

**KRİTER AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Mert DURMUŞ

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nezh TAYYAR

Uşak

Haziran, 2015

KRİTER AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mert DURMUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı İşletme Bölümü

Danışman: Doç. Dr. Nezih TAYYAR

Uşak

Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Haziran, 2015

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZETİ

Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Mert DURMUŞ

İşletme Anabilim Dalı

Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Haziran 2015

Danışman: Doç. Dr. Nezih TAYYAR

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan ağırlık belirleme yöntemleri, kriterlerin önemlerinin belirlenmesi ve karar vericiler için en iyi ve tatmin edici sonucun elde edilmesinde önemli role sahiptir. Max100, SWARA ve İkili Karşılaştırma ağırlık belirleme yöntemlerinin otomobil seçimi ile ilgili kriterler temel alınarak kullanıldığı bu çalışmada yöntemlerin kriter ağırlıkları arasındaki değişkenliği ifade eden değerlere ait sonuçlara göre kıyaslanması amaçlanmıştır. Yeni geliştirilmiş bir yöntem olan SWARA'nın karşılaştırılan yöntemlere dahil edilmesi bu çalışmayı daha önce yapılan çalışmalardan ayırmaktadır. Çalışma örneklemini Uşak Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi akademisyenleri ve İşletme Bölümü öğrencileri oluşturmuştur. Çalışmaya 139 kişi katılmıştır.

Veriler, katılımcılara yapılan anketler yardımıyla elde edilmiştir. Verilerin analizi ise Excel ve SPSS 18.0 programları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulguları göz önüne alındığında İkili Karşılaştırma yönteminin Max100 ve SWARA yöntemlerine göre değişkenliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanında Max100 kullanımı en kolay yöntem olarak seçilirken, İkili Karşılaştırma yönteminin puanlandırma şekli en güven verici yöntem olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), Max100, SWARA, İkili Karşılaştırma, Ağırlık Belirleme Yöntemleri, Kriter Ağırlıklandırma, Otomobil

ABSTRACT FOR MASTER THESIS

Comparing Criteria Weighting Methods

MERT DURMUŞ

Department of Business Administration

Uşak University, Institute of Social Science, June 2015

Supervisor: Assoc. Prof. Nezih TAYYAR

Weighting methods, which are used to analyse Multiple Criteria Decision Making (MCDM) problems, have an important role to decision makers for making the best and satisfactory decision. The aim of this study is to compare Max100, Pairwise Comparison and SWARA weighting methods according to their variability statistics on related criteria for an automobile selection problem. This study differs from previous studies by including newly developed SWARA weighting method. The study sample consisted of Uşak University, Faculty of Economics and Administrative Science, Department of Management academics and students. 139 people participated in the study.

Data are acquired through surveys. The analysis of the data was carried out with Excel and SPSS 18.0 programs. According to the findings of the study, variability of Pairwise Comparison method is higher than Max100 and SWARA methods. In addition, Max100 is the easiest method to use whereas Pairwise Comparison is the most reliable method.

Keywords: Multiple Criteria Decision Making (MCDM), Max100, SWARA, Pairwise Comparison, Weighting Methods, Criteria Weighting, Automobile

ÖNSÖZ

Yöneylem Araştırması, çok kriterli karar verme tekniklerinde ağırlık belirleme yöntemlerinin öğrenilmesi ve kullanılması konularında önemli bilgiler aktaran, Yöneylem Araştırması dalında devam edip kendimi yetiştirmem konusunda cesaret veren, yüksek lisans tez çalışmamda benimle birlikte emek harcıyıp, ahlaklı, disiplinli ve anlayışlı çalışma prensibiyle bana örnek olan, hepsinden önemlisi heyecanla ve severek çalışmayı bana öğreten, yalnızca bu tez çalışması için değil bundan sonraki tüm bilimsel çalışmalarım için aktarmış olduğu bilgilerinden faydalanacağım ve danışmam hocam olduğu için kendimi çok şanslı hissettiğim Sayın Doç. Dr. Nezih TAYYAR'a

Bana güvendiklerini ve her daim yanımda olduklarını hissettiğim biricik aileme,

Çalışmalarında fikirleriyle bana yol gösteren çok değerli meslektaşlarım Arş. Gör. İbrahim AKBULUT ve Arş. Gör. Müfit AYDIN'a,

Tez çalışması uygulamasında bize vakit ayırdıkları ve çalışmamıza katkıda buldukları için Uşak Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi akademisyenlerine ve İşletme Bölümü öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Mert DURMUŞ

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mert DURMUŞ
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmir 28.06.1988
Lisans Öğrenimi : Bozok Üniversitesi Matematik - 2010
Yüksek Lisans Öğrenimi : Uşak Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı - 2015
Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi

2010 – 2011 : Tuğsavul İlköğretim Okulu Vekil Öğretmenlik
2013 – Devam ediyor : Uşak Üniversitesi Araştırma Görevlisi

İletişim

e-posta : mert.durmus@usak.edu.tr

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
JÜRİ ve ENSTİTÜ ONAYI	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZGEÇMİŞ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKLİLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR	xvi
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE**SINIFLANDIRILMASI** 3

1.1. KARAR VERME	3
1.2. KARAR VERME SÜRECİ	4
1.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	6
1.3.1. Çok Kriterli Karar Vermenin Sınıflandırılması	7
1.3.1.1. Çok Amaçlı Karar Verme	8
1.3.1.2. Çok Nitelikli Karar Verme	8
1.3.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması	9
1.3.3. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Ağırlıkların Yeri ve Kullanımı	10

2. BÖLÜM: AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ	12
2.1. ÖZNEL AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ	13
2.1.1. Doğrudan Puanlama Yöntemi	13
2.1.2. İkili Karşılaştırma Yöntemi	14
2.1.3. Max100 ve Min10	17
2.1.4. Ödünleşim Yöntemi	18
2.1.5. Puan Dağıtımı Yöntemi	19
2.1.6. Salınım Yöntemi	19
2.1.7. SIMOS	21
2.1.8. Sıralama Yöntemi	25
2.1.9. SMART	31
2.1.10. SWARA	31
2.2. NESNEL AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ	33
2.3. KARMA AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ	33
3. BÖLÜM: AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR	34
3.1. ANKET YARDIMIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR	36
3.2. SİMÜLASYON YARDIMIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR	44
3.3. ANKET VE SİMÜLASYON YARDIMIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR	48
3.4. DİĞER ÇALIŞMALAR VE SONUÇ	52

4. BÖLÜM: AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİNİN OTOMOBİL SEÇİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER ÜZERİNE

UYGULAMASI	55
4.1. UYGULAMANIN AMACI	55
4.2. UYGULAMA METODOLİJİSİ	57
4.3. VERİ GİRİŞİ VE ANALİZİ	58
4.4. BULGULAR	59
4.5. YÖNTEMLERE GÖRE KRİTER SIRA VE AĞIRLIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	61
4.5.1. Max100 Yöntemine Göre Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Değerlendirilmesi	61
4.5.2. İkili Karşılaştırma Yöntemine Göre Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Değerlendirilmesi	65
4.5.3. SWARA Yöntemine Göre Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Değerlendirilmesi	69
4.6. KRİTERLERİN YÖNTEMLERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ	73
4.6.1. Görsel Çekicilik Kriterin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi	73
4.6.2. Güvenlik Kriterin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi	76
4.6.3. Konfor Kriterin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi	79
4.6.4. Performans Kriterin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi	82
4.6.5. Yakıt Tüketimi Kriterin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi	85
4.7. YÖNTEMLERİN DAĞILIM ARALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	88

4.8. YÖNTEMLER ARASINDAKİ KORELASYONLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	90
4.9. YÖNTEMLERİN STANDART SAPMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	93
4.10. KATILIMCILARIN YÖNTEMLERLE İLGİLİ ALGILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	95
5. BÖLÜM: TARTIŞMA VE SONUÇ	98
5.1. SONUÇ	98
5.2. ÇALIŞMANIN KISITLARI VE BUNDAN SONRA YAPILACAK ÇALIŞMALAR İÇİN TAVSİYELER	103
KAYNAKÇA	104
EKLER	111

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. ÇAKV ve ÇNKV Karşılaştırılması	9
Tablo 1.2. ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması	10
Tablo 2.1. Rastgele Tutarlılık İndeksi	17
Tablo 2.2. Kriterlerin Normalleştirilmiş Ağırlıklar Tablosu	21
Tablo 2.3. Kriterlerin Yazılı Olduğu Kartların Sıralama Tablosu	23
Tablo 2.4. Kriter Ağırlıklarının SIMOS Yöntemine Göre Hesaplanması	24
Tablo 2.5. Kriter Ağırlıklarının “n = 4” için Sıralama Yöntemlerine Göre Hesaplanması	28
Tablo 2.6. Kriter Ağırlıklarının “n = 6” için Sıralama Yöntemlerine Göre Hesaplanması	29
Tablo 2.7. Kriter Ağırlıklarının “n = 8” için Sıralama Yöntemlerine Göre Hesaplanması	30
Tablo 2.8. SWARA Yönteminin Örnek Bir Uygulama Tablosu	32
Tablo 3.1. Ağırlık Belirleme Yöntemlerinin Karşılaştırıldığı Çalışmalar	35
Tablo 3.2. İş Seçim Senaryosu	38
Tablo 4.1. Katılımcıların Özellikleri	59
Tablo 4.2. Max100 Yönteminde Kriter Sıra ve Ağırlıkların Tanımlayıcı İstatistikleri	62
Tablo 4.3. İkili Karşılaştırma Yönteminde Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Tanımlayıcı İstatistikleri	66
Tablo 4.4. SWARA Yönteminde Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Tanımlayıcı İstatistikleri	71
Tablo 4.5. Görsel Çekicilik Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri	73

Tablo 4.6. Güvenlik Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri	76
Tablo 4.7. Konfor Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri	79
Tablo 4.8. Performans Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri	82
Tablo 4.9. Yakıt Tüketimi Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri	85
Tablo 4.10. Yöntemlerin Dağılım Aralıklarının İstatistikleri	89
Tablo 4.11. Yöntemler Arasındaki Korelasyonların İstatistikleri	91
Tablo 4.12. Yöntemlerin Standart Sapmalarının İstatistikleri	94
Tablo 4.13. Yöntemlerle İlgili Likert Ölçekli Soruların İstatistikleri	96
Tablo 4.14. Yöntemlerin Genel Değerlendirme İstatistikleri	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Karar Verme Sürecinin Adımları	5
Şekil 4.1. Max100 Yönteminde Kriter Sıralarının Dağılımları	64
Şekil 4.2. Max100 Yönteminde Kriter Ağırlıklarının Dağılımları	64
Şekil 4.3. İkili Karşılaştırma Yönteminde Kriter Sıralarının Dağılımları	68
Şekil 4.4. İkili Karşılaştırma Yönteminde Kriter Ağırlıklarının Dağılımları	68
Şekil 4.5. SWARA Yönteminde Kriter Sıralarının Dağılımları	72
Şekil 4.6. SWARA Yönteminde Kriter Ağırlıklarının Dağılımları	72
Şekil 4.7. Görsel Çekicilik Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları	75
Şekil 4.8. Görsel Çekicilik Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları	75
Şekil 4.9. Güvenlik Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları	78
Şekil 4.10. Güvenlik Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları	78
Şekil 4.11. Konfor Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları	81
Şekil 4.12. Konfor Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları	81
Şekil 4.13. Performans Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları	84
Şekil 4.14. Performans Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları	84
Şekil 4.15. Yakıt Tüketimi Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları	87
Şekil 4.16. Yakıt Tüketimi Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları	87
Şekil 4.17. Yöntemlere Göre Ağırlıkların Dağılım Aralıkları	90
Şekil 4.18. Yöntemler Arasındaki Pearson Korelasyonları	92

Şekil 4.19. Yöntemler Arasındaki Sıra Korelasyonları	93
Şekil 4.20. Yöntemlerin Standart Sapmalarının Dağılımları	95

KISALTMALAR

ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant La Realite
SMART	Simple Mutli-Attribute Rating Technique
SMARTS	Simple Mutli-Attribute Rating Technique using Swings
SMARTER	Simple Mutli-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks
SWARA	Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis
RS	Rank Sum
RR	Rank Reciprocal
RE	Rank Exponent
ROC	Rank-Order Centroid
ROD	Rank-Order Distrubition
GRAPA	Graphical version of Point Allocation
RAP	River Action Plan

GİRİŞ

Karar verme, hayatın her anında karşılaşılabilen iki veya daha fazla alternatif arasından seçim yapma ya da belirlenen amaç veya hedefe ulaşmak için alternatif durumlar arasından seçim yapma eylemi olarak tanımlanır (Harris, 1998; Forman ve Selly, 2001). Karar vermenin insan hayatındaki öneminin tartışılmaz olduğu kadar kurum veya şirketler için de büyük bir öneme sahip olduğu bilinmektedir. Karar verme problemlerinde kişi, kurum veya şirketler için en tatmin edici sonuca ulaştıracak kararın verilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç göz önüne alındığında özellikle çok kriterli karar verme problemleri için tatmin edici en iyi sonuca ulaşılması oldukça zor olmaktadır. Çok kriterli karar verme problemlerindeki bu zorluğun giderilmesi için çok kriterli karar verme teknikleri geliştirilmiştir. Çok kriterli karar verme tekniklerinin ortak özelliklerinden biri kriter önemlerinin belirlenmesi sürecidir. Bu süreç bazılarında yöntem tarafından doğrudan gerçekleştirilirken bazılarında ise karar vericiler yardımıyla yapılmaktadır. Kriter önemlerinin karar vericiler tarafından belirlendiği birçok ağırlık belirleme yöntemi bulunmaktadır. Çok kriterli karar verme problemlerinin çeşitliliği dikkate alındığında ağırlık belirleme yöntemleri arasından hangisi ve hangilerinin karar vericiler için daha iyi sonuçlar vereceği araştırma konusu haline gelmiştir.

