İ3	0,13	0,11	0,13
Toplam	1,00	1,00	1,00

3.1.3. Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriterlere ait matrislerin normalizasyon işlemi yapıldıktan sonra kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanır. Bunun için normalize edilmiş matristeki kriterlerin satır değerlerinin aritmetik ortalaması bulunur. Bununla da kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Aşağıdaki Tablo 23. ve Tablo 24. ana kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması işlemini göstermektedir.

Tablo 23. Ana Kriterlerin Normalleştirilmiş Matrisi

Kriterler	P	E	D	İ
P	0,22	0,21	0,26	0,28
E	0,66	0,63	0,62	0,5
D	0,07	0,09	0,09	0,17
İ	0,44	0,07	0,03	0,06
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 24. Ana Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması İşlemi

Kriterler	Ortalama Alınma İşlemi	Önem ağırlığı
P	$(0,22+0,21+0,26+0,28)/4=0,243$	0,243
E	$(0,66+0,63+0,62+0,5)/4=0,602$	0,602
D	$(0,07+0,09+0,09+0,17)/4=0,105$	0,105
İ	$(0,44+0,07+0,03+0,06)/4=0,050$	0,050

Ana kriterlerin alt kriterlerinin önem ağırlıklarının hesaplanması da aynı şekilde yapılarak önem ağırlıkları bulunur. Aşağıdaki Tablo 25.'te alt kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplandıktan sonraki değerleri gösterilmektedir.

Tablo 25. Ana Kriterlerin Alt Kriterlerinin Önem Ağırlıkları Matrisleri

Performans Ana Kriterinin Alt Kriterleri	
P1	0,649
P2	0,295
P3	0,056

Ekonomiklik Ana Kriterinin Alt Kriterleri	
E1	0,648
E2	0,230
E3	0,122

Donanım Ana Kriterinin Alt Kriterleri	
D1	0,504
D2	0,259
D3	0,127
D4	0,055
D5	0,055

İmaj ve Prestij Ana Kriterinin Alt Kriterleri	
İ1	0,648
İ2	0,230
İ3	0,122

3.1.4. Kriterlerin Tutarlılık Analizleri

Kriterlerin ağırlandırma işlemi yapıldıktan sonra matrisin tutarlı olup olmadığı araştırılır. Bunun için tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Ana kriterlerin tutarlılık oranının hesaplanması için denklem (3), tutarlılık indeksinin hesaplanması için denklem (4), matrisin ortalama nispi ağırlığını gösteren λ_{maks} 'ın hesaplanması için ise denklem (5) kullanılmıştır.

Aşağıdaki Tablo 26.'da ana kriterlerin ağırlıklarının tutarlılık oranının hesaplanması işlemi gösterilmektedir.

Tablo 26. Ana Kriterlerin Ağırlıklarının Tutarlılık Oranının Hesaplanması

M					W		M x W
Kriterler	P	E	D	İ			
P	1	0,33	3,00	5,00	x	0,243	1,007
E	3,00	1	7,00	9,00		0,602	2,512
D	0,33	0,14	1	3,00		0,105	0,421
İ	0,20	0,11	0,33	1		0,050	0,200

(M x W)/w

4,138
4,171
4,025
4,023

$$\lambda_{max} = (4,138+4,171+4,025+4,023)/4=4,089$$

$$TI = (\lambda_{max}-n)/(n-1) \quad TI=(4,089-4)/(4-1)= 0,030$$

$$TO = TI / RTI \quad TO=0,030/0,9=0,033$$

Ana kriterler için oluşturulan karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı 0,033 çıkmıştır. Bu değer 0,10 dan küçük olduğu için bu matris tutarlı sayılmaktadır.

Aynı şekilde ana kriterlerin alt kriterleri için hazırlanan matrislerin tutarlılık oranları aşağıda gösterilmiştir:

Performans ana kriteri için : $TO=0,070$

Ekonomiklik ana kriteri için : $TO=0,003$

Donanım ana kriteri için : $TO=0,031$

İmaj ve Prestij ana kriteri için : $TO=0,003$

Ana kriterlerin alt kriterleri için hazırlanan matrisler de 0,1 den küçük oldukları için tutarlı hesap edilebilir.

3.1.5. Bütünsel Ağırlıkların Hesaplanması

Ana ve alt kriterlerin önem ağırlıkları hesaplandıktan ve tutarlılık analizleri de yapıldıktan sonra kriterlerin bütünsel ağırlıkları hesaplanır. Bu işlem ana kriterin önem ağırlığı uygun alt kriterin önem ağırlığı ile çarpılarak yapılır. Aşağıdaki Tablo 27.'de kriterlerin bütünsel ağırlıklarının hesaplanması işlemi ve sonucu gösterilmektedir.

Tablo 27. Bütünsel Ağırlıkların Hesaplanması Sonuçları

Ana Kriter	Ana Kriterin Önem Ağırlığı	Alt Kriter	Alt Kriterlerin Önem Ağırlıkları	Çarpma İşlemi	Bütünsel Ağırlıklar
P	0,243	P1	0,649	$0,243 \times 0,649 = 0,158$	0,158
		P2	0,295	$0,243 \times 0,295 = 0,072$	0,072
		P3	0,056	$0,243 \times 0,056 = 0,014$	0,014
E	0,602	E1	0,648	$0,602 \times 0,648 = 0,390$	0,39
		E2	0,230	$0,602 \times 0,230 = 0,139$	0,139
		E3	0,122	$0,602 \times 0,122 = 0,073$	0,073
D	0,105	D1	0,504	$0,105 \times 0,504 = 0,053$	0,053
		D2	0,259	$0,105 \times 0,259 = 0,027$	0,027
		D3	0,127	$0,105 \times 0,127 = 0,013$	0,013
		D4	0,055	$0,105 \times 0,055 = 0,006$	0,006

		D5	0,055	$0,105 \times 0,055 = 0,006$	0,006
İ	0,05	İ1	0,648	$0,05 \times 0,648 = 0,032$	0,032
		İ2	0,230	$0,05 \times 0,230 = 0,011$	0,011
		İ3	0,122	$0,05 \times 0,122 = 0,006$	0,006

Ana kriterlerden en önemli kriter ekonomiklik, 2. önemli kriter performans, 3. önemli kriter donanım, en az öneme sahip kriter ise imaj ve prestij kriteri olmuştur. Bütünsel ağırlıklar hesaplandıktan sonra en önemli kriterin alış fiyatı kriteri olmuştur. Diğer kriterlere kıyasla diğer daha önemli kriterler ortalama yakıt tüketimi ve yeniden satış değeri kriterleri olmuştur. Daha az öneme sahip kriterler ise, maksimum hız, iç tasarım, dış tasarım, konfor, kabin genişliği, teknolojik donanım kriterleri olmuştur.

3.2. MOORA YÖNTEMİNİ KULLANARAK ALTERNATİFLERİN SİRALAMASININ YAPILMASI

Bu çalışmada alternatif araç modellerini karşılaştırmak ve en uygun modeli bulmak için MOORA yöntemi kullanılmıştır. MOORA yöntemini kullanarak mevcut problemin çözüm işlemleri aşağıdaki adımlarda gösterilmektedir.