Günümüze kadar gelen en popüler ağırlık belirleme yöntemleri arasından yapılan literatür taramasında karşılaştırıldıkları yöntemlere göre daha iyi oldukları belirtilen Max100 ve İkili Karşılaştırma yöntemleri ile son yıllarda yapılan çalışmalarla önem kazanan SWARA yöntemi bu çalışma için birbiriyle karşılaştırılmak üzere seçilmiştir. Bu yöntemlerin karşılaştırılması ile dağılım aralıkları, dördebölenler aralıkları, standart sapma ve değişim katsayıları gibi kriter ağırlıkları arasındaki değişimi ifade eden değerlere ait sonuçların kıyaslanması amaçlanmıştır. Ayrıca yöntemlerin kullanım kolaylığı, puanlandırma şeklinin güvenilirliği ve puanlandırma şeklinin katılımcıların görüşlerini doğru yansıtması gibi durumlarda hangi yöntemin daha iyi olduğunun anket sonunda verilen ifadeler yardımıyla öğrenilmesi de amaçlanmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde ilk olarak karar verme, karar verme süreci ve öneminden bahsedilmiştir. Daha sonra Çok Kriterli Karar Verme ve Süreci anlatılmış, ÇKKV'nin "Çok Nitelikli Karar Verme" ve "Çok Amaçlı Karar Verme" olarak ikiye ayrıldığına da bu bölümde değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması sonucu belirlenen en popüler ağırlık belirleme yöntemleri detaylı bir şekilde anlatılmış, ağırlık belirleme yöntemlerinin "Öznel Ağırlık Belirleme Yöntemleri", "Nesnel Ağırlık Belirleme Yöntemleri" ve " Karma Ağırlık Belirleme Yöntemleri" olarak üçe ayrıldığından da bahsedilmiştir. Ancak bu çalışma için seçilen Max100, SWARA ve İkili Karşılaştırma yöntemlerinin öznel ağırlık belirleme yöntemleri olması sebebiyle nesnel ve karma ağırlık belirleme yöntemleri ayrıntılı bir biçimde ele alınmamıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda daha önce yapılmış ağırlık belirleme yöntemleri ile ilgili çalışmalara detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Bu bölümde ağırlık belirleme yöntemiyle yapılmış olan çalışmalar, çalışma yöntemlerine göre "Anket Yardımıyla Yapılan Çalışmalar", "Simülasyon Yardımıyla Yapılan Çalışmalar" ve "Anket ve Simülasyon Yardımıyla Yapılan Çalışmalar" olmak üzere üç ayrı kategoride incelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ilk olarak uygulamanın amacı, metodolojisi, veri girişi ve analizi anlatılmıştır. Daha sonra çalışma bulguları tablo ve şekiller yardımıyla detaylı bir şekilde ele alınmış, yöntemlere ve kriterlere göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmanın beşinci ve son bölümünde elde edilen bulgular göz önüne alınarak çalışma ile ilgili sonuçlara değinilmiş, çalışmanın eksiklikleri tespit edilerek ileride yapılacak çalışmalar için tavsiyeler verilmiştir.

1. BÖLÜM: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE SINIFLANDIRILMASI

Karar verme işlevinin insan hayatındaki yeri ve önemi, karar verme süreci, ÇKKV ve sınıflandırmaları, ÇKKV'de kriter ağırlıklandırmanın yeri ve öneminden bu bölümde bahsedilecektir.

1.1. KARAR VERME

Karar verme, belirlenen amaç ve hedefe ulaşmak için alternatif durumlar arasından seçim yapma eylemidir (Forman ve Selly, 2001:1). İnsanlar hayatın her anında ve gerçekleştirdiği her bir eylemde karar verme ile karşı karşıya kalırlar. Karşılaşılan karar verme sürecinde birçok açıdan tatmin sağlayan kararın verilmesi amaçlanır. Doğru ve en tatmin edici kararı vermek şahıslar için olduğu kadar kurum ve kuruluşlar açısından da ciddi önem taşımaktadır. Örneğin, bir üretim planlaması için ne yapılmalı, nasıl yapılmalı, ne zaman, nerede ve kim tarafından yapılmalı gibi sorulara cevap aranır. Bu gibi soruların cevapları karar vermeyi gerektiren durumlardır. Bu bağlamda karar verme tüm yönetsel faaliyetlerin çekirdeğini oluşturur (Forman ve Selly, 2001:1).

Aynı zamanda karar verme, karar vericinin değerlerine ve tercihlerine göre alternatifleri seçme ve belirleme çalışmasıdır. Karar verme, alternatifler arasından makul bir seçim yapmayı sağlamak için alternatifler hakkındaki belirsizlik ve şüpheyi azaltma işlemi olarak da tanımlanabilir. Bu tanım karar verme işleminin bilgi toplama işlevini vurgular. Burada belirsizliğin tamamen yok olmasından ziyade azaltıldığını belirtmek gerekir. Çok az sayıda karar, mutlak kesinlik ile verilir çünkü tüm alternatifler hakkında tam bilgi sahibi olmak her zaman mümkün olmaz. Bu nedenle de her karar belli bir miktarda risk içerir (Harris, 1998).

Karar verme için farklı bir bakış açısı da Saaty (2000) tarafından sunulmuştur. Saaty, karar verme konusunda, "sezgisel" ve "analitik" olmak üzere iki çeşit karar yapısından bahsetmiştir. Sezgisel kararlar, adından da anlaşılacağı gibi keyfi olan ve verilerle desteklenmeyen kararlardır. Çok önemli olmayan bazı yüzeysel karar durumlarında sezgisel yaklaşım etkili olabilir. Ancak bu tür kararlarda karar vericinin diğer katılımcıları ikna etmesi zor olur. Zorlu ve karmaşık karar durumları söz konusu olduğunda karar vericiler aldıkları kararlardan tam olarak memnun olmayabilirler (Saaty, 2000). Herkes iyi kararlar vermek ister ya da diğer

bir deyişle sonuçları iyi olan kararlar ile ilgilenirler. “İyi” kavramı karar vericinin görüşlerini yansıtan öznel bir kavramdır. “İyi” bir karar verme işleminin gerçekleştirildiğinden bahsedebilmek için tarafsız bir değerlendirme yapılması gerekmektedir. Karar vericiler genellikle iyi sonuçlara ulaşmak ile ilgilenirken, analistler ve akademisyenler ise iyi bir karar verme sürecinin var olduğundan emin olmaya çalışırlar (Henig ve Buchanan, 1996:3). Tüm anlatılanların ortak bir noktası olarak, iyi bir kararın, amaçları en iyi şekilde karşılayan karar olması gerekliliği vurgulanabilir (Forman ve Selly, 2001:2).

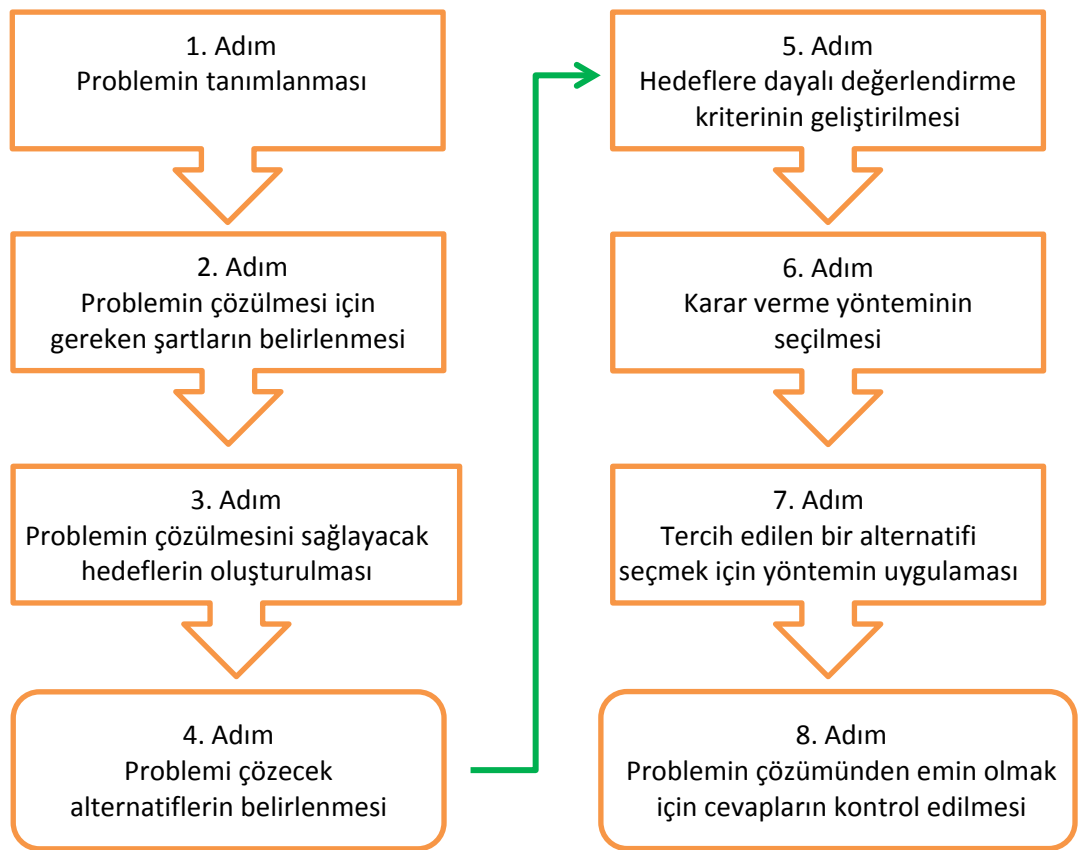
1.2. KARAR VERME SÜRECİ

Karar verme, belirli bir başlangıç noktasından itibaren farklı iş, faaliyet ve düşüncelerin işleme sokularak sonunda ilgili durum veya faaliyete uygun seçimin yapıldığı bir süreç olarak ele alınabilir (Koçel, 2011:113). Kabul edilen karar verme süreci kullanıldığında ve sürece dâhil olan herkes açık bir şekilde belirtildiğinde iyi kararlara en iyi şekilde ulaşılabilir. Açık ve şeffaf bir karar verme süreci ise karar vericilerin net bir şekilde cevaplamalarını sağlayacak soruların hazırlanıp sunulmasına bağlıdır (Baker vd., 2002:1). Karar verme süreci ile ilgili temelde birbirine benzeyen birkaç yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki Simon tarafından sunulan karar verme sürecidir. Simon’a göre karar verme süreci üç adımdan oluşmaktadır. İlk adım, problem veya fırsatların belirlenip tanımlandığı istihbarat (intelligence) adımıdır. İkinci adım, ilk adımda oluşturulan problem veya fırsatlara, alternatiflerin belirlendiği ya da tasarlandığı tasarım (design) adımıdır. Üçüncü adım ise belirlenen alternatifler arasından tercih yapıldığı seçim (choice) adımıdır (Simon, 1960:40-43).

Daha sonraki yıllarda Simon’ın karar verme sürecinden biraz daha kapsamlı bir karar verme süreci Hill vd. (1979) tarafından yapılmıştır. Hill vd.’nin yapmış oldukları çalışmada karar verme sürecinin altı adımda gerçekleştirildiği söylenmiştir. Birinci adımda, problem tanımlanır. İkinci adımda, çözüm için alternatifler oluşturulur. Üçüncü adımda, risk ve faydaların belirlenmesiyle alternatifler ölçülür. Dördüncü adımda, alternatifler arasından seçim yapılmasına yardımcı olacak karar ağaçları, karar matrisleri, doğrusal programlama, doğrusal regresyon, oyun teorisi gibi tekniklerle karar yardım uygulamaları gerçekleştirilir. Beşinci adımda en iyi

alternatif seçilir. Altıncı ve son adımda ise uygulama yapılır. Bu adımlar en iyi karar verilene kadar bir döngü halinde sürekli tekrar eder (Hill vd., 1979:21).

Hill vd.'nin karar verme sürecine benzer bir başka yaklaşım da Baker vd. (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir. Baker vd. karar verme sürecinin Şekil 1.1'de görüldüğü üzere sekiz adımda gerçekleştiğine değinmiştir. Ayrıca karar vericilerin karar verme sürecinin başında belirlenmesinin problemin tanımı, gereksinimleri, hedefleri ve kriterleri hakkındaki anlaşmazlığı azaltacağı savunulmuştur (Baker vd., 2002:2).