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması:

Kriterlerden ortalama yakıt tüketimi, alış fiyatı ve yedek parça değeri minimum; geriye kalan kriterler ise maksimum olarak değerlendirilmiştir. Karar matrisi değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 28. Karar Matrisi

Kriterler	Maks-Min	Ford Transit 350M	Fait Ducato 3250M	Mercedes Sprinter Medium	Kia Bongo	İsuzu N-Wide	Renault Master L2
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
P1	maks	1286	1315	1455	1496	1448	1647
P2	min	8,7	7,3	8,9	9,9	9	8,1
P3	maks	179	156	120	150	120	120
E1	min	170000	162200	190000	122900	197237	173000
E2	maks	4,14	2,14	3	2,43	3,86	2,64
E3	min	1,79	1,93	2,64	2,43	1,57	1,29
D1	maks	4	2,79	4,79	2,50	3,21	2,79
D2	maks	7001026	7143500	7703080	5069300	6823145	6590880
D3	maks	3,79	2,71	4,64	2,43	3,29	3,5
D4	maks	2098	2050	2020	1740	2040	2070
D5	maks	3,93	2,93	4,86	3,14	3,14	3,14
İ1	maks	4,29	3,07	4,93	2,79	3,21	3,14
İ2	maks	4,57	3,71	4,5	2,93	4,07	3,93
İ3	maks	3,93	3	4,71	3,14	3,43	3,64

2. Adım: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması:

Bu adımda birinci matristeki verileri kullanarak kareler ve karekökler matrisi oluşturulur. MOORA yöntemi ile normalizasyon işlemini yapmak için denklem (12) kullanılır. Her bir değerin karesi alınarak yeni matrise girilir ve kareler toplamı ve kareler toplamının karekökü hesaplanır. Alternatif özellikleri matrisinin karelere

toplamının karekökünün hesaplanması işlemi Ek-1. ve Ek-2. matrislerinde gösterilmiştir.

Daha sonra karar matrisindeki her bir değer uygun karalar toplamının karekökü değerine bölünerek normalizasyon işlemi yapılır. Bu işlem Ek-3.'te gösterilmiştir. Normalizasyon işlemi sonrası ortaya çıkan değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 29. Normalize Değerleri Tablosu

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam
P1	0,363	0,371	0,411	0,422	0,409	0,465	2,441
P2	0,409	0,343	0,418	0,465	0,423	0,381	2,439
P3	0,512	0,446	0,343	0,429	0,343	0,343	2,418
E1	0,406	0,387	0,454	0,294	0,471	0,413	2,425
E2	0,541	0,280	0,392	0,318	0,505	0,345	2,381
E3	0,366	0,395	0,540	0,497	0,321	0,264	2,381
D1	0,474	0,331	0,568	0,297	0,381	0,331	2,382
D2	0,422	0,431	0,464	0,306	0,411	0,397	2,432
D3	0,446	0,319	0,546	0,286	0,387	0,412	2,396
D4	0,427	0,417	0,411	0,354	0,415	0,421	2,445
D5	0,447	0,333	0,553	0,357	0,357	0,357	2,406
İ1	0,479	0,343	0,551	0,312	0,359	0,351	2,395
İ2	0,468	0,380	0,460	0,300	0,416	0,402	2,426
İ3	0,435	0,332	0,522	0,348	0,380	0,403	2,420

3.2.1. MOORA Oran Yöntemi ile Sıralama

Oran yöntemi ile alternatif sıralaması yapmak için normalize edilmiş değerler tablosu ve her kriterin önem ağırlığı değeri kullanılacaktır. MOORA Oran yöntemi ile sıralama yapmak için öncelikle denklem (13) kullanılır. Normalize edilmiş değerler uygun kriter değerleri ile çarpıldıktan sonra her alternatifin uygun maksimum değerlerinin toplamından minimum değerlerinin toplamı çıkarılır. Ortaya çıkan değerler kullanılarak büyükten küçüğe doğru alternatif sıralaması yapılır. Bu işlemin sonucu ve nihai alternatif sıralaması Tablo 31.'de gösterilmiştir.

Normalize edilmiş değerlerin uygun kriter ağırlıkları ile çarpma işlemi Ek-4.'te gösterilmiştir.

Eğer araştırmada kriterlerin önem ağırlıkları dikkate alınmamış olsaydı, bu yöntemi kullanırken önem ağırlıkları hesaba katılmadan aynı işlemlerle çözüme ulaşılabaktı.

Tablo 30. MOORA Oran Yöntemi İle Sıralama Öncesi Matrisi

Kriterler	Maks-Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Kriter Ağırlıkları
P1	maks	0,058	0,059	0,066	0,068	0,065	0,074	0,16
P2	min	0,029	0,024	0,029	0,033	0,030	0,027	0,07
P3	maks	0,005	0,004	0,003	0,004	0,003	0,003	0,01
E1	min	0,158	0,151	0,177	0,114	0,184	0,161	0,39
E2	maks	0,076	0,039	0,055	0,044	0,071	0,048	0,14
E3	min	0,026	0,028	0,038	0,035	0,022	0,018	0,07
D1	maks	0,024	0,017	0,028	0,015	0,019	0,017	0,05
D2	maks	0,013	0,013	0,014	0,009	0,012	0,012	0,03
D3	maks	0,004	0,003	0,005	0,003	0,004	0,004	0,01
D4	maks	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,01
D5	maks	0,004	0,003	0,006	0,004	0,004	0,004	0,01
İ1	maks	0,014	0,010	0,017	0,009	0,011	0,011	0,03
İ2	maks	0,005	0,004	0,005	0,003	0,004	0,004	0,01
İ3	maks	0,004	0,003	0,005	0,003	0,004	0,004	0,01
İşlem Sonucu		-0,001	-0,042	-0,036	-0,016	-0,035	-0,021	

Normalize edilmiş değerler uygun kriter önem ağırlığı değerleri ile çarpıldıktan sonra her alternatifin uygun maksimum değerlerinin toplamından minimum değerlerinin toplamının çıkarılması işleminin sonucu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Alternatiflerin en uygun olandan en az uygun olana doğru sıralama yapmak için ortaya çıkan değerleri kullanarak büyükten küçüğe doğru sıralama yapılır. MOORA Oran yöntemi ile alternatiflerin en uygun olandan en az uygun olana doğru nihai sıralamasının yapılması için hesaplanan değerler ve alternatiflerin sıralaması Tablo 31.'de gösterilmiştir.

Tablo 31. Oran Yöntemi Sonuç Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
İşlem Sonucu	-0,001	-0,042	-0,036	-0,016	-0,035	-0,021
Sıralama	1	6	5	2	4	3

MOORA Oran Yöntemi ile yapılan uygulamada en iyi performans göstermiş kamyonet modeli Ford Transit 350M modeli, 2.sırada Kia Bongo, 3.sırada Renault Master L2, 4.sırada Isuzu N-Wide, 5. sırada Mercedes Sprinter Medium modeli kararlaştırılmış, en zayıf performansı ise Fiat Ducato 3250M modeli göstermiştir.

3.2.2. MOORA Referans Noktası Yöntemi İle Sıralama

Referans Noktası Yöntemi ile sıralama yapmak için birinci aşamada Oran Yöntemi'nde olduğu gibi, normalize edilmiş değerlerle uygun kriter önem ağırlığı değerleri çarpılır. Araştırmada kriterlerin önem ağırlıkları da hesaba katıldığı için AHP ile elde edilen önem kriter değerleri de kullanılır. Eğer kriterlerin önem ağırlıkları olmasaydı, bu yöntemle çözüme ulaşmak için ağırlık değerleri hesaba katılmadan aynı işlemler yapılacaktı. Daha sonra kriterin minimum veya maksimum olmasına göre referans noktaları belirlenir. Her maksimum olarak ele alınan kriterin MOORA yöntemi ile normalize edilmiş değerinin uygun kriter ağırlığı ile çarpımı sonucu elde edilmiş değerlerden maksimum olan değeri, minimum olarak ele alınan kriterlerin ise MOORA yöntemi ile normalize edilmiş değerinin uygun kriter ağırlığı ile çarpımı sonucu elde edilmiş değerlerden minimum olan değeri referans noktası olarak belirlenir. Bu işlem denklem (14)'te gösterilmiştir. Bu yöntemdeki amaç en iyi

kriterlerin temel referans noktası olarak ele alınmasıdır. Aşağıdaki tabloda Referans Noktası yöntemi ile çözüme ulaşmak için birinci aşama işlemleri gösterilmektedir.

Tablo 32. Referans Noktası Yöntemi 1. Aşama

Kriterler	Max-Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Referans Noktaları
P1	maks	0,058	0,059	0,066	0,068	0,065	0,074	0,074
P2	min	0,029	0,024	0,029	0,033	0,030	0,027	0,024
P3	maks	0,005	0,004	0,003	0,004	0,003	0,003	0,005
E1	min	0,158	0,151	0,177	0,114	0,184	0,161	0,114
E2	maks	0,076	0,039	0,055	0,044	0,071	0,048	0,076
E3	min	0,026	0,028	0,038	0,035	0,022	0,018	0,018
D1	maks	0,024	0,017	0,028	0,015	0,019	0,017	0,028
D2	maks	0,013	0,013	0,014	0,009	0,012	0,012	0,014
D3	maks	0,004	0,003	0,005	0,003	0,004	0,004	0,005
D4	maks	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
D5	maks	0,004	0,003	0,006	0,004	0,004	0,004	0,006
İ1	maks	0,014	0,010	0,017	0,009	0,011	0,011	0,017
İ2	maks	0,005	0,004	0,005	0,003	0,004	0,004	0,005
İ3	maks	0,004	0,003	0,005	0,003	0,004	0,004	0,005

Referans Noktası Yöntemi'nin ikinci aşamasında denklem (15)'te gösterildiği gibi normalize edilmiş değerler ile kriter önem ağırlıkları değerlerinin çarpımından alınan değerlerden referans noktası değerleri çıkılarak mutlak değerler bulunur. Bu işlem Ek-5.'de gösterilmiştir.

Daha sonra sütunlarda yerleşen her alternatife ait en büyük değer seçilir. Bu seçilmiş değerlerden en küçük olanı referans noktasına en yakın olduğu için en iyi performans; en büyük olan ise referans noktasına en uzak değer olduğu için en kötü performans olarak belirlenir.

Tablo 33. Referans Noktası Yöntemi 2. Aşama

Kriterler	Max-Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6
P1	maks	0,016	0,015	0,008	0,006	0,009	0,000
P2	min	0,005	0,000	0,005	0,009	0,006	0,003
P3	maks	0,000	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
E1	min	0,044	0,037	0,063	0,000	0,070	0,047
E2	maks	0,000	0,037	0,021	0,032	0,005	0,028
E3	min	0,008	0,010	0,020	0,017	0,004	0,000
D1	maks	0,004	0,011	0,000	0,013	0,009	0,011
D2	maks	0,015	0,015	0,014	0,019	0,016	0,016
D3	maks	0,001	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001
D4	maks	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D5	maks	0,002	0,003	0,000	0,002	0,002	0,002
İ1	maks	0,003	0,007	0,000	0,008	0,006	0,006
İ2	maks	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001
İ3	maks	0,001	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001
Makslar		0,044	0,037	0,063	0,032	0,070	0,047

Alternatiflerin en uygun olandan en az uygun olana doğru sıralama yapmak için yukardaki işlemlerin sonucu ortaya çıkan değerler minimumdan maksimuma doğru sıralanır. Tablo 34.'te Referans Noktası yöntemi ile alternatiflerin en uygun olandan en az uygun olana doğru sıralamasını yapmak için elde edilen nihai değerler ve alternatiflerin sıralaması gösterilmektedir.

Tablo 34. Referans Noktası Yöntemi Sonuç Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Makslar	0,044	0,037	0,063	0,032	0,070	0,047
Sıralama	3	2	5	1	6	4

Referans Noktası Yöntemi ile performans ölçümü sonuçlarına göre en iyi performansı gösteren model Kia Bongo, 2. sırada Fiat Ducato 3250M, 3. sırada Ford Transit 350M, 4. sırada Renault Master L2, 5. Sırada Mercedes Benz Transit Medium, sonuncu sırada ise İsuзу N-Wide modeli olmuştur.

3.2.3. Tam Çarpım Formu Yöntemi İle Sıralama

Bu yöntemde her alternatife ait maksimize edilmek istenen kriter değerleri ile minimize edilmek istenen kriter değerleri seçilir. Daha sonra denklem (18) ve (19)'da gösterildiği gibi her alternatifin uygun maksimize edilmek istenen kriter değerlerinin çarpımı minimize edilmek istenen kriter değerlerinin çarpımına bölünür. Bu işlem Ek-6.'da gösterilmiştir.

Ortaya çıkan rakamlar büyükten küçüğe doğru sıralanarak hangi alternatiflerin daha iyi performans gösterdikleri ortaya çıkar. Tablo 35.'te MOORA Tam Çarpım Formu yöntemi ile alternatiflerin en uygundan en az uygun olana doğru nihai sıralamanı yapmak için hesaplanan değerler ve sıralama gösterilmektedir.

Tablo 35. Tam Çarpım Formu Yöntemi ile Sıralama

Alternatifler	Yöntem Sonucu	Sıralama
K1	24.271.583.129.108,10	1
K2	2.129.475.608.657,41	5
K3	20.606.481.366.696,10	2
K4	796.545.188.918,28	6
K5	4.977.892.008.343,48	4
K6	5.423.718.833.643,40	3

Tam Çarpım Formu Yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, en iyi performans gösteren model Ford Transit 350M, 2. sırada Mercedes Benz Medium, 3. sırada Renault Master L2, 4. sırada İsuзу N-Wide, 5. sırada Fiat Ducato 3250M, son sırada ise Kia Bongo modeli olmuştur.

3.2.4. Multi-MOORA Yöntemi İle Sıralama

Aşağıdaki tabloda Oran Yöntemi, Referans Noktası Yöntemi ve Tam çarpım Formu Yöntemi ile elde edilen sonuçların özeti ve son olarak bu yöntemlerin sentezi ile elde edilen Multi-MOORA Yöntemi ile elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 36. Multi-MOORA Analizi ile Elde Edilen Sonuçlar

Kamyonet Modelleri	Oran Yöntemi Sıralama	Referans Noktası Sıralama	Tam Çarpım Sıralama	Multi-MOORA Sıralama
Ford Transit 350M	1	3	1	1
Fiat Ducato 3250M	6	2	5	6
Mercedes Sprinter Medium	5	5	2	5
Kia Bongo	2	1	6	2
İsuzu N-Wide	4	6	4	4
Renault Master L2	3	4	3	3

Sırasıyla Oran Yöntemi, Referans Noktası ve Tam Çarpım Formu yöntemleri ile çözüm sonuçlarına göre; Ford Transit 350M modelinin sıralaması (1, 3, 1), Fiat Ducato 3250M modelinin sıralaması (6, 2, 5), Mercedes Sprinter Medium modelinin sıralaması (5, 5, 2) Kia Bongo modelinin sıralaması (2, 1, 6), İsuzu N-Wide modelinin sıralaması (4, 6, 4), Renault Master L2 modelinin sıralaması (3, 4, 3) şeklindedir.