Şekil 1.1. Karar Verme Sürecinin Adımları

Problemi tanımlama iyi bir karar vermedeki en önemli adımlardan biridir. Şekil 1.1'de ikinci adımda bahsedilen gereksinimler, probleme kabul edilebilir herhangi bir çözüm getirilmesi için gereken şartlardır. Üçüncü adımdaki hedefler, niyet ve arzu edilen program niteliğindeki değerlerin geniş açıklamalarıdır. Bunun için düşük maliyet, düşük kamu riski, işçiye etki eden radyolojik etkiyi azaltmak vb. örnekler verilebilir. Dördüncü adımdaki alternatifler, başlangıçtaki koşulu istenilen koşulla değiştirmek için farklı yaklaşımlar sunulmasını sağlar. En iyi alternatif

hedefe en yakın olanlardan biri olacaktır. Bu nedenle beşinci adımda alternatifler arasından ayrılacak olan karar kriteri hedefe dayalı olmalıdır. Altıncı adım, karar verme yönteminin belirlendiği adımdır. Yedinci adımda alternatifler, sayısal yöntemler, nitel yöntemler ya da bunların herhangi bir kombinasyonu ile değerlendirilir. Sekizinci adım ise karar verme sürecinde, problemin çözümüne ulaşıp gerekli kontrollerin yapıldığı son adımdır (Baker vd., 2002:3-5).

Karar verme sürecinin en iyi bilinen dallarından biri çok kriterli karar vermedir (Triantaphyllou, 2000:1). Bir sonraki başlıkta çok kriterli karar verme detaylı bir şekilde incelenmektedir.

1.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), birbiriyle çelişen çoklu kriterler arasından karar vermeye karşılık gelir (Hwang ve Yoon, 1981:1). Zionts'a (1979:94) göre ÇKKV, çoklu ve birbiriyle çelişen kriterlerin yer aldığı gerçekleştirilmek istenen problemlerin çözümüne verilen genel isimdir. ÇKKV'nin temel amacı, birbiriyle çelişen çeşitli kriterleri dikkate alarak çok kriterli bir karar probleminin çözümünde ilerlemeyi mümkün kılmak adına bir araç ile karar vericilere yardımcı olmaktır (Zardari vd., 2015:9).

ÇKKV problemleri günlük hayatta insanların sıkça karşılaştığı durumlardır. Bu durumlara hayatın içinden birçok örnek verilebilir. Kişisel hayatta, bir iş seçiminde; iş yerinin konumu, maaşı, terfi olanakları, saygınlığı, çalışma koşulları vb. kriterler iş seçimini etkileyen kriterlerdir ve bu kriterlere dayalı karar verme durumu söz konusudur. Otomobil satın alımında da benzer şekilde otomobil fiyatı, yakıt tasarrufu, tasarım, güvenlik, konfor vb. birçok kritere göre karar verme durumu ile karşılaşılır. İş hayatında, bir şirket yöneticisinin kurumsal stratejisinde; toplum sorumluluğu, kurum imajı, işçi - işveren ilişkileri, pazar payı, iyi niyet, hisse senedi fiyatı vb. birçok kriter arasından doğru seçimin yapılması belli bir süre şirketin kazancını etkileyebilir. Akademik alanda, üniversite yöneticisinin üniversitenin gelecekteki yapılandırılmalarıyla ilgili seçimi; eğitim düzeyi, lisans kaydı, yüksek lisans kaydı, yeni programlar ve fakülte sayısına bağlı olacaktır. Kamusal bağlamda, bir toplum için su kaynakları geliştirme planı; maliyet, su sıkıntısı olasılığı, enerji, rekreasyon, sel önleme, arazi ve orman kullanımı, su kalitesi vb. kriterlerin değerlendirilmesine bağlıdır. Hükümet bağlamında ise Ulaştırma Bakanlığı için;

seyahat süresi, gidiş – geliş süreleri, ücret maliyeti vb. kriterler dikkate alınarak bunları minimize edecek bir yol izlenebilir (Hwang ve Yoon, 1981:1-2).

Görüldüğü üzere ÇKKV, çok geniş çapta bir uygulama alanına sahiptir. Bu kadar çok çeşit problem yapısına sahip olmasına rağmen ÇKKV problemlerinin çoğunda ortak olan bazı özellikler bulunmaktadır. Çoklu amaç (objective) veya nitelikler (attributes), kriterler arası çatışma/çelişki, kıyaslanamaz birimler, tasarım veya seçimler ÇKKV problemlerinin ortak özellikleridir. Bu özellikler birer cümle ile şöyle açıklanabilir: Çoklu amaç veya nitelikler; ÇKKV problemlerinde karar vericinin her bir problemin ayarı için kriter veya hedefleri oluşturması gerekir. Kriterler arası çatışma/çelişki; çoklu kriterlerin genellikle birbiriyle çelişmesi durumudur. Örneğin, bir otomobil tasarımında yakıt tüketiminin minimize edilmesi için küçük yolcu yerinin olmasına rağmen konfor oranı da azaltılabilir. Kıyaslanamaz birimler; otomobil seçim örneği dikkate alındığında, yakıt tüketimi, konfor ve fiyat gibi birimlerin birbirinden farklı olan kriterlere sahip olmasıdır. Tasarım veya seçimler; ÇKKV problemlerinin çözümü için ya iyi alternatif tasarımı ya da önceden belirtilen sonlu sayıdaki alternatifler arasından seçim yapma eyleminin gerçekleştirilmesidir (Hwang ve Yoon, 1981:2).

Triantaphyllou, Hwang ve Yoon'un ÇKKV problemleri için belirtmiş olduğu ortak özelliklere alternatifler, kriter ağırlıkları ve karar matrisi gibi birkaç özelliği daha eklemiştir. Alternatifler genellikle karar vericiye kullanılabilir farklı eylem seçimleri sunmaktadır. Kriter ağırlıkları, ÇKKV yöntemlerinin çoğunda kriter önemlerini belirlerken kullanılır. Karar matrisi, ÇKKV probleminin kolay bir matris biçiminde ifade edilmesini sağlar (Triantaphyllou, 2000:1-2).

1.3.1. Çok Kriterli Karar Vermenin Sınıflandırılması

ÇKKV problemleri amaç ve nitelik olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (Lu vd., 2007:18). Bu yüzden ÇKKV problemleri Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olmak üzere genel olarak kabul görmüş iki kategoriye ayrılmıştır (Hwang ve Yoon, 1981:3; Zimmerman, 2001:352; Triantaphyllou, 2000:1; Lu vd., 2007:18).

1.3.1.1. Çok Amaçlı Karar Verme

ÇAKV problemlerinin amacı, ölçülebilir bir dizi amacın kabul edilebilir bir seviyeye ulaştırılıp tanımlanmış kısıtlamalar ve çeşitli etkileşimler dikkate alınarak karar vericiyi tatmin edecek en iyi alternatifi belirlemektir. ÇAKV, alternatifleri önceden belirlenmiş olan problemlerle ilişkili değildir (Hwang ve Yoon, 1981:3). Karar alanı sürekli olan karar problemleri ÇAKV çalışmasıdır (Triantaphyllou, 2000:1). ÇAKV problemleri, karar vericilerin amaçlarını en çok tatmin ve optimize eden alternatifleri içerir (Lu vd., 2007:19). ÇAKV problemlerinin ortak özellikleri;

- Ölçülebilir bir dizi amacın bulunması
- İyi tanımlanmış bir dizi kısıtların olması
- Belirtilen ölçülebilir amaçlar ve belirtilen ya da belirtilmeyen ölçülemez amaçlar arasından doğrudan veya dolaylı olarak bazı ödünleşim bilgilerinin elde edilmesi sürecinin bulunması

şeklinde sıralanabilir. Bu yüzden ÇAKV, ÇNKV'nin seçim problemleri ile ilişkili olmasının aksine tasarım problemleri ile ilişkilidir (Hwang ve Yoon, 1981:3).

1.3.1.2. Çok Nitelikli Karar Verme

ÇAKV problemlerinin tam aksine ÇNKV problemlerinde karar alternatifleri önceden belirlenmektedir. Karar alanı ayrık olan karar problemleri de ÇNKV çalışmasıdır (Triantaphyllou, 2000:1). Önceden belirlenmiş sonlu sayıdaki alternatifler, ÇNKV'nin ayırt edici bir özelliğidir. Alternatifler, nihai kararda rolü olan niteliklerin (ölçülebilir olmak zorunda değildir) başarı düzeyi ile ilişkilendirilmiştir. Nihai alternatiflerin seçimi, iç (inter) ve ara (intra) nitelik karşılaştırmaları yardımıyla yapılır (Hwang ve Yoon, 1981:3). ÇNKV problemlerindeki nitelikler alternatiflerin, performans parametreleri, özellikleri veya kalitesidir. Bir ÇNKV problemi, alternatiflerin nitelikleri açısından tanımlı, önceden belirlenmiş alternatifler havuzundan en iyi alternatifin seçimini gerektirir (Lu vd., 2007:19). ÇNKV'nin temel özelliği, niteliklerin başarı seviyesi ile ilişkili önceden belirlenmiş alternatiflerin sonlu sayıda olmasıdır (Lu vd., 2007:29). ÇAKV ve ÇNKV arasındaki temel farklar Tablo 1.1'de belirtilmiştir.

Tablo 1.1. ÇAKV ve ÇNKV Karşılaştırılması

	ÇNKV	ÇAKV
Kriter	Nitelikler tarafından	Amaçlar tarafından
Amaç	Açık bir şekilde	Üstü kapalı bir şekilde
Nitelik	Üstü kapalı bir şekilde	Açık bir şekilde
Kısıt	Aktif değil	Aktif
Alternatif	Sonlu sayıda ve ayrık	Sonsuz sayıda ve sürekli
Karar verici ile iletişim	Az	Çok
Kullanım	Seçim/Değerlendirme	Tasarım

Kaynak: Hwang ve Yoon, 1981:4.

1.3.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Kriter, hem nitelik hem de amaç kavramını içeren genel bir terimdir. Bu yüzden ÇKKV, hem çok amaçlı hem de çok nitelikli karar vermeyi kapsayan terim olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın konusu ÇNKV problemlerinde ağırlık belirleme yöntemlerinin karşılaştırılmasıdır. Literatürde ÇNKV terimi çoğunluklu ÇKKV ile eşanlamli kullanılır (Malczewski, 2006:709; Lu vd., 2007:18). Bu çalışmada da aksi belirtilmedikçe ÇNKV, ÇKKV olarak kullanılmıştır. ÇKKV problemlerinin alternatifleri önceden belirlenmiş ve sonlu sayıda olduğu varsayılır. Bu tür bir problemi çözmek tasarım sürecinin tersi olan seçim süreci uygulanarak gerçekleştirilir (Malczewski, 2006:709).

ÇKKV teknikleri çoklu kriterler tarafından tanımlanan alternatifleri değerlendirmek için geliştirilmiştir (Lu vd., 2007:31). Hwang ve Yoon (1981) karar vericilerden alınan bilgilerin belirgin özelliklerine ve türüne göre ÇKKV yöntemlerini 17 sınıfa ayırmıştır. Daha sonra Yoon ve Hwang tarafından yeni bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmada yöntemler öncelikle karar vericiden alınan bilgi türlerine göre gruplandırılmıştır. Eğer hiçbir bilgi verilmemişse “Baskınlık” yöntemi kullanılır. Çevre hakkında bilgi verilmişken iyimserlik hâkimse “Maksimaks” yöntemi, kötümserlik hâkimse “Maksimin” yöntemi kullanılır. Eğer nitelikler hakkında bilgi verilirse, karar vericiden elde edilen belirgin özellikler ve yöntemler daha fazla gruba uygulanır (Yoon ve Hwang, 1995:5). ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırılması Tablo 1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2. ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

	Karar Vericiden Gelen Bilgi Türü	Bilginin Belirgin Özelliği	Yöntemin Temel Sınıfı
ÇKKV	Bilgi Yok		Baskınlık
	Çevre Hakkında Bilgi	Kötümser	Maksimin
		İyimser	Maksimaks
	Nitelik Hakkında Bilgi	Standart Seviye	Bağlaştırıcı Yöntem
			Ayrıştırıcı Yöntem
		Sıralı	Sözlüksel Sıralama Yöntemi
	Temel		Basit Toplam Ağırlıklandırma
TOPSIS			
		ELECTRE	
		Medyan Sıralama Yöntemi	
		AHP	

Kaynak: Yoon ve Hwang, 1995:6.