Multi-MOORA ile sıralama yapıldığı zaman genel baskınlık kuralına göre Ford Transit 350M modeli (1, 3, 1) sıralama ile diğer markalara baskın olduğu için 1. sırada kararlaştırılmıştır. Renault Master L2 modeli (3, 4, 3) sıralama ile kısmi kararlılık kuralına göre 3. sırada, İsuzu N-Wide modeli (4, 6, 4) sıralama ile kısmi kararlılık kuralına göre 4. sırada, Mercedes Sprinter Medium modeli (5, 5, 2) sıralama ile 5. sırada, Kia Bongo modeli devingen mantık kuralına göre 2. sırada, Fiat Ducato 3250M modeli ise devingen mantık kuralına göre 6. sırada kabul edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ana amacı ÇKKV yöntemlerini kullanarak şehir içi taşımacılıkta kullanılacak araç satın almak isteyen tüketiciler için araçların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma sunmak olan tez çalışması kapsamında şehir içi taşımacılıkta kullanılan araç modellerinin değerlendirilmesi problemi AHP ve MOORA yöntemlerini kullanarak çözüme ulaşılmıştır.

AHP yöntemi ile şehir içi taşımacılıkta kullanılacak araç modellerinin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterlerin önem ağırlığı değerlerini belirlemek için yapılan anket sonuçlarına göre en önemli ana kriter “Ekonomiklik” kriteri, ikinci en önemli ana kriter “Performans” kriteri, üçüncü en önemli ana kriter “Donanım” kriteri, en az öneme sahip ana kriter ise “İmaj ve Prestij” kriteri olmuştur. Anket sonuçlarına göre bütünsel ağırlık açısından en önemli kriter “Satış Fiyatı” kriteri, ikinci en önemli kriter “Yük Taşıma Kapasitesi” kriteri, üçüncü en önemli kriter “Satış Değeri” kriteri olmuştur. Bütünsel ağırlık açısından en az öneme sahip kriterler sırasıyla, “İç Tasarım”, “Kabin Genişliği” ve “Konfor” kriterleri olmuştur.

MOORA Oran Yöntemi, MOORA Referans Noktası ve MOORA Tam Çarpım Formu yöntemleri ile çözüm sonuçlarına göre sırasıyla; Ford Transit 350M modelinin sıralaması (1, 3, 1), Fiat Ducato 3250M modelinin sıralaması (6, 2, 5), Mercedes Sprinter Medium modelinin sıralaması (5, 5, 2) Kia Bongo modelinin sıralaması (2, 1, 6), İsuзу N-Wide modelinin sıralaması (4, 6, 4), Renault Master L2 modelinin sıralaması (3, 4, 3) şeklinde olmuştur. Multi-MOORA yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, Ford Transit 350M modeli 1. sırada, Kia Bongo modeli 2. sırada, Renault Master L2 modeli 3. sırada, İsuзу N-Wide modeli 4. sırada, Mercedes Sprinter Medium modeli 5. sırada, Fiat Ducato 3250M modeli ise son sırada kararlaştırılmıştır.

MOORA Referans Noktası yöntemi ile alternatif sıralamasına alternatiflerin “Alış Fiyatı” kriteri büyük etki etmiştir. Buna sebep “Alış Fiyatı” kriterinin diğer kriterlere göre en büyük önem ağırlığı değerine sahip olmasıdır. Alternatiflerin MOORA Referans Noktası yöntemi ile sıralamasının “Alış Fiyatı” değerleri ile olan sıralamayla aynı şekilde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fiat Ducato 3250M modelinin 2. ve 3. en çok öneme sahip kriterler olan ‘‘Yeniden Satış Değeri’’ kriterine göre en düşük değere sahip olması, ‘‘Yük Taşıma Kapasitesi’’ kriterine göre 5. sırada olması MOORA Oran yöntemi ile alternatif sıralamasına etki ederek 6. yerde kararlaşılmış, MOORA Referans Noktası yöntemi ile sıralamada en önemli etkiye sahip olan ‘‘Alış Fiyatı’’ kriter değerine göre 2. sırada olması sebebi ile MOORA Referans Noktası yöntemi ile alternatif sıralamasında 2. yerde kararlaşılmıştır.

Kia Bongo modeli MOORA Referans Noktası yöntemi ile sıralamada 1. yerde kararlaştırılmasına rağmen MOORA Tam Çarpım Formu yöntemi ile son sırada olmuştur. Bu alternatifin maksimum olarak ele alınan bazı kriter değerlerinin özellikle ‘‘Kabin Genişliği’’ ve ‘‘Kasa Hacmi’’ gibi kriterlerin uygun değerlerinin diğer alternatiflerden daha küçük olması Kia Bongo modelinin MOORA Tam Çarpım Formu yöntemi ile yapılan nihai sıralamada sonuncu yerde kararlaştırılmasına sebebiyet vermiştir.

Mercedes Sprinter Medium modeli piyasada en güvenilir, bilinir markalardan biri olarak bilinmesine rağmen, bu çalışmadaki değerlendirmeler sonucunda en önemli kriterlerden olan ‘‘Alış Fiyatı’’ ve ‘‘Yedek Parça Değeri’’ gibi minimum olarak ele alınan kriterlerde diğer alternatiflere kıyasla daha küçük değerlere sahip olması sebebi ile MOORA Oran yöntemi ve MOORA Referans Noktası yöntemi ile yapılan nihai alternatif sıralamasında 5. yerde kararlaşılmıştır. Tam Çarpım Formu yöntemi ile yapılan nihai alternatif sıralamasında ise özellikle maksimum olarak ele alınan bazı kriterlerde diğer alternatiflerden daha iyi değerlere sahip olması sebebi ile 2. en uygun alternatif olarak belirlenmiştir.

Literatürdeki ÇKKV yöntemleri ile araç değerlendirilmesi üzerine yapılmış çalışmalarla benzerlik ve farklılıklara bakıldığı zaman, Doğan ve arkadaşları (2016) tarafından ağır ticari araç seçimi üzerine yapılan çalışmada bu çalışmada kullanılan ana kriterlere ek olarak ‘‘Hizmetler’’ kriteri de dahil edilmiştir. Bu ana kriterin alt kriterleri ‘‘Garanti Süresi’’, ‘‘Bakım Sıklığı’’, ‘‘Yetkili Servis Sayısı’’ olmuştur. Yalnız bu çalışmada ‘‘Güvenlik’’, ‘‘Komfor’’, ‘‘İç Tasarım’’, ‘‘Dış Tasarım’’ gibi kriterler kullanılmamıştır. Bircan ve arkadaşları (2017) tarafından araç değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada da bu çalışmada olduğu gibi kriterlerin ağırlandırılması için AHP yöntemi, alternatiflerin nihai sıralaması için ise VIKOR ve MOORA yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışma ile farkı ‘‘Komfor’’, ‘‘İmaj ve

Prestij’’ gibi kriterlerin kullanılmamasıdır. Çalışmada sadece objektif verilere sahip kriterler kullanılmıştır. Çalışmada AHP ile yapılan kriterlerin önem ağırlıkları sonuçlarına göre, bu çalışmada en önemli kriter olan ‘‘Fiyat’’ kriteri toplam 10 kriter arasında 3. en önemli kriter olmuştur. Demir (2008) tarafından yapılmış tez çalışmasında bu çalışmada olduğu gibi ‘‘Alış Fiyatı’’ kriteri en önemli kriterlerden biri olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da bazı alternatiflerin MOORA Oran yöntemi ve MOORA Referans Noktası yöntemi ile sıralamasında çok farklı sonuçlar alınmıştır. Bir araç modeli 13 farklı alternatif model arasındaki sıralamada MOORA Oran yöntemi ile 1. sırada iken, MOORA Referans Noktası yöntemi ile 12. sırada kararlaşırmıştır. Demir tarafından yapılan bu çalışmada subjektif verilerden oluşan kriterler kullanılmamış, sadece objektif verilere dayalı kriterler kullanılmıştır.

Bu çalışma hem şehir içi taşımacılıkta kullanmak üzere araç sahibi olmak isteyen tüketiciler veya işletmeler için bir yol gösterici nitelik taşımaktadır, hem de araç seçimi problemi üzerine çalışma yapan araştırmacılar için örnek çalışma olarak kullanılabilir. Bu çalışmanın literatürde olan çoğu araç seçimi çalışmalarından farkı bu çalışmada ele alınan kriter sayının daha fazla olması ve aynı zamanda subjektif verilere dayalı olan kriterlere de yer verilmesidir. Daha fazla kriteri ele almaktaki temel amaç daha kapsamlı ve etkili bir model oluşturmak olmuştur

KAYNAKÇA

Akman, K. (2019). *Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinden AHP ve TOPSIS İle Araba Seçimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aldabvi, A., Chaharsooghi, S. K. ve Esfahanipour, A. (2007). Decision Making in Stock Trading: An Application Of PROMETHEE. *European Journal of Operational Research* 177: 673–683.

Apak, S., Göğüş, G. ve Karakadılar, İ. (2012). An Analytic Hierarchy Process Approach with a Novel Framework for Luxury Car Selection. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 58: 1301 – 1308.

Arıtan, T. ve Akyüz, A. (2015). Tüketicilerin Otomobil Markalarına Yönelik Marka Sadakatleri ve Tercihleri Üzerine Bir Araştırma. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*. 11 (26): 195-220.

Arslan, I. (2019). *Dünya'da ve Türkiye'de Otomotiv Sektörü, Bist 100'de İşlem Gören Otomotiv Sektörü İşletmelerinin Finansal Analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Arslan, K. (2003). Otomobil Alımında Tüketici Davranışlarını Etkileyen Faktörler. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*. 2 (3): 83-103.

Avcı, Y. (2014). *Karayolu Taşımacılık Faaliyetlerinde Risk Yönetimi ve Sigorta*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Babacan, A., Göktolga, Z. ve Sağır, S. (2018). Car Selection Using AHP and TOPSIS Method. *1st International Conference On New Approaches in Social Science and Humanities*. 57-59.

Ballı, S., Karasulu, B. ve Korukoğlu, S. (2007). En Uygun Otomobil Seçimi Problemi İçin Bir Bulanık Promethee Yöntemi Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 22 (1): 139-147.

Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z. ve Şahin, C. (2013). Integrating Fuzzy DEMATEL and Fuzzy Hierarchical TOPSIS Method S for Truck Selection. *Expert Systems with Applications*. 40: 899-907.

Bayraktar, A. (2005) Otomotiv Sektörü, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları. İstanbul. 117-128.

Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Aldabvi, A. ve Agdashi, M. (2010) PROMETHEE: A Comprehensive Literature Review on Methodologies and Applications. *European Journal of Operational Research*. 200: 198–215.

Behzadian, M., Otagshara S. K., Yazdani, M. ve Ignatius, J. (2012). A State-Of The-Art Survey of TOPSIS Applications. *Expert Systems with Applications*. 39 (17): 13051–13069.

Bircan, H., Eleroğlu, H. ve Arslan, R. (2017). AHS ile Ağırlıklandırılmış MOORA ve VIKOR Yöntemiyle Araç Seçimi; Rent a Car Firması Uygulaması. *Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi*.

Bozdemir, M. ve Yılmaz, İ. (2009). Kural Tabanlı Karar Verme Mekanizmasına Sahip Sistematik Araç Seçim Modeli Geliştirilmesi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 6 (2): 19-27.

Brans, J.P. ve Vincke, Ph. (1985). Note - A Preference Ranking Organisation Method. *Institute for Operations Research and the Management Sciences*. 31 (6): 647-656.

Brauers W. K. ve Zavadskas E. K. (2009). Robustness of the Multi-Objective MOORA Method with a Test for the Facilities Sector. *Technological and Economic Development of Economy*. 15(2): 352–375.

Brauers, W. K. M. ve Zavadskas, E. K. (2013). Multi-Objective with a Large Number of Objectives. An Application for Europe 2020. *International Journal of Operation Research*. 10 (2): 67–79.

Byun, D. (2001). The AHP Approach for Selecting an Automobile Purchase Model. *Information and Management*. 38: 289-297.

Cengiz D. (2012). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Karşılaştırmalı Analiz*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Chakraborty, S. (2011). Applications of the MOORA Method for Decision Making in Manufacturing Environment. *Int J Adv Manuf Technol*. 54: 1155–1166.

Chand, M. and Avikal, S. (2015). An MCDM Based Approach for Purchasing a Car from Indian Car Market. *Ieee Students Conference on Engineering and Systems (Sces)*.

Chen-Yi, H., Ke-Ting, C. ve Gwo-Hshiung, T. (2007). FMCDM with Fuzzy DEMATEL approach for Customers' Choice Behavior Model. *International Journal of Fuzzy Systems*. 9 (4): 236-246.

Christopher, T. ve John, J. (2014). Multicriteria Decision Technique on Product Prioritization. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*. 2 (3): 194-200.

Connor, P. E. ve Becker, B. W. (2003). Personal Value Systems and Decision-Making Styles of Public Managers. *Public Personnel Management*. 32 (1): 155-180.

Çelik, K. (2017). *Karayolu Yük Taşımacılığı için Ağır Ticari Araç Sektöründeki Çekici Araç Seçimi Problemine Yönelik Copras-G Yöntemi ile Karar Verme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erzurum: Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Danacı Y. (2014). *4x4 Arazi Aracı Seçimi İçin Yaşam Boyu Maliyet Tabanlı Çok Kriterli Bir Yaklaşım*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

De Lange, W. J. (2006). *Multi-Criteria Decision-Making for Water Resource Management in the Berg Water Management Area*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. University Of Stellenbosch Agricultural Economics.

Demir, M. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Segmentlere göre Araba Modellerinin Sıralanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dewey, J. (1970). *How We Think*. New York: D.C Heath.

Doğan, E., Eren, M. ve Çelik, K. (2017). Lojistik Sektöründe Ağır Ticari Araç Seçimi Problemine Yönelik Copras-G Yöntemi ile Karar Verme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 19 (1): 153-178.

Eraslan, S. (2015). A Decision Making Method via TOPSIS on Soft Sets. *Journal of New Results in Science*. 8: 57-71.