1.3.3. ÇKKV Problemlerinde Ağırlıkların Yeri ve Kullanımı

ÇKKV yöntemlerinin birçoğu hesaplama sürecinde kriter ağırlıklarını kullanır. Bu kriter ağırlıkları alternatiflerin genel tercihlerini ölçmede önemli rol oynar. Çünkü farklı hesaplama kurallarına sahip ÇKKV yöntemleri farklı şekillerde bu ağırlıkları kullanır (Zardari vd., 2015:14). Bir başka deyişle; ÇKKV problemleri, önemleri karar vericilere göre değişen kriterleri içerir. Bundan dolayı da kriterlerin göreceli önemleri hakkında bilgi gereklidir. Genellikle her bir kritere ağırlık atanmasıyla bu durum sağlanır. Ağırlıkların türetilmesi, karar verici tercihlerinin

ortaya çıkarılmasındaki merkezi adımdır (Malczewski, 1999:177). Bu nedenle farklı ÇKKV yöntemlerinde kullanmak için farklı ağırlık belirleme yöntemleri geliştirilmiştir (Zardari vd., 2015:14).

Ağırlık, söz konusu kritere diğer kriterlere göre önemini gösteren bir değerin atanması olarak tanımlanabilir. Bu durumda daha büyük ağırlık, genel anlamda daha önemli bir kriter demektir. Kriterleri değerlendirmek için ağırlıkları atamanın önemi;

- Her bir kriter için varyasyon aralığındaki değişikliklere
- Önem derecelerinin farkının bu varyasyon aralığına bağlı olmasıdır (Kirkwood, 1997'den aktaran Malczewski, 1999:177).

Ağırlık değerleri, verilen bir kriterin maksimum ve minimum değerleri arasındaki farka ve kriter değerlerinin aralığına bağlıdır. Kriter ağırlığı, artan veya azalan sıralamayla isteğe bağlı olarak küçük veya büyük olabilir. Ağırlıklar, genellikle toplamları bire eşit olacak şekilde normalleştirilir (Malczewski, 1999:177-178).

ÇKKV yöntemlerinde kriterlerin ağırlıklarını belirlemek, ÇKKV problemlerinin nihai sonuçları için önemli bir adımı temsil etmektedir. Bu kriter ağırlıklarını belirlemek için de birçok ağırlıklandırma yöntemi geliştirilmiştir (Zardari vd., 2015:23). Bu çalışma ağırlık belirleme yöntemlerinin ÇKKV problemlerindeki önemine binaen hazırlanmış olduğu için ÇKKV yöntemlerinin detayına girilmemiştir. Çalışmanın esas konusu ağırlık belirleme yöntemleri ile ilgili olduğundan bir sonraki bölümde ağırlık belirleme yöntemleri detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

2. BÖLÜM: AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ

ÇKKV yöntemlerinde ağırlıkların sonuca büyük etkisi olduğu için kriterlerin ağırlıklarını atamak önemli bir adım olarak görülmektedir. Bu bağlamda geliştirilmiş birçok ağırlık belirleme yöntemi bulunmaktadır. Ağırlık belirleme yöntemlerinin esas amacı; ÇKKV yöntemlerinde kriterlerin göreceli önemlerini belirlemek için farklı kriterlere kardinal veya sıra değerlerinin atanması olarak tanımlanmıştır. Bu kriter değerlerinin ÇKKV problemlerinde ki alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanıldığı bilinmektedir (Zardari vd., 2014:23). Ağırlık belirleme yöntemlerinde kriter ağırlıkları belirlenirken karar matrisinden, kriterlerin sıra bilgisinden, matematiksel formül veya modellerden, karar vericilerin öznel yargılarından vb. birçok bilgidен faydalanılabilir. Bunlar göz önüne alınarak ağırlık belirleme yöntemleri için birkaç sınıflandırma yapılmıştır. Weber ve Borherding'in (1993:2) çalışmasında ağırlık belirleme yöntemlerinin istatistiksel veya cebirsel, bütünsel veya ayrışık, doğrudan veya dolaylı olarak sınıflandırabileceğine değinilmiştir. Tzeng vd.'nin (1998:343) yaptıkları çalışmada ağırlık belirleme yöntemleri yapısal modellerine bakılarak öznel ve nesnel ağırlıklandırma modelleri şeklinde ikiye ayrılmıştır. Jia vd. tarafından (1998:87) yapılan çalışmada ağırlık belirleme yöntemleri karar verici yargılarında kullanılan özelliklere göre ikiye ayrılmıştır. Salınım, Ödünleşim vb. yöntemlerde olduğu gibi karar verici yargılarında oran ölçeği özelliği kullanılan yöntemler "Oran Ağırlıkları yöntemleri (Ratio Weights methods)"; Sıralama Toplamı ve Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıklar yöntemi gibi karar verici yargılarından yalnızca kriterlerin sıra bilgisini kullanan ağırlık belirleme yöntemleri "Derece-Sıralama yöntemleri (Rank-Order methods)" olarak sınıflandırılmıştır. Eşit Ağırlıklar yöntemi ise bu sınıflandırmaların dışında tutulmuştur. Eshlaghy ve Radfar'ın (2006:1091) yaptıkları çalışmada ağırlık belirleme yöntemleri için yeni bir sınıflandırma geliştirilmiştir. Bu sınıflandırmada ağırlık belirleme yöntemleri içsel (internal) ve dışsal (external) yöntemler olmak üzere iki genel kategoriye ayrılmıştır. İçsel yöntemler, kriter önemlerini belirlemede karar verme matrisinin ve karar verme matrisinin içindeki sayısal ve sayısal olmayan yapıların yer aldığı ancak karar vericinin hiçbir rolünün olmadığı yöntemlerdir. Dışsal yöntemler ise kriter önemlerini belirlemede karar vericinin kesin olarak yer aldığı ancak karar verme matrisinin bulunmasında bir zorunluğun olmadığı yöntemler olarak tanımlanmıştır. Wang vd.'nin (2009:2271) yaptıkları çalışmada ise

ağırlık belirleme yöntemleri öznel, nesnel ve karma ağırlık belirleme yöntemleri olarak üç gruba ayrılmıştır. Öznel ağırlık belirleme yöntemleri, kriter ağırlıklarının yalnızca karar vericinin tercihleri tarafından belirlendiği yöntemlerdir. Nesnel ağırlık belirleme yöntemleri, kriter ağırlıklarını belirlemede matematiksel modellerin kullanıldığı yöntemlerdir. Öznel ağırlık belirleme yöntemlerinin nesnel ağırlık belirleme yöntemlerine göre nispeten daha iyi olduğu düşünülürken; öznel ağırlık belirleme yöntemlerindeki kriter değerlerinin yalnızca karar vericiler tarafından belirlenmesinin de bazı hatalara yol açtığı bilinmektedir. İki yönteminde mükemmel olmadığı düşünülerek bu iki yöntemin birleşiminden oluşan entegre ağırlık belirleme yöntemleri geliştirilmiş ve bunlar da Wang vd.'nin çalışmasında karma ağırlık belirleme yöntemleri adı altında toplanmıştır. Benzer şekilde Ahn'ın (2011) çalışmasında da ağırlık belirleme yöntemleri öznel, nesnel ve karma ağırlık belirleme yöntemleri olmak üzere üçe ayrılmıştır. Bu çalışmada özellikle öznel ağırlık belirleme yöntemleri üzerine çalışılacağı için diğer ağırlık belirleme yöntemlerinin yalnızca tanımlarına yer verilmiştir.

2.1. ÖZNEL AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Öznel ağırlık belirleme yöntemleri, karar vericinin tercihlerine bağlı olarak kriter ağırlıklarının belirlendiği yöntemlerdir (Tzeng vd., 1998:344; Wang vd., 2009:2271; Ahn, 2011:552). Aşağıda çok kriterli karar verme ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan en popüler öznel ağırlık belirleme yöntemleri anlatılmıştır.

2.1.1. Doğrudan Puanlama Yöntemi

Doğrudan Puanlama yöntemi (Direct Rating method), karar verici tarafından niteliklerin göreceli önemlerinin doğrudan sayısal değerlerinin atanmasıdır (Roberts ve Goodwin, 2003:292). Karar verici kriterlerin göreceli önemlerini atarken Likert ölçeğine benzer şekilde 1-5, 1-7, 1-10 ya da 0-100 gibi sayı değerlerini kullanabilir (Hajkowicz vd., 2000:507; Bottomley vd., 2000). Bu yöntemin uygulanması için bir birkaç yol vardır. Örneğin, bu yaklaşımların birinde, karar verici kendisine göre en düşük öneme sahip kriterin göreceli önemini (10 puan vermek zorunda değil)10 puan olarak atar. Sonra ondan daha önemli olan sıradaki kriteri belirleyip, bu kriterin bir öncekinden ne kadar daha önemli olduğuna karar verir. Bu şekilde sırasıyla tüm

kriterleri kendinden bir önceki kriterle karşılaştırarak üst sınır olmaksızın hepsine puan verir (Roberts ve Goodwin, 2003:292).

Bir diğer yaklaşım ise salınım yöntemi ağırlıklarını kullanarak ağırlıkları elde etmektir. Karar vericiden en kötü seviyeden en iyi seviye geçmesini en çok istediği kritere ham ağırlık olarak 100 puan vermesi istenir. Bu şekilde sırasıyla kötünden iyiye geçmesini istediği her bir kriter için maksimum ağırlığı 100 olan bu ölçek üzerinden ilgili kriterlere ham ağırlıklar atanır (minimum ham ağırlık 0'dır). Sonunda ise ağırlıklar toplamı 1 ya da 100 olacak şekilde normalleştirilir (Roberts ve Goodwin, 2003:292; Goodwin ve Wright, 2004).

2.1.2. İkili Karşılaştırma Yöntemi

İkili Karşılaştırma yöntemini 18.Yüzyılda muhtemelen ilk tanımlayan kişi Ramon Llull'dur. Llull, ikili karşılaştırmaları bir eleme yöntemi olarak kullanmıştır (Colomer, 2011:319; Kulokowski vd., 2014:1124). Aynı zaman diliminde Condorcet ve Fechner'ın da bu yöntemle çalışmaları olmuştur. Young'un 1988'de yayımlanan çalışmasından görüldüğü üzere ikili karşılaştırmalar, 18. Yüzyıl Condorcet oylama teorisinin temelini oluşturur (Young, 1988). 1860'da Fechner bu yöntemi bilimsel bir yöntem olarak kullanmıştır (Kakiashvili vd., 2012:211). 20. yüzyıla gelindiğinde İkili Karşılaştırma yöntemi, psikometri ve psikofizik (Thurstone, 1994), ekonomi (Peterson ve Brown, 1998) ve oy kullanma sistemi (Tideman, 1987) gibi daha birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır (Kulokowski, 2013). Thurstone, 1927 yılında bu yöntemi "karşılaştırmalı yargılar kuralı" olarak belirtmiştir (Kakiashvili vd., 2012:211). İkili Karşılaştırma yöntemi, sıralama ve veri tutarsızlık düzeyini hesaplamak için etkili yöntemler sağlayan ve çok sayıda kriterle baş edebilen analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemini tanıtan Saaty sayesinde popülerlik kazanmıştır (Saaty, 1977, Kulokowski vd., 2014:1124). Saaty'nin 1977 yılında yayımlanan çalışması sayesinde hiyerarşi ve tutarsızlık indeksinin sunulmasıyla İkili Karşılaştırma yöntemi gerçek yaşam uygulamalarında kullanılabilir hale gelmiştir. Bir kararın karşılaştırılmasında standardın olmadığı ve doğrudan ölçümün mümkün veya uygun olmadığı durumlarda (örneğin, sosyal becerilerin ölçülmesinde belirli bir kıstasın olmaması gibi) bu yöntem uygulama boyutunda önemli bir yere sahiptir (Kakiashvili vd., 2012:11).