Ergün, İ. (1985). Türkiye'nin Kalkınmasında Ulaştırma Sektörü. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Yayınları*. 10 (10).

Figueira, J., Greco, S. ve Ehrgott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.

Flüeler, T. (2003). Robust Decision Making in Radioactive Waste Management is Process-Oriented. *International Conference VALDOR* (Values in Decisions on Risk).

Gelatt, H. B. (1962). Decision-Making: A Conceptual Frame of Reference for Counseling. *Journal of Counseling Psychology*. 9 (3): 240-245.

Ghoseiri, K. ve Lessan, J. (2008) Location Selection for Logistic Centers Using a Twostep Fuzzy-AHP and ELECTRE Method. *Proceedings Of The 9th Asia Pasific Industrial Engineering & Management Systems Conference*. 434-440.

Güngör, İ. ve İşler, D. (2005). Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. 1 (2): 21-33.

Halaç, O. (1983). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.

Işık, A. T. ve Adalı, E. A. (2016). A Comparative Study for the Agricultural Tractor Selection Problem. *Decision Science Letters*. 5: 569–580.

Kabak M. ve Uyar Ö. (2013). Lojistik Sektöründe Ağır Ticari Araç Seçimi Problemine Çok Ölçütlü Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 28 (1): 115-125.

Karaca Y. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Metodları ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Matematik Eğitimi Alanında Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yozgat: Bozok Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Karagülle, Ö. ve Birgören, T. (2013). *Havayolu Taşımacılığında Uçucu Ekip Yönetimi*. İstanbul: Beta.

Karahan, M. ve Dinç, H. (2015). Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı ile Bölgesel Tercihlere Uygun Otomobil Seçimi. 15. *Üretim Araştırmaları Sempozyumu*. Ege

Üniversitesi – İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü. 203-212.

Keleş, M. (2019). Entropi Temelli ELECTRE III Yöntemi ile B Segmenti Otomobil Markalarının Sıralanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2 (33): 29-50.

Keskin, H. (2012). *Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi*. 5. Baskı. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Kundakçı, N. (2016). Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based on MACBETH and Multi-MOORA Methods. *Alphanumeric Journal*. 4(1): 17–26.

Lizarraga, G. (2009). *Sobre La Evaluación De La Calidad De Conjuntos No Dominados*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Guanajuato: Matematik Araştırma Merkezi Bilgisayar Bilimi.

Madiç, M., Marković, D., Petrović, G. ve Radovanović, M. (2014). Application of COPRAS Method for Supplier Selection. *The Fifth International Conference Transport and Logistics*.

Maniya, K. D. ve Bhatt, M. G. (2011). A Multi-Attribute Selection of Automated Guided Vehicle Using the AHP/M-GRA Technique. *International Journal Of Production Research*. 49 (20): 6107–6124.

Mann, L., Radford, M., Burnett, P., Ford, S., Bond, M., Leung, K., Nakamura, H., Vaughan, G. ve Yang, K-S. (1998). Cross-Cultural Differences in Self-Reported Decision-Making Style and Confidence. *International Journal of Psychology*. 33 (5): 325-335.

Markala, M. ve Jumpponen, J. (2006). Evaluation of the Suitability of AHP in Studying Transit Route Selection Criteria. *Contemporary Research Issues in International Railway Logistics*. 53-66.

Marzouk, M.M. (2011). ELECTRE III Model for Value Engineering Applications, *Automation in Construction*. 20: 596–600.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). Ulaştırma Hizmetleri Alanı Kara Yolu Taşımacılığı. Ankara: Meb Yayını.

Moeinaddini, M., Khorasani, Danehkar, A. ve Darvishsefat, A. A. (2010). Siting MSW Landfill Using Weighted Linear Combination and Analytical Hierarchy Process (AHP) Methodology in GIS Environment (Case Study: Karaj). *Waste Management*. 30: 912–920.

E-Santawy, M. F. (2012) A VIKOR Method for Solving Personnel Training Selection Problem. *International Journal of Computing Science*. 1 (2): 9-12.

Mojahed, M., Marjani, M. E., Afshari, A. ve Marjani, S. (2013). *Using ELECTRE-AHP As a Mixed Method for Personnel Selection*. Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process. Kuala Lumpur. 1-11.

Opricovic, S. ve Tzeng, G-H. (2004). Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*. 156: 445–455.

Orhan, O. Z. (1997). Gümrük Birliği Sürecinde Türk Otomotiv Sanayi'nin ve Otomotiv Yan Sanayi'nin Rekabet Gücü. İstanbul Ticaret Odası. İstanbul. 41-52.

Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H. ve Şanlı, B. (2014). AHP Temelli PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Hafif Ticari Araç Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 19 (4): 47-64.

Özbek A. (2012). Küçük Ölçekli İşletme için Analitik Ağ Süreci ile Ticari Araç Seçimi. *Kırıkkale Üniversitesi Mesleki Bilimler Dergisi*. 1(4): 32 – 52.

Phillips, S. D. (1997). Toward an Expanded Definition of Adaptive Decision Making. *The Career Development Quarterly*. 45: 275-287.

Podvezko, V. (2011). The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS. *Inzinerine Economica-Engineering Economics*. 22(2): 134-146.

Rowe, A. J., Boulgarides, J. D., and Mcgrath, M. R. (1984). *Managerial Decision Making*. Chicago: Science Research Associates.

Saatçioğlu, C. (2006). *Ulaştırma Sistemleri ve Politikaları Türkiye-Avrupa Birliği Uygulamaları*. Ankara: Gazi Kitapevi.

Saatçioğlu, C. (2016). *Ulaştırma Ekonomisi Sistemler, Politikalar, Uygulamalar*. İstanbul: Sümer Kitapevi.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill. Aktaran Yazıcıoğlu, B. N. (2019) *Hastane Klima Santrallerinin Ahp ve Topsis Yöntemleri İle Seçimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*. 48(1): 9–26.

Sakthivel, G., Ilankumaran, M., Nagarajan, G., Raja, A., Ragunadhan, P. M. ve Prakash, J. (2013). A Hybrid MCDM Approach for Evaluating An Automobile Purchase Model. *Int. J. Information and Decision Sciences*. 5 (1): 50-85.

Sezer, H. (2008). *Düzenli Hat Taşımacılığında Nakliye Müteahhidinin Gemi Operatörü Seçimine Çok Kriterli Karar Destek Sistemi Yaklaşımı*. Yayınlanmamış Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Soba, M. (2012). Promethee Yöntemi Kullanarak en Uygun Panelvan Otomobil Seçimi ve Bir Uygulama. *Journal of Yasar University*. 28(7): 4708 – 4721.

Şahin, Y. ve Akyer, H. (2011). Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 5: 72-87.

Şemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. ve Tarokh, M.J. (2011). A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting. *Expert Systems with Applications*. 38: 12160–12167.

Şişman, B. ve Eleren, A. (2013). En Uygun Otomobilin GRİ İlişkisel Analiz ve ELECTRE Yöntemleri ile Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 18 (3): 411-429.

Takemura, K. (2014). *Behavioral Decision Theory*. Tokyo: Springer.

Tekeş, M. (2002). *Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Terzi, Ü., Hacaloğlu, S. ve Aladağ, Z. (2006). Otomobil Satın Alma Problemi için Bir Karar Destek Modeli. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 5 (10): 43-49.

Thunholm, P. (2004). Decision-Making Style: Habit, Style or Both?. *Ersonality And Individual Differences*. 36: 931–944.