İkili Karşılaştırma yöntemi için “n” tane alternatifin göreceli ağırlıklarının (bir oran ölçeğine bağlı olduğu varsayılan) ikili olarak karşılaştırılmak istendiği varsayalım. Alternatifler A_1, A_2, \dots, A_n ve bilinmeyen ağırlıkları da sırasıyla w_1, w_2, \dots, w_n olarak atansın. İkili karşılaştırmalar, aşağıdaki gibi bir matris ile temsil edilebilir:

$$A = \begin{array}{c|cccc} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \hline A_1 & w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ A_2 & w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ A_n & w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{array} \quad (2.1)$$

Bu matris, her yerde pozitif olan ve elemanlarının tersinin alınması (reciprocal) özelliğini karşılayan $a_{ij} = 1/a_{ji}$ elemanlarına sahiptir. A matrisi ağırlıkların transpozu olan $w^T \equiv (w_1, \dots, w_n)$ vektörü ile çarpıldığında nw vektörüne eşit olduğu görülür. Böylece problem;

$$Aw = nw \quad (2.2)$$

halini alır. (2.2) ifadesi de

$$(A - nl)w = 0 \quad (2.3)$$

şeklinde yazılabilir. Burada w ağırlıklarının bulunabilmesi için (2.3) denkleminin çözülmesi gerekir. Sistemin sıfırdan farklı bir çözümü varsa ancak ve ancak o zaman “n”, A matrisinin özdeğeridir. Yani “n”, A karakteristik denkleminin bir köküdür. Ayrıca her satır, ilk satırın sabit bir çarpımı olduğundan A matrisi birim sıraya sahiptir. Yani A matrisi satırları birbirinin bir skaler katı olan bir matristir. Aynı zamanda;

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = tr(A) \equiv \text{diagonal elemanların toplamı} = n \quad (2.4)$$

olduğu bilinir. Bu sebeple $\lambda_{max} = n$ ve $\lambda_i = 0$, $\lambda_i \neq \lambda_{max}$ dır. λ_{max} A matrisinin en büyük özdeğeridir (Saaty, 1977:235-236). Buradan yola çıkarak (2.3) denklemi;

$$(A - \lambda_{max}I)w = 0 \quad (2.5)$$

şeklinde ifade edilebilir. (2.5) denkleminin λ_{max} esas alınarak çözülmesiyle w özvektörü elde edilir (Tzeng ve Huang, 2011:18). Elde edilen w özvektörü kriterlerin önem sıralamalarının belirlenmesini sağlar (Cheng ve Li, 2004). Bunun dışında ikili karşılaştırmalarda kullanılmak üzere 25 farklı ölçek arasından tutarlılığının en iyisi olması sebebiyle Saaty'nin 9'lu Likert ölçeği kullanılmaktadır (Saaty, 1977:247). Ayrıca, öznel algıların tutarlılığını ve göreceli ağırlıkların doğruluğunu sağlamak için Tutarlılık İndeksi (Consistency Index(CI)) ve Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio(CR)) olmak üzere iki indeks önerilmektedir. Tutarlılık indeksi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (2.6)$$

Burada λ_{max} daha önceden de belirtildiği gibi en büyük özdeğerdir, n ise toplam kriter sayısıdır. Saaty, 1980 yılında yapmış olduğu çalışmada güvenilir bir sonuca ulaşılması için CI değerinin 0,1'i aşmaması gerektiğini belirtmiştir. Tutarlılık oranı ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$CR = CI/RI \quad (2.7)$$

Burada RI (Random Consistency Index), "Rassal Tutarlılık İndeksi" ni temsil etmektedir. Farklı boyuttaki matrislere (n) göre RI değerleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir (Tzeng ve Huang, 2011:18).

Tablo 2.1. Rastgele Tutarlılık İndeksi

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rastgele Tutarlılık İndeksi	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56

Kaynak: Tzeng ve Huang, 2011:18.

Güvenilir sonuçlara ulaşılması için tutarlılık oranının 0,1'in altında olması gerekirken, tolere edilebilir maksimum seviyesi 0,2'dir (Tzeng ve Huang, 2011:19).

İkili Karşılaştırma yönteminde tutarlılığın hesaplanması büyük bir öneme sahiptir. Örneğin, herhangi bir problemde X kriteri ile Y kriteri karşılaştırıldığında X kriterinin Y kriterinden 2 kat daha önemli olduğu düşünülün. Y kriteri ile Z kriteri karşılaştırıldığında Y kriterinin Z kriterinden 4 kat daha önemli olduğu düşünülün. O halde X ile Z kriteri karşılaştırıldığında karar verici tarafından X kriterinin Z kriterinden 8 kat daha önemli olduğu düşünülmelidir. Karşılaştırma sonucuna 8 değeri verildiği takdirde de tutarlılık sıfır çıkacaktır. Ancak 8 yerine 7 kat önemli olduğu düşünülse tutarlılık 0,00191, bu önem 6 olarak düşünülse 0,00885, 4 olarak düşünülüğünde 0,05156, 3 olarak düşünülüğünde ise tutarlılık 0,10370 değerini alarak 0,1 eşik değerinden büyük olacaktır (Yıldırım ve Önder, 2014:31-32). Görüldüğü üzere karar verici tarafından verilen değerler olması gereken değerden uzaklaştıkça İkili Karşılaştırmanın tutarlılığı da belli ölçüde bozulmaktadır. Bunun önüne geçilmesi ve güvenilir sonuçların elde edilmesi açısından tutarlılık oranı İkili Karşılaştırma yönteminde ciddi bir yere sahiptir.

2.1.3. Max100 ve Min10

Bottomley ve Doyle (2001:555) çalışmalarında Doğrudan Puanlama yöntemini iki farklı şekilde kullanmışlardır. Bunların ilkinde, karar verici 0-100 değer aralığına sahip bir ölçek üzerinden kendisine göre en önemli gördüğü kriterle 100 puan verir. Sonra da sırasıyla diğer tüm kriterleri en önemli gördüğü kriterle karşılaştırarak göreceli önemlerine göre kriterlere 0-99 arasında puanlar verir. Diğerinde ise, karar verici en önemsiz gördüğü kriterle 10 puan verir. Daha sonra diğer kriterlerin her birini en önemsiz kriterle karşılaştırarak göreceli önemlerine göre kriterlere puan verir ve puanlamada üst sınır yoktur.

Ayrıca Bottomley ve Doyle bu çalışmalarında ilk kullanım sürecini “Max100”, ikinci kullanım sürecini ise “Min10” olarak adlandırmıştır.

İlk bakıldığında bu iki süreç SMART ve SMARTS yöntemleri ile aynı olarak düşünülebilir. Ancak tamamıyla aynı değildir. SMART için kriterler önce önem sırasına göre sıralanır sonra en önemsiz kritere 10 puan verilir. Min10 sürecinde sıralama yoktur. SMARTS yönteminde ise geliştirilmek istenen en önemli kritere 100 puan verilirken salınım yönteminden yararlanılır. Yani en kötüden en iyiye geçirmek istenen kritere 100 puan verilir. Max100 sürecinde ise doğrudan en önemli görülen kritere 100 puan verilir (Bottomley ve Doyle, 2001:554).

2.1.4. Ödünleşim Yöntemi

Literatürde “Trade-Off Analysis” olarak bilinen Ödünleşim yöntemi önceliklerin belirlenerek karar vericinin alternatif çiftleri arasında tercih yapmasına dayanır. Bu yaklaşımda karar verici bir seferde 2 kriteri göz önünde bulundurarak 2 alternatifin (A ve B denilebilir) karşılaştırmasını yapar ve hangi alternatifin seçilmesi gerektiğine karar verir. Karar verici özellikle de A alternatifinin B’ye veya B alternatifinin A’ya tercih edilip edilmeyeceğine ya da iki alternatif arasında tercih yapılıp yapılamayacağına karar vermek zorundadır. Böyle kararlar verilirken, çeşitli kriterlere ne kadar ağırlık atanacağı sonucu çıkarılabilir. Karar vericinin tercih önceliğini herhangi 2 kriter arasında diğer kriterlere bağlı olmadan yapması bu yöntemin arkasındaki kritik varsayımdır (Malczewski, 1999; Strager, 2002:9; Öztürk ve Batuk, 2007:91).

Yöntemin daha iyi anlaşılabilmesi adına şöyle bir örnek verilebilir: Pazar alışverişi yapmaya giden bir müşteri karar verici olarak düşünölsün. Müşterinin bir manavdan toplamda üç kilo olacak şekilde domates ve salatalık alacağı varsayölsün. Müşterinin böyle bir durumda vereceğı karar oldukça önemlidir. Şöyle ki; müşteri domatesin çok olmasını isterse salatalıktan az almak zorunda kalacaktır. Eğer salatalık çok olsun isterse domatesten fedakârlık etmek durumunda kalacaktır. Yani müşteri, hangi sebzeyi daha çok isterse toplamda üç kilo sebze alacağı için diğerinden belli bir oranda fedakârlık yapması gerekecektir

2.1.5. Puan Dağıtım Yöntemi

Puan dağıtım yöntemi (Point Allocation method) karar vericinin kriterlerin göreceli önemleri belirlemek üzere sahip olduğu puan bütçesini kriterlere uygun olarak dağıtması şeklinde yapılır (Roberts ve Goodwin, 2003:292). Örneğin karar vericiden 100 puanın kriterler arasında göreceli önemlerine uygun olarak dağıtılması istenebilir (Bottomley vd., 2000:508; Roberts ve Goodwin, 2003:292). Böyle bir durumda kriterlerin ağırlıkları toplamı zaten 100 olduğundan normalleştirme işlemi yapılmasına da gerek kalmamaktadır (Roberts ve Goodwin, 2003:292). Bu kullanımı sayesinde puan dağıtım yöntemi en az işlemle kriter ağırlıklarının belirlenmesine olanak sağlar.

Puan Dağıtım yönteminde ağırlıkların en kısa yoldan elde edilmesiyle kolay bir yöntem olduğu düşünülebilir ancak karar vericinin elindeki puan bütçesine göre kriterlere istediği gibi puan vermesi Doğrudan Puanlama yönteminde olduğu kadar kolay değildir. Doyle vd.'ne (1997) göre her ne kadar Doğrudan Puanlama yöntemiyle Puan Dağıtım yöntemi birbirine yakın yöntemler gibi gözükse de puan dağıtım yönteminde karar vericinin kriterlerin göreceli önemlerini belirlerken bir kriterin önemini ya da ağırlığını arttırmak için bir başka kriterin önemini azaltmak zorunda olması (Hajkowicz vd., 2000:507) bu yöntemin doğrudan belirleme yönteminden daha zor olduğunu gösterir (Doyle vd., 1997:65).

2.1.6. Salınım Yöntemi

“Swing” olarak bilinen yöntem Türkçe’de kavramsal olarak salınım, sallanma, yön değiştirme ve bir durumdan başka bir duruma geçme gibi anlamları ifade etmektedir. Bu yöntemde kriterleri kötü seviyeden iyi seviyeye geçirme durumu söz konusu olduğundan ve literatürde salınım/iyileştirme (Çınar, 2004) şeklinde de yer aldığı için bu çalışmada Salınım yöntemi olarak kullanılmaktadır. Salınım yönteminde, karar vericiden bir alternatifin tüm kriterlerinin en kötü seviyede olduğu varsayılan bir durumu düşünmesi istenmektedir. İlk olarak karar vericiden bu kriterler arasından en iyiye dönüştürmek istediği ya da gelişmesini en çok istediği kriterin ağırlığına 100 puan vermesi istenir. Sonrasında kötüden iyiye değiştirmek istediği ikinci en önemli kritere 100’den az olacak şekilde 0-100 arasında kriter ağırlığını ataması istenir. Sırasıyla tüm kriterlere aynı işlem uygulanır.

Son olarak verilen kriter ağırlıkları toplamı bire eşit olacak şekilde normalleştirilir (Poyhonen ve Hamalainen, 2001:571; Roberts ve Goodwin, 2003).

Yöntemin biraz daha iyi anlaşılabilmesi için şöyle bir örnek verilebilir: Optimum seviyede iş yapabilecek bir yere ofis açmak istenildiği düşünülün. Karar verici ofis açılacak yer için önemli olduğunu düşündüğü altı kriter belirtmektedir. Bunlar; ofisin potansiyel müşteriye yakınlığı, alan görünürlüğü (ofisin insanların geçerken rahatça görebilecekleri bir yerde olması daha çok iş yapma fırsatı sunar), ofis yerinin imajı (ofis arka sokakta çürüyen bir binada olursa bu olumsuz imaj oluşturur ve iş kaybına sebep olabilir), konfor, boyut (ofisin çalışan ve müşteri bakımından uygun büyüklükte olması) ve otopark imkânıdır. Yöntemin uygulanabilmesi için öncelikle karar vericiden ofisin merkezden çok uzakta, imajının, bulunduğu mevkiinin ve boyutunun çok kötü olması şeklinde tüm kriterlerin en kötü düzeyde olduğunu varsayması istenmektedir. Sonra karar vericiye; “Eğer bir kriteri en iyi seviye getirebilecek olsaydın hangisini seçerdin?” şeklinde sorulur. Karar vericinin müşteriye yakınlığı seçtiği varsayılın. Bu durumda istenilen değişiklik yapıldıktan sonra ikinci olarak en iyiye taşınmak istenen kriter seçilir ve bu işlem kalan tüm kriterler için aynı mantıkla uygulanarak aşağıdaki gibi bir sıralama oluşturulur.

1. Müşteriye yakınlık
2. Görünürlük
3. İmaj
4. Konfor
5. Boyut
6. Otopark imkânı

Sıralama oluşturulduktan sonra müşteriye yakınlığın ağırlığı 100 olarak belirlenir. Görünürlük kriterinin ağırlığı için karar vericiden bu kriterle müşteriye yakınlık kriterinin karşılaştırılması istenir. Bu karşılaştırmada karar vericinin, görünürlüğün müşteriye yakınlığa göre iyileştirmedeki önemini %80 olarak düşündüğü varsayılın. Bu durumda görünürlük kriterinin ağırlığı 80 olarak atanır. Benzer şekilde imajın müşteriye yakınlığa göre iyileştirmedeki önemi %70 olarak düşünülürse, imajın ağırlığı da 70 olarak atanır. Bu süreç kalan tüm kriterler için aynı şekilde uygulandığında Tablo 2.2’deki sonuç elde edilir. Aşağıda görüldüğü gibi

kriterlerin ağırlıkları toplamı 310'a eşit olur ve kriter ağırlıkları geleneksel olarak normalleştirilir (Goodwin ve Wright, 2004:32-42).

Tablo 2.2. Kriterlerin Normalleştirilmiş Ağırlıklar Tablosu

Kriterler	Ağırlıklar	Normalleştirilmiş Ağırlıklar(*)
Müşteriye yakınlık	100	32
Görünürlük	80	26
İmaj	70	23
Boyut	30	10
Konfor	20	6
Otopark imkânı	10	3
TOPLAM	310	100

(*) Normalleştirilmiş ağırlıklar hesaplamının sonucu sayı değerleri yuvarlama yapılarak yazılmıştır.

Kaynak: Goodwin ve Wright, 2004:42.

Tablo 2.2' de ağırlıklar toplamı 100 olacak şekilde normalleştirilmiştir. Salınım yöntemiyle ilgili yapılan bazı çalışmalarda (Poyhonen ve Hamalainen, 2001; Goodwin ve Wright, 2004) ağırlıkların normalleştirilmesi, toplamı 100 veya toplamı 1 olmak üzere iki farkı şekilde yapılmıştır. Bu kullanımların sonuca değiştirmede bir etkisi olmadığı da aşikârdır.

2.1.7. SIMOS

Simos, ağırlıkların sayısal değerlerini bir dizi kart yardımıyla belirleyecek basit bir yöntem sunmuştur. Bu yaklaşımdaki temel yeniliği, her kriter ile oyun kartı büyüklüğünde bir kartın ilişkilendirilmesi oluşturmaktadır (Simos, 1990a, b'den aktaran Figueira ve Roy, 2002). Bu yöntem karar verme problemleriyle ilgili geniş bir kullanım alanına da sahiptir (Shanian vd., 2008; Ashari ve Parsaei, 2014). Simos'un 1990 yılında geliştirmiş olduğu yöntemin uygulama adımları aşağıda verilmiştir.

1. Her kartın üzerinde bir kriterin yazılı olduğu bir dizi kart, karar verici veya uzman kadroya verilir. Kartların üzerinde herhangi bir numara ya da değer bulunmamaktadır. Bu kartların yanında hepsi aynı boyutta olan bir dizi de boş beyaz kart verilir. Beyaz kartların sayısı karar verici kadronun ihtiyacına göre değişebilir.
2. Karar vericiden kartları en önemsizden en önemliye doğru sıraya sokması istenir. Oluşan düzende, ilk sırada yer alan kriter en az öneme sahipken

son sıradaki kriter en çok öneme sahip kriterdir. Karar vericiye göre aynı öneme sahip bazı kriterler varsa bu aynı öneme sahip kartlar bir ataç ya da lastik yardımıyla bir arada tutularak grup oluşturulur.

3. Karar vericinin, art arda gelen iki kriter veya iki kriter grubunun sıralamada birbirine daha fazla ya da daha az yakın olmasının önemi hakkında düşünmesi istenir. Ağırlıkları belirlemek için art arda gelen kriter ya da kriter grupları arasındaki küçük veya büyük farkları dikkate almak gerekir. Kriter ya da kriter grupları arasındaki bu farkları belirtmek için de karar vericiden art arda gelen kriterler arasına beyaz kart konulması istenir. Bu iki kriter ya da kriter grubu arasına konulan beyaz kartın sayısı arttıkça kriterlerin önemleri arasındaki farkta artmaktadır. İki kriter arasına beyaz kart konulmaması, iki kriterin aynı öneme sahip olduğunu göstermez. Birbirini izleyen ağırlıklar arasındaki fark beyaz kart olmaması halinde bir birim olarak “u” olduğu düşünülürse, arada bir beyaz kart olduğunda “iki kere u”, iki beyaz kart olduğunda “üç kere u” anlamına gelmektedir.
4. Beyaz kartların buldukları pozisyonlar da dikkate alınarak en önemsizden en önemliye doğru sıralama yapılır (Eş öneme sahip olan kriterler aynı sırada yazılır).
5. Her kritere ve beyaz karta bir pozisyon atanır. En az nitelikli karta pozisyon 1, bir sonraki karta pozisyon 2 diyerek tüm atamalar yapılır (Pozisyon atarken aynı öneme sahip kriterlere de numara verilir).
6. Bir sırada bulunan kriterlerin pozisyonlarının toplamı o gruptaki toplam kriter sayısına bölünerek normalleştirilmemiş ağırlıklar bulunur.
7. Normalleştirilmemiş ağırlıkların her birinin tüm pozisyonların toplamına bölünüp 100 ile çarpılması sonucu normalleştirilmiş ağırlıklar elde edilir. Pozisyonların toplamı hesaplanırken beyaz kartların pozisyon değerleri dikkate alınmaz. Normalleştirilmiş ağırlıklar, ondalık kısımları yuvarlama yapılarak tam sayı değeri şeklinde yazılır (Simos, 1990a, b’den aktaran Figueira ve Roy, 2002:319-320).

SIMOS yönteminin daha iyi anlaşılması için şöyle bir örnek verilebilir: On tane kriter verildiği düşünölsün. Bu kriterlerin kolay anlaşılır olması açısından “a, x, b, y, T, f, m, n, o, z” şeklinde olduğu varsayölsün. Kriterlerin her biri karar vericiye

kartlarda yazılı olarak verilir ve karar vericiden bu kartları en önemsizden en önemliye doğru sıralaması istenir. Karar vericinin sırayı Tablo 2.3'deki gibi belirlemiş olduğu varsayılınsın.

Tablo 2.3. Kriterlerin Yazılı Olduğu Kartların Sıralama Tablosu

Sıra	Kriter ya da kriter grupları	Sıradaki kart sayısı
1	{x}	1
2	{T}	1
3	{f, m}	2
4	{y}	1
5	Beyaz Kart	1
6	{o, n, z}	3
7	{a}	1
8	{b}	1

Tablo 2.3'de yapılan önem sırasına göre “f, m” ve “o, n, z” kriterlerinin eşit önemde olduğu görülmektedir. Ayrıca dördüncü sıradaki kriter ile altıncı sıradaki kriter grubu arasında bir beyaz kart bulunmaktadır. Art arda gelen kriterler arasındaki önem farkının “5” birim olarak kabul edildiği varsayılınsın. Bu durumda dördüncü ve altıncı kriter arasında bir beyaz kart bulunması, altıncı kriter grubunun dördüncü kriterden “2 x 5” birim olmak üzere “10” birim daha önemli olduğunu göstermektedir. Ancak bu “10” birimlik önem farkı ağırlıklar hesaplanırken hesaba katılmamaktadır. Beyaz kartlar ve art arda gelen kriter ya da kriter grupları arasındaki önem farkı karar vericinin kriterler arasındaki önem derecelerini daha iyi anlaması açısından önem taşımaktadır. SIMOS yöntemiyle Tablo 2.3'deki sıralamadan yararlanılarak yukarıda anlatılmış olan son üç adımın uygulanmasıyla normalleştirilmiş ağırlıklar elde edilir.

Tablo 2.4. Kriter Ağırlıklarının SIMOS Yöntemine Göre Hesaplanması

Kriter ya da kriter grupları	Kart sayıları	Pozisyonlar	Normalleştirilmemiş ağırlıklar	Normalleştirilmiş ağırlıklar	Toplam
{x}	1	1	1	$\frac{1}{60} \times 100 \approx 1,667 \rightarrow 2$	$1 \times 2 = 2$
{T}	1	2	2	$\frac{2}{60} \times 100 \approx 3,333 \rightarrow 3$	$1 \times 3 = 3$
{f, m}	2	3, 4	$\frac{3+4}{2} = 3,5$	$\frac{3,5}{60} \times 100 \approx 5,833 \rightarrow 6$	$2 \times 6 = 12$
{y}	1	5	5	$\frac{5}{60} \times 100 \approx 8,333 \rightarrow 8$	$1 \times 8 = 8$
Beyaz Kart	1	6*
{o, n, z}	3	7, 8, 9	$\frac{7+8+9}{3} = 8$	$\frac{8}{60} \times 100 \approx 13,333 \rightarrow 13$	$3 \times 13 = 39$
{a}	1	10	10	$\frac{10}{60} \times 100 \approx 16,667 \rightarrow 17$	$1 \times 17 = 17$
{b}	1	11	11	$\frac{11}{60} \times 100 \approx 18,333 \rightarrow 18$	$1 \times 18 = 18$
Toplam	11	60			99

(*)beyaz kartın pozisyon değeri pozisyonlar toplamına dahil edilmemiştir.(\approx) işareti "yaklaşık değer" anlamına gelmektedir. (\rightarrow) işareti ondalıklı sayının yuvarlama yapılmış sonucunu göstermektedir.

Tablo 2.4'de görüldüğü üzere kriter ağırlıklarının kart sayıları ile çarpılarak toplanması sonucu 100 çıkmamasının sebebi yuvarlamadır. Böylece SIMOS yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiş olur. Karar vericinin çıkan sonuçtan tatmin olması durumunda ağırlıkların değerine göre bir seçim yapılabilir ya da bu ağırlıklar birçok kriterli karar verme yönteminde kullanılarak daha tatmin edici bir sonuca ulaşılmaya çalışılabilir (Ashari ve Persaei, 2014).

2.1.8. Sıralama Yöntemi

Karar verici kriter ağırlıklarını tam bilmediğinde yaklaşık kriter ağırlıklarını belirlemek için birkaç yöntem ileri sürülmüştür (Barron ve Barrett, 1996a:1516). Sıralama bilgisinin önemsiz olduğu ve ağırlıklar hakkında hiçbir bilgiye sahip olmadığı varsayılarak inşa edilen Eşit Ağırlıklar (Equal Weights) yöntemi bunların en basitidir (Dawes ve Corrigan, 1975). Eşit Ağırlıklar yönteminin uygulanabilmesi için (2.11) numaralı eşitlik kullanılır.

$$w_j = \frac{1}{n}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (2.11)$$

n = kriter sayısı.

Kriter ağırlıklarını belirlemek için bir başka basit yöntem de Sıralama (Ranking) yöntemidir. Bu yöntemde kriterlerin önemlerine göre en önemliden en önemsiz doğru sıralanması esas alınır (Strager, 2002:5). Karar vericinin tercihinine göre belirlenmiş olan bu sıralamadan yola çıkarak ağırlıkları farklı şekillerde belirlemek için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- Sıralama Toplamı (Rank Sum (RS))
- Sıralamanın Tersinin alınması (Rank Reciprocal (RR))
- Sıralamanın Kuvvetlerinin alınması (Rank Exponent (RE))
- Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları (Rank-Order Centroid (ROC) Weights)

Stillwell vd.'nin (1981) çalışmasında sıralama bilgisi kullanımını özel kılan yaklaşık ağırlıkları belirlemek için birkaç formül önerilmiştir. Bunların ilki olan Sıralama Toplamı yönteminde ağırlıklar, her bir kriterin bulunduğu sıranın sıralama toplamına bölünerek normalleştirilmesiyle elde edilir. $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_n \geq 0$, olacak şekilde n tane ağırlık olduğu varsayılırsa kurala göre en önemli kriterin ağırlığı, $n/(\text{sıralama toplamı})$ ve en önemsiz kriterin ağırlığı ise $1/(\text{sıralama toplamı})$ olarak hesaplanır.

Genel olarak Sıralama Toplamı yönteminde ağırlıklar,

$$w_i(RS) = \frac{n - r_i + 1}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)} \quad (2.12)$$

formülü yardımıyla hesaplanır (Stillwell vd., 1981:67; Barron ve Barrett, 1996a:1516). Burada;

w_i = i. kriter için normalleştirilmiş ağırlık

n = kriter sayısı (j = 1,2,...,n)

r_i = kriterin sırasıdır.

Benzer yaklaşım Sıralamanın Tersinin alınması yönteminde bulunmaktadır. Bu yöntemde ağırlıklar, her bir kriterin önem sırasındaki sırasının tersi alınıp sıralama terslerinin toplamına bölünerek normalleştirilmesiyle elde edilir. Ağırlıkların hesaplanmasında,

$$w_i(RR) = \frac{1/r_i}{\sum_{j=1}^n 1/r_j} \quad (2.13)$$

formülü kullanılır (Stillwell vd., 1981:68; Roberts ve Goodwin, 2003:293; Barron ve Barrett, 1996a:1516).

Stillwell vd.'nin (1981) çalışmasında üçüncü yöntem Sıralamanın Kuvvetlerinin alınması yöntemidir. Bu yöntemde karar vericinin en önemli kriterin ağırlığını 0-1 aralığında belirlemesi gerekmektedir. Belirlenmiş olan bu ağırlık,

$$w_i(RE) = \frac{(n - r_i + 1)^z}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)^z} \quad (2.14)$$

formülünde işleme konular ve “z” iteratif (tekrarlı) yöntemle elde edilir. z belirlendikten sonra, diğer kriterler için ağırlıklar hesaplanabilir. Bu yöntemde z = 0 için tüm kriterler eşit ağırlığa sahip olur ve z = 1 için ise ağırlıklar, sıralama toplamı

yönteminde elde edilen ağırlıklarla aynı olur (Stillwell vd., 1981:68; Barron ve Barrett, 1996a:1517).