Triantaphyllou, E. ve Lin, C.T. (1996). Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods. *International Journal of Approximate Reasoning*. 14: 281-310.

Tunçel, N., Belbağ, S. ve Çimen M. (2017). Satın Alma Kriterleri Açısından Marka Sıralama Kararının Verilmesinde Bulanık ELECTRE I Yöntemi: Otomobil Sektöründe Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 31 (5): 1069-1083.

Tzeng, G.-H. ve Huang, J.-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Boca Raton: CRC press.

Ulkhaq, M., Wijayanti, W., Zain, M., Baskara, E. ve Leonita, W. (2018). Combining The AHP and TOPSIS to Evaluate Car Selection. *2nd International Conference on High Performance Compilation, Computing and Communications*. 112–117.

Vrkljan, B. H. ve Anaby, D. (2011). What Vehicle Features are Considered Important When Buying an Automobile? An Examination of Driver Preferences by Age and Gender. *Journal Of Safety Research*. 42: 61–65.

Wang, X.-F., Wang J. and Deng, S.-Y. (2013) A Method to Dynamic Stochastic Multicriteria Decision Making with Log-Normally Distributed Random Variables. *The Scientific World Journal*.

Yavaş, M., Ersöz T., Kabak M. ve Ersöz, F. (2014). Otomobil Seçimine Çok Kriterli Yaklaşım Önerisi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*. 2 (4): 110-118.

Yavuz, S. (2012). Öğretmenlerin Otomobil Tercihlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Belirlenmesi. *Dpujss*. 32 (2): 29-45.

Yayla, A. ve Yıldız, A. (2013). Fuzzy Analitic Network Process Based Multi Criteria Decision Making Methodology for a Family Automobile Purchasing Decision. *South African Journal of Industrial Engineering*. 24(2): 167-180.

Yıldız, A. ve Ergül, E. (2014). Usage of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Method to Solve the Automobile Selection Problem. *Journal of Engineering and Fundamentals*. 1(1): 1-10.

Yousefi, A. ve Vencheh, A. (2010). An Integrated Group Decision Making Model and Its Evaluationby DEA for Automobile Industry. *Expert Systems with Applications*. 37: 8543–8556.



İNTERNET KAYNAKLARI

Karayolları Trafik Kanunu. Erişim Tarihi: 15.02.2020 <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2918.pdf>

Otomotiv Sektörü Raporu (2019) Türkiye Otomotiv Sektörünün Gelişimi. Erişim Tarihi : 15.02.2020 satso.org.tr

Türkiyede Karayollarının Uzunluğu. Erişim Tarihi: 19.02.2020 <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Kurumsal/YolAgi.aspx>

Türkiye İstatistik Kurumu (2019). Türkiyede Yıllar İtibari ile Yük Taşımacılığı. Erişim Tarihi: 24.12.2019. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051

2005-2018 Sales Statistics. Erişim Tarihi 15.02.2020. <http://www.oica.net/2005-2018-sales-statistics/http://www.oica.net/category/production-statistics/>

Otomotiv Sektör Raporu | Ocak 2017. Erişim tarihi 11.02.2020 http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/Otomotiv_Sektor_Raporu_TSKB-2208.pdf

EU TRANSPORT in figures. STATISTICAL POCKETBOOK. Erişim Tarihi: 15.02.2020. https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook/2019_en



EKLER

**EK 1: MOORA Yöntemi İle Alternatif Özelliklerinin Kareler Toplamının
Karekökünün Hesaplanması Öncesi Matrisi**

Kriterler	Max- Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6
P1	max	1286x1286	1315x1315	1455x1455	1496x1496	1448x1448	1647x1647
P2	min	8,7x8,7	7,3x7,3	8,9x8,9	9,9x9,9	9x9	8,1x8,1
P3	max	179x179	156x156	120x120	150x150	120x120	120x120
E1	min	170000x170000	162200x162200	190000x190000	122900x122900	197237x197237	173000x173000
E2	max	4,14x4,14	2,14x2,14	3x3	2,43x2,43	3,86x3,86	2,64x2,64
E3	min	1,79x1,79	1,93x1,93	2,64x2,64	2,43x2,43	1,57x1,57	1,29x29
D1	max	4x4	2,79x2,79	4,79x4,79	2,5x2,5	3,21x3,21	2,79x2,79
D2	max	7001026x7001026	7143500x7143500	7703080x7703080	5069300x5069300	6823145x6823145	6590880x6590880
D3	max	3,79x3,79	2,71x2,71	4,64x4,64	2,43x2,43	3,29x3,29	3,5x3,5
D4	max	2098x2098	2050x2050	2020x2020	1740x1740	2040x2040	2070x2070
D5	max	3,93x3,93	2,93x2,93	4,86x4,86	3,14x3,14	3,14x3,14	3,14x3,14
İ1	max	4,29x4,29	3,07x3,07	4,93x4,93	2,79x2,79	3,21x3,21	3,14x3,14
İ2	max	4,57x4,57	3,71x3,71	4,5x4,5	2,93x2,93	4,07x4,07	3,93x3,93
İ3	max	3,93x3,93	3x3	4,71x4,71	3,14x3,14	3,43x3,43	3,64x3,64

EK 2: MOORA Yöntemi İle Alternatif Özelliklerinin Kareler Toplamının Karekökünün Hesaplanması Sonrası Matrisi

Kriterler	Max-Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Kareler Toplamı	Kareler Toplamı Karekökü
P1	max	1653796	1729225	2117025	2238016	2096704	2712609	12547375	3542,23
P2	min	75,69	53,29	79,21	98,01	81	65,61	452,81	21,28
P3	max	32041	24336	14400	22500	14400	14400	122077	349,40
E1	min	28900000000	26308840000	36100000000	15104410000	38902434169	29929000000	175244684169	418622,36
E2	max	17,1396	4,5796	9	5,9049	14,8996	6,9696	58,4933	7,65
E3	min	3,2041	3,7249	6,9696	5,9049	2,4649	1,6641	23,9325	4,89
D1	max	16	7,7841	22,9441	6,25	10,3041	7,7841	71,0664	8,43
D2	max	49014365052676,00	5102959225000,00	59337441486400,00	25697802490000,00	46555307691025,00	43439699174400,00	275074208144501,00	16585361,26
D3	max	14,3641	7,3441	21,5296	5,9049	10,8241	12,25	72,2168	8,50
D4	max	4401604	4202500	4080400	3027600	4161600	4284900	24158604	4915,14
D5	max	15,4449	8,5849	23,6196	9,8596	9,8596	9,8596	77,2282	8,79
İ1	max	18,4041	9,4249	24,3049	7,7841	10,3041	9,8596	80,0817	8,95
İ2	max	20,8849	13,7641	20,25	8,5849	16,5649	15,4449	95,4937	9,77
İ3	max	15,4449	9	22,1841	9,8596	11,7649	13,2496	81,5031	9,03