Bir başka sıralama yöntemi ise Barron'un 1992 yılında yaptığı çalışmada bir vekil ağırlıklandırma yöntemi olarak önerilen Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları yöntemidir (Barron, 1992). Burada $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_n \geq 0$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ şeklinde olan ağırlıklar simpleksin köşe noktalarından hesaplanır. Simpleksin köşe noktaları $e_1 = (1, 0, \dots, 0)$, $e_2 = (1/2, 1/2, 0, \dots, 0)$, $e_3 = (1/3, 1/3, 1/3, 0, \dots, 0)$, ... , $e_n = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)$ olarak tanımlansın. Bu köşe noktaları koordinatlarının ortalamaları alınarak merkezi koordinatları yani ağırlıkları bulunur. Ağırlıklar,

$$w_i(ROC) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.15)$$

formülüyle bulunur (Barron ve Barrett, 1996a:1517).

Örneğin, $n = 4$ için 2. ve 3. sıradaki kriterlerin derece-sıralama merkezi ağırlıklar yöntemine göre ağırlıkları, $w_2 = (0 + 1/2 + 1/3 + 1/4)/4 = 0,271$ ve $w_3 = (0 + 0 + 1/3 + 1/4)/4 = 0,146$ olarak hesaplanır.

Aşağıda Tablo 2.5, 2.6 ve 2.7'de eşit ağırlıklar, sıralama toplamı, sıralamanın tersinin alınması, sıralamanın kuvvetlerinin alınması ve derece-sıralama merkezi (ROC) ağırlıkları yöntemlerinin kriter sayılarına göre ağırlıkları verilmiştir.

Tablo 2.5. Kriter Ağırlıklarının “n = 4” için Sıralama Yöntemlerine Göre Hesaplanması

	Eşit Ağırlıklar		Sıralama Toplamı		Sıralamanın Tersinin Alınması		Sıralamanın Üssü Kuvvetlerinin Alınması		Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları	
	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık
Kriter Önem Sırası		1/n	$(n - r_j + 1)$	$w_i = \frac{n - r_i + 1}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)}$	$(1/r_j)$	$w_i = \frac{1/r_i}{\sum_{j=1}^n 1/r_j}$	$(n - r_j + 1)^z$ z = 2	$w_i = \frac{(n - r_i + 1)^z}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)^z}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$	$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$
1		0,250	4	0,400	1	0,480	16	0,533	2,083	0,521
2		0,250	3	0,300	0,500	0,240	9	0,300	1,083	0,271
3		0,250	2	0,200	0,333	0,160	4	0,133	0,583	0,146
4		0,250	1	0,100	0,250	0,120	1	0,033	0,250	0,062
		1	10	1	2,083	1	30	1	4	1

Tablo 2.6. Kriter Ağırlıklarının “n = 6” için Sıralama Yöntemlerine Göre Hesaplanması

	Eşit Ağırlıklar		Sıralama Toplamı		Sıralamanın Tersinin Alınması		Sıralamanın Üssü Kuvvetlerinin Alınması		Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları	
	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık
Kriter Önem Sırası		1/n	$(n - r_j + 1)$	$w_i = \frac{n - r_i + 1}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)}$	$(1/r_j)$	$w_i = \frac{1/r_i}{\sum_{j=1}^n 1/r_j}$	$(n - r_j + 1)^z$ $z = 2$	$w_i = \frac{(n - r_i + 1)^z}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)^z}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$	$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$
1		0,167	6	0,286	1	0,408	36	0,396	2,450	0,408
2		0,167	5	0,238	0,500	0,204	25	0,275	1,450	0,242
3		0,167	4	0,19	0,333	0,136	16	0,176	0,950	0,158
4		0,167	3	0,143	0,250	0,102	9	0,099	0,617	0,103
5		0,167	2	0,095	0,200	0,082	4	0,044	0,367	0,061
6		0,167	1	0,048	0,167	0,068	1	0,010	0,167	0,028
		1	21	1	2,450	1	91	1	6	1

Tablo 2.7. Kriter Ağırlıklarının “n = 8” için Sıralama Yöntemlerine Göre Hesaplanması

	Eşit Ağırlıklar		Sıralama Toplamı		Sıralamanın Tersinin Alınması		Sıralamanın Üssü Kuvvetlerinin Alınması		Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları	
	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık	Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık
Kriter Önem Sırası		1/n	$(n - r_j + 1)$	$w_i = \frac{n - r_i + 1}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)}$	$(1/r_j)$	$w_i = \frac{1/r_i}{\sum_{j=1}^n 1/r_j}$	$(n - r_j + 1)^z$ $z = 2$	$w_i = \frac{(n - r_i + 1)^z}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)^z}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$	$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$
1		0,125	8	0,222	1	0,368	64	0,314	2,718	0,340
2		0,125	7	0,194	0,500	0,184	49	0,240	1,718	0,215
3		0,125	6	0,167	0,333	0,123	36	0,176	1,218	0,152
4		0,125	5	0,139	0,250	0,092	25	0,123	0,885	0,111
5		0,125	4	0,111	0,200	0,074	16	0,078	0,635	0,079
6		0,125	3	0,083	0,167	0,061	9	0,044	0,435	0,054
7		0,125	2	0,056	0,143	0,053	4	0,020	0,268	0,033
8		0,125	1	0,028	0,125	0,046	1	0,005	0,125	0,016
		1	36	1	2,718	1	204	1	8	1

2.1.9. SMART

Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART), 1977 yılında Edwards tarafından kriter ağırlıklarının ve tüm alternatiflerin sıralanması süreci olarak tanımlanmıştır (Edwards, 1977). Yöntemin ilk iki adımında karar çevresi ve problemleri tanımlanır. Üç ve dördüncü adımlarda alternatifler ve değerlendirilecek kriterler belirlenip, beşinci adımda kriterler önem sırasına göre sıralanırlar. Altıncı adımda en önemsiz olduğu düşünülen kritere 10 puan verilip daha önemli olan kriterler, kendinden önce gelen kriterlerle karşılaştırılarak 10'dan yüksek puan atanacak şekilde (puan için üst sınır yoktur) göreceli önemleri belirlenir. Yedinci adımda, altıncı adımda verilen puanların her biri, puanların toplamına oranlanarak kriter ağırlıkları elde edilmiş olur. Eşitlik (2.16)'dan görüldüğü gibi bu işlem sonucunda kriter ağırlıkları toplamı 1'e eşit olur. Eşitlikte yer alan "n" kriter sayısını, " w_j^* " j. kriterin göreceli ağırlığını temsil etmektedir. " w_j " ise j. kriterin normalleştirilmiş ağırlığıdır.

$$w_j = \frac{w_j^*}{\sum_{j=1}^n w_j^*} \quad (2.16)$$

Sekizinci adımda her bir kriter için değerlendirilen alternatiflerin skorları 0-100 değer aralığında belirlenir. Dokuz ve onuncu adımlarda ise $U_k = \sum_j w_j u_{kj}$ formülü yardımıyla normalleştirilmiş ağırlıkları ile alternatiflerin sekizince adımda bulunan skorları işleme sokularak elde edilen sonuçlardan en yüksek değere sahip alternatif seçilir (Edwards, 1977:328-330; Olson, 1996:35-36).

Edwards ve Barron 1994 yılında yaptıkları çalışmada SMARTS (SMART using Swings) ve SMARTER (SMART Exploiting Ranks) olmak üzere SMART'dan biraz daha gelişmiş iki yöntem sunmuşlardır. SMART'tan farklı olarak karar vericiye kriterler sıralama yaptırılmadığı gibi SMARTS'da salınım yöntemi, SMARTER'da ise derece-sıralama merkezi (ROC) yardımı ile kriterleri ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilir (Edwards ve Barron, 1994; Wang vd., 2009; Riabacke vd., 2012:13).

2.1.10. SWARA

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi ilk kez Kersulienne vd. tarafından 2010 yılında sunulmuştur. SWARA yöntemi uzman

görüşlerini veya kriter oranlarının önemi hakkında birbiriyle uyuşmayan görüşleri içermektedir (Kersulienne vd., 2010:243.; Kersulienne ve Turskis, 2011:654). SWARA’da kriter ağırlıklarını belirlemek için önem farklılıklarının tahmin edilmesi sağlanır (Kersulienne vd. 2010:249).

SWARA’nın uygulanışı genel olarak açıklanacak olursa; birinci adımda, karar problemi için belirlenmiş olan kriterler uzmanlar tarafından önemlerine göre sıralanır. İkinci adımda, uzmanların belirlemiş olduğu sıraların ortalamaları alınarak genel sıra belirlenir. Üçüncü adımda, her bir uzman tarafından j . kriterin $(j+1)$. kriterden ne kadar daha önemli olduğu belirlenir ve önem farkı yüzde 5’in katları olacak şekilde atanır. Dördüncü adımda, uzmanların atadıkları önem farklarının ortalamaları alınarak artarda gelen kriterler arasındaki genel önem farkları (s_j) belirlenir. Beşinci adımda, ilk kriterle bir değeri atanırken diğer kriterlerin değerleri genel önem farklarına bir eklenerek yazılır. Altıncı adımda, ilk kriterin değeri bir olarak kalırken; diğer kriterlerin değerleri, bir önceki kriter değerinin beşinci adımdaki kendi sırasına denk gelen kriter değerine bölünerek hesaplanır. Son olarak yedinci adımda, bir önceki adımda elde edilen kriter değerleri toplamlarına bölünerek normalleştirilmiş nihai kriter ağırlıkları elde edilir (Kersulienne vd., 2010; Zolfani ve Bahrami, 2014). Örnek olarak K1, K2, K3 ve K4 olmak üzere dört kriterin SWARA yöntemine göre değerlendirilmek istendiği varsayılınsın. İlgili kriterlere ilk üç adımın uygulanmış olduğu düşünülerek dördüncü adım ve sonrası aşağıda verilen Tablo 2.8’de gösterilmiştir.

Tablo 2.8. SWARA Yönteminin Örnek Bir Uygulama Tablosu

	4. Adım	5. Adım	6. Adım	7. Adım
Kriterler	Genel önem farkları (s_j)	Katsayı ($k_j = s_j + 1$)	Yeniden hesaplanan ağırlıklar ($w_j = x_{j-1}/k_j$)	Normalleştirilmiş nihai ağırlıklar ($q_j = w_j/\sum w_j$)
K4		1	1	0,307
K2	0,157	1,157	0,864	0,266
K1	0,164	1,164	0,743	0,228
K3	0,148	1,148	0,647	0,199
TOPLAM	0,469	4,469	3,254	1

SWARA yöntemi uzmanlardan veri toplama ve koordinasyon için yararlı olarak görülmektedir. Ayrıca, uzmanların kolayca birlikte çalışabileceği ve karmaşık olmayan bir yöntem olarak düşünülmektedir. Bu yöntemin karar vermede ki en önemli avantajı, bazı problemlerde kriter sırasını değerlendirmek için hiçbir şeye ihtiyaç duymaması ve öncelikleri, ülke ya da şirket politikalarına dayandırması olarak ifade edilmektedir (Zolfani vd., 2013:7117; Zolfani ve Bahrami, 2014:540). Yukarıda verilen bilgilere dayanarak SWARA yönteminin uygulamasında bir grup uzmanın verdikleri karar değerlerinin ortalamalarından faydalandığı görülmektedir. Bu çalışmada ise SWARA yönteminin uygulamasında ikinci ve dördüncü adımlar uygulanmayıp bunların yerine karar vericilerden elde edilen üçüncü adımdaki değerler kullanılarak beşinci adımdan devam edilmiştir. Böylece SWARA yöntemi bireysel anlamda kullanılmıştır. Bu açıdan bakıldığında da çalışmaya yenilik kattığı düşünülmektedir.

2.2. NESNEL AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Kriter ağırlıklarını, karar vericinin tercihlerini dikkate almadan matematiksel modelleri çözümlenerek belirleyen yöntemler “nesnel ağırlık belirleme yöntemleri” olarak tanımlanmıştır (Wang, 2009:2271; Ahn, 2001:552).

2.3. KARMA AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Nesnel ağırlık belirleme yöntemlerinin öznel ağırlık belirleme yöntemleri kadar iyi olmadığı düşünülmesi ve öznel ağırlık belirleme yöntemlerinin yalnızca karar verici veya karar vericilerden elde edilen tercih bilgilerine dayandırılarak ağırlıkların belirlenmesinden dolayı belli bir hata payının olması gerekçesiyle, öznel ve nesnel ağırlık belirleme yöntemlerinin birleşiminden oluşan ağırlık belirleme yöntemleri “karma ağırlık belirleme yöntemleri” olarak tanımlanmıştır (Wang vd., 2009:2271; Zardari vd., 2014:23).

3. BÖLÜM: AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Ağırlık belirleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı ilk çalışma Eckenrode tarafından 1965 yılında yapılmıştır. Bu alandaki çalışmaları Schoemaker ve Waid (1982), Fischer (1995), Barron ve Barrett (1996), Leon (1997), Jia vd. (1998), Bottomley vd. (2000), Bottomley ve Doyle (2001), Poyhonen ve Hamalainen (2001) takip etmiştir. Bu çalışmalarda, ağırlık belirleme yöntemlerinin güvenilirlikleri, kullanım kolaylıkları, tatmin düzeyleri, gerçek hayata uygulanabilirlikleri ve dağılım aralıkları karşılaştırılmıştır. Yukarıda belirtilen çalışmalar uygulanma alanları ve kullanım yaklaşımları gibi açılardan birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Bu çalışmalar anket yardımıyla yapılan çalışmalar, simülasyon yardımıyla yapılan çalışmalar, anket ve simülasyon yardımıyla yapılan çalışmalar olmak üzere üçe ayrılabilir. Tablo 3.1’de yukarıda bahsi geçen çalışmalar ve daha fazlası kullanılan yöntemlere göre kronolojik sırada verilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde öncelikle Tablo 3.1’de verilen çalışmalar kullandıkları yöntemlere göre üç başlık altında açıklanmıştır, ardından diğer çalışmalara ve ulaşılan sonuçlara değinilmiştir.

Tablo 3.1. Ağırlık Belirleme Yöntemlerinin Karşılaştırıldığı Çalışmalar

Yazar	Yılı	Karşılaştırılan Ağırlık Belirleme Yöntemleri	Kullanılan Yöntem
Eckenrode	1965	Sıralama Yöntemi, Doğrudan Puanlama Yöntemi, Kısmi İkili Karşılaştırma I, Kısmi İkili Karşılaştırma II, Tam İkili Karşılaştırma, Ardışık Karşılaştırmalar	Anket
Schoemaker ve Waid	1982	Çoklu regresyon, AHS, Ödünleşim Yöntemi, Puan Dağıtımı Yöntemi, Eşit Ağırlıklar Yöntemi	Anket
Fischer	1995	Ödünleşim Yöntemi, Salınım Yöntemi, Doğrudan Puanlama Yöntemi.	Anket
Leon	1997	SMART, SMARTS, GRAPA	Anket
Hajkowicz vd.	2000	Puan Dağıtımı Yöntemi, Doğrudan Puanlama Yöntemi, Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları Yöntemi, Grafikselsel Ağırlıklandırma Yöntemi, İkili Karşılaştırma	Anket
Poyhonen ve Hamalainen	2001	AHS1, AHS2, AHS3, AHS4, Puan Dağıtımı Yöntemi, Salınım Yöntemi, SMART, Ödünleşim Yöntemi	Anket
Ginevicius ve Podvezko	2004	Sıralama Yöntemi, Doğrudan Yaklaşım Yöntemi, Dolaylı Yaklaşım Yöntemi, İkili Karşılaştırma	Anket
Barron ve Barrett	1996	Eşit Ağırlıklar Yöntemi, Sıralama Toplamı, Sıralamanın Tersinin Alınması, Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları Yöntemi	Simülasyon
Jia vd.	1998	Eşit Ağırlıklar Yöntemi, Doğrudan Puanlama Yöntemi, Sıralama Toplamı, Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları Yöntemi	Simülasyon
Roberts ve Goodwin	2002	Sıralama Toplamı, Sıralamanın Tersinin Alınması, Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları Yöntemi, Derece-Sıralama Dağıtımı Yöntemi	Simülasyon
Doyle vd.	1997	SMART, SMARTS, GRAPA	Anket ve Simülasyon
Bottomley vd.	2000	Doğrudan Puanlama Yöntemi ve Puan Dağıtımı Yöntemi	Anket ve Simülasyon
Bottomley ve Doyle	2001	Doğrudan Puanlama Yöntemi, Max100 ve Min10	Anket ve Simülasyon

3.1 ANKET YARDIMIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Ağırlık belirleme yöntemlerinin birbiriyle karşılaştırıldığı ilk çalışma Eckenrode tarafından 1965 yılında 24 kişilik bir örnekleme anket yapılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Sıralama, Doğrudan Puanlama, Kısmi İkili Karşılaştırma I (Partial Paired Comparisons I), Kısmi İkili Karşılaştırma II (Partial Paired Comparisons II), Tam İkili Karşılaştırma (Complete Paired Comparisons) ve Ardışık Karşılaştırmalar (Successive Comparisons) olmak üzere altı yöntem, güvenilirlik ve anketi yanıtlama süresi bakımından birbirleriyle karşılaştırılmıştır (Eckenrode, 1965:180). Kısmi İkili Karşılaştırma I, İkili Karşılaştırma matrisinin yalnızca üst üçgen kısmı kullanılarak, karar vericinin üstün olan kriterin numarasını ilgili bölüme yazmasıyla gerçekleştirilen bir yöntemdir. Kısmi İkili Karşılaştırma II, tüm kriterlerin ikili karşılaştırmaları yazıldıktan sonra ikililerden üstün olanların belirlenmesiyle gerçekleştirilen bir yöntemdir. Tam İkili Karşılaştırmaların bilinen ikili karşılaştırma yönteminden ayrılan tarafı; ikili karşılaştırma matrisinin tümünün üstün olan kriter numaralarının yazılmasıyla gerçekleştirilmesidir. Ardışık Karşılaştırmalar yönteminin ilk adımında; kriterler önemliden önemsiz doğru sıralanır. İkinci adımda; en önemli kriter 1 puan verilir, geri kalanlar da 0-1 arasında puanlandırılır. Üçüncü adımda; Kriter puanları kontrol edilir, eğer puanlandırmanın doğru olduğu düşünülüyorsa en önemli kriter diğer kriterlerin puanları toplamından daha büyük yeni bir puan atanır. Eğer puanlandırmanın yanlış olduğu düşünülüyorsa en önemli kriter diğer kriterlerin puanları toplamından küçük yeni bir puan atanır. Daha sonra önem sırasına göre diğer tüm kriterler için aynı işlem uygulanır (Eckenrode, 1965:181-182). Çalışmada özel hava savunma geliştirme sistemi, genel hava savunma geliştirme sistemi ve bu alanlarda çalıştırılacak personel seçimi olmak üzere 3 ayrı deney grubu tasarlanmıştır. İlk deney grubunda hava savunma sistemi üzerinde analitik çalışmalar yürüten 6 personelden askeriyedeki özel hava savunma sisteminde sıklıkla bulunan ekonomi, erken uygulanabilirlik, öldürücülük, güvenilirlik, hareketlilik ve asker güvenliği kriterlerinin göreceli önemlerini belirtmesi istenmiştir. İkinci deney grubunda aynı kriterleri hava savunma sistemi tasarımı problemlerinde tecrübeli 12 personelden önceki deneyimlerine dayanarak değerlendirmeleri istenmiştir. Üçüncü deney grubunda ise insan kaynakları yönetiminde oldukça deneyimli olan 6 personelden ilgili alana eleman alımı için iş deneyimi, teknik yeterlilik ve mali planlama yeteneği, iş planlaması yeteneği, müşteri

ve personel ile ilgilenme yeteneği kriterlerinin göreceli değerlerinin belirlenmesi istenmiştir. Çalışmanın uygulandığı kişilerin sekizi doktora, on iki tanesi yüksek lisans, üç tanesi lisans ve bir tanesi lise mezunu olup, hepsi 4 ile 20 yıl arasında profesyonel deneyime sahip kişilerdir (Eckenrode, 1965: 180-181). Yapılan üç deney sonucunda her bir deneyin yöntemler tarafından elde edilen ortalama kriter ağırlıklarına bakılarak, ağırlık setleri arasındaki tutarlığı ölçmek için Kendall'ın uyumluluk katsayısı kullanılmıştır (Eckenrode, 1965: 185). İkili olarak yöntemler arasındaki korelasyonun incelenmesinin yanı sıra üç deney sisteminde de yöntemlerin standart sapmalarına, dağılım aralıklarına ve kullanım sürelerine bakılmıştır. Ayrıca anket sonunda karar vericilere hangi yöntemin daha güvenilir hissettirdiği, hangi yöntemin kullanımının daha kolay olduğu ve hangi yöntemin kullanımının zor olduğu soruları da sorulmuştur. Çalışmanın sonucunda güvenilirlik açısından tüm yöntemlerin hemen hemen birbiriyle aynı seviyede olduğu gözlemlenirken, kullanım kolaylığı bakımından da ilk sırada Sıralama, ikinci sırada ise Kısmi İkili Karşılaştırma II yöntemi yer almıştır (Eckenrode, 1965).

Schoemaker ve Waid'in 1982 yılında yapmış oldukları çalışmada Çoklu Regresyon, AHS, Ödünleşim, Puan Dağıtımı ve Eşit Ağırlık yöntemleri olmak üzere beş farklı yöntemin ağırlıklarının ve tahmin yeteneklerinin araştırılmasının yanında yöntemlerin karar vericilere göre güvenilirlikleri ve uygulamada ki zorlukları da karşılaştırılmıştır (Schoemaker ve Waid, 1982:182). Çalışmada elde edilen modellerin açıklayıcı gücünden ziyade tahmin yeteneklerine odaklanılması, ilgili kriterleri sıralamak yerine ikili seçimlerden yararlanılması, yalnızca basit bir yöntem varyasyon testi uygulamak ya da iki-üç tane basit yöntemi karşılaştırmaktan ziyade o döneme kadar ulaşabilen önemli yöntemlerin karşılaştırılmasının yapılması, zorluk ve güvenilirlik bakımından yöntemlerin denekler üzerindeki etkisinin incelenmesi ve az sayıda bir örnekleme değil de, parasal teşvik yardımıyla büyük sayıda örneklem kullanılması çalışmanın ayırt edici yanlarıdır. (Schoemaker ve Waid, 1982:183). Sözel akademik yeterlilik, sayısal akademik yeterlilik, lise diploma ortalaması ve müfredat dışı etkinlik kriterlerinin yer aldığı üniversite başvurularının yöntemlere göre değerlendirilmesi için iki ayrı deney grubu hazırlanmıştır. İlk grup; Pensilvanya Üniversitesi'nde yaz okulu alan ve yaş ortalamaları 22 olan 34 kişilik üniversite öğrencilerinden oluşturulmuştur. İkinci grup; Wharton'da yaş ortalamaları 19 olan ve karar bilimine giriş dersini alan 36 kişilik ikinci sınıf öğrencilerinden

oluşturulmuştur (Schoemaker ve Waid, 1982:188). Uygulama sonucunda yapılan analizlerde Çoklu Regresyon, Analitik Hiyerarşi ve Ödünleşim yöntemlerinin ortalama ağırlıkları arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Ortalamalar üzerindeki en iyi tahmini, Puan Dağıtımı, Çoklu Regresyon ve Ödünleşim yöntemlerinin yaptığı gözlemlenmişken, en kötü tahmini Analitik hiyerarşi ve Eşit Ağırlık yöntemlerinin yaptığı görülmüştür. Yöntemler arasında en dar dağılım aralığına sahip yöntemin puan dağıtımı yöntemi olduğuna değinilmiştir. Özellikle Analitik Hiyerarşi ve Ödünleşim yöntemlerinin diğerlerinden daha karmaşık ve daha az güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır (Schoemaker ve Waid, 1982).

1995 yılında Gregory W. Fischer tarafından yapılan çalışmada Ödünleşim, Salınım ve Doğrudan Puanlama yöntemleri ağırlıkların dağılım aralıklarının hassasiyeti açısından karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada başlangıç maaşları ve bir yılda verilen toplam tatil günlerinin yer aldığı iki farklı meslek seçimi senaryosu ile ilgili Tablo 3.2 dikkate alınarak, karar vericilerden temel olarak her bakımdan benzer olan üç iş teklifi arasından seçim yapması istenilmiştir (Fischer, 1995:252).

Tablo 3.2. İş Seçim Senaryosu

Senaryo	İş seçimi	Başlangıç maaşı	Tatil günleri
1	A	25,000\$	25
1	B	30,000\$	15
1	C	35,000\$	5
2	D	25,000\$	20
2	E	30,000\$	15
2	F	35,000\$	10

Kaynak: Fischer, 1995:253.

Fischer, uygulama için ödünleşim yönteminin ortak olduğu iki farklı deney ortamı hazırlamıştır. İlk deney grubunda karar analizine giriş dersine kayıtlı 45 lisans öğrencisi ile Ödünleşim ve Doğrudan Puanlama yöntemleri karşılaştırılırken; ikinci deney grubunda ikinci dönem yine karar analizine giriş dersine kayıtlı ancak ilk deneyde kullanılan öğrencilerden farklı 52 lisans öğrencisi kullanılarak Ödünleşim ve Salınım yöntemleri karşılaştırılmıştır (Fischer, 1995:259-262). Anketler, birinci ve ikinci deney gruplarından karşılaştırılan yöntemlere uygun olacak şekilde ayrı ayrı

oluşturulmuştur. Çalışmada kutu grafiklerinden yararlanılarak yöntemlerin verdiği sonuçların dağılım aralıkları ve ortalamaları incelenmiştir. Ayrıca iki deney için de yöntemler arasındaki korelasyona bakılmıştır. Deneylerin sonucunda ilk deneyde Ödünleşim yönteminin dağılım