EK 3: MOORA Yöntemi ile Normalizasyon İşlemi

Kriterler	Max-Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6
P1	max	1286/3542,23	1315/3542,23	1455/3542,23	1496/3542,23	1448/3542,23	1647/3542,23
P2	min	8,7/21,28	7,3/21,28	8,9/21,28	9,9/21,28	9/21,28	8,1/21,28
P3	max	179/349,40	156/349,40	120/349,40	150/349,40	120/349,40	120/349,40
E1	min	170000/418622,36	162200/418622,36	190000/418622,36	122900/418622,36	197237/418622,36	173000/418622,36
E2	max	4,14/7,65	2,14/7,65	3/7,65	2,43/7,65	3,86/7,65	2,64/7,65
E3	min	1,79/4,89	1,93/4,89	2,64/4,89	2,43/4,89	1,57/4,89	1,29/4,89
D1	max	4/8,43	2,79/8,43	4,79/8,43	2,50/8,43	3,21/8,43	2,79/8,43
D2	max	7001026/ 16585361,26	7143500/ 16585361,26	7703080/ 16585361,26	5069300/ 16585361,26	6823145/ 16585361,26	6590880/ 16585361,26
D3	max	3,79/8,50	2,71/8,50	4,64/8,50	2,43/8,50	3,29/8,50	3,5/8,50
D4	max	2098/4915,14	2050/4915,14	2020/4915,14	1740/4915,14	2040/4915,14	2070/4915,14
D5	max	3,93/8,79	2,93/8,79	4,86/8,79	3,14/8,79	3,14/8,79	3,14/8,79
İ1	max	4,29/8,95	3,07/8,95	4,93/8,95	2,79/8,95	3,21/8,95	3,14/8,95
İ2	max	4,57/9,77	3,71/9,77	4,5/9,77	2,93/9,77	4,07/9,77	3,93/9,77
İ3	max	3,93/9,03	3/9,03	4,71/9,03	3,14/9,03	3,43/9,03	3,64/9,03

EK 4: MOORA Yöntemi ile Normalize Edilmiş Değerlerin Uygun Kriter Ağırlıkları ile Çarpma İşlemi Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Önem Ağırlıkları
P1	0,363x0,16	0,371x0,16	0,411x0,16	0,422x0,16	0,409x0,16	0,465x0,16	0,16
P2	0,409x0,07	0,343x0,07	0,418x0,07	0,465x0,465	0,423x0,423	0,381x0,07	0,07
P3	0,512x0,01	0,446x0,01	0,343x0,01	0,429x0,01	0,343x0,01	0,343x0,01	0,01
E1	0,406x0,39	0,387x0,39	0,454x0,39	0,294x0,39	0,471x0,39	0,413x0,39	0,39
E2	0,541x0,14	0,280x0,14	0,392x0,14	0,318x0,14	0,505x0,14	0,345x0,14	0,14
E3	0,366x0,07	0,395x0,07	0,540x0,07	0,497x0,07	0,321x0,07	0,264x0,07	0,07
D1	0,474x0,05	0,331x0,05	0,568x0,05	0,297x0,05	0,381x0,05	0,331x0,05	0,05
D2	0,422x0,03	0,431x0,03	0,464x0,03	0,306x0,03	0,411x0,03	0,397x0,03	0,03
D3	0,446x0,01	0,319x0,01	0,546x0,01	0,286x0,01	0,387x0,01	0,412x0,01	0,01
D4	0,427x0,01	0,417x0,01	0,411x0,01	0,354x0,01	0,415x0,01	0,421x0,01	0,01
D5	0,447x0,01	0,333x0,01	0,553x0,01	0,357x0,01	0,357x0,01	0,357x0,01	0,01
i1	0,479x0,03	0,343x0,03	0,551x0,03	0,312x0,03	0,359x0,03	0,351x0,03	0,03
i2	0,468x0,01	0,380x0,01	0,460x0,01	0,300x0,01	0,416x0,01	0,402x0,01	0,01
i3	0,435x0,01	0,332x0,01	0,522x0,01	0,348x0,01	0,380x0,01	0,403x0,01	0,01

EK 5: MOORA Referans Noktası Yaklaşımı ile 2.Aşama Öncesi Hesaplama Matrisi

Kriterler	Max-Min	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Referans Noktaları
P1	max	0,058-0,074	0,059-0,074	0,066-0,074	0,068-0,074	0,065-0,074	0,074-0,074	0,074
P2	min	0,029-0,024	0,024-0,024	0,029-0,024	0,033-0,024	0,030-0,024	0,027-0,024	0,024
P3	max	0,005-0,005	0,004-0,005	0,003-0,005	0,004-0,005	0,003-0,005	0,003-0,005	0,005
E1	min	0,158-0,114	0,151-0,114	0,177-0,114	0,114-0,114	0,184-0,114	0,161-0,114	0,114
E2	max	0,076-0,076	0,039-0,076	0,055-0,076	0,044-0,076	0,071-0,076	0,048-0,076	0,076
E3	min	0,026-0,018	0,028-0,018	0,038-0,018	0,035-0,018	0,022-0,018	0,018-0,018	0,018
D1	max	0,024-0,028	0,017-0,028	0,028-0,028	0,015-0,028	0,019-0,028	0,017-0,028	0,028
D2	max	0,013-0,014	0,013-0,014	0,014-0,014	0,009-0,014	0,012-0,014	0,012-0,014	0,014
D3	max	0,004-0,005	0,003-0,005	0,005-0,005	0,003-0,005	0,004-0,005	0,004-0,005	0,005
D4	max	0,004-0,004	0,004-0,004	0,004-0,004	0,004-0,004	0,004-0,004	0,004-0,004	0,004
D5	max	0,004-0,006	0,003-0,006	0,006-0,006	0,004-0,006	0,004-0,006	0,004-0,006	0,006

İ1	max	0,014-0,017	0,010-0,017	0,017-0,017	0,009-0,017	0,011-0,017	0,011-0,017	0,017
İ2	max	0,005-0,005	0,004-0,005	0,005-0,005	0,003-0,005	0,004-0,005	0,004-0,005	0,005
İ3	max	0,004-0,005	0,003-0,005	0,005-0,005	0,003-0,005	0,004-0,005	0,004-0,005	0,005

EK 6: MOORA Tam Çarpım Yöntemi ile Çarpma ve Bölme İşlemi

Alternatifler	Hesaplama işlemi	Sonuç
K1	$(1286 \times 179 \times 4,14 \times 4 \times 7001026 \times 3,79 \times 2098 \times 3,93 \times 4,29 \times 4,57 \times 3,93) / (8,7 \times 170000 \times 1,79)$	24271583129108,10
K2	$(1315 \times 156 \times 2,14 \times 2,79 \times 7143500 \times 2,71 \times 2050 \times 2,93 \times 3,07 \times 3,71 \times 3) / (7,3 \times 162200 \times 1,93)$	2129475608657,41
K3	$(1455 \times 120 \times 3 \times 4,79 \times 7703080 \times 4,64 \times 2020 \times 4,86 \times 4,93 \times 4,5 \times 4,71) / (8,9 \times 190000 \times 2,64)$	20606481366696,10
K4	$(1496 \times 150 \times 2,43 \times 2,5 \times 5069300 \times 2,43 \times 1740 \times 3,14 \times 2,79 \times 2,93 \times 3,14) / (9,9 \times 122900 \times 2,43)$	796545188918,28
K5	$(1448 \times 120 \times 3,86 \times 3,21 \times 6823145 \times 3,29 \times 2040 \times 3,14 \times 3,21 \times 4,07 \times 3,43) / (9 \times 197237 \times 1,57)$	4977892008343,48
K6	$(1647 \times 120 \times 2,64 \times 2,79 \times 6590880 \times 3,5 \times 2070 \times 3,14 \times 3,14 \times 3,933,64) / (8,1 \times 173000 \times 1,29)$	5423718833643,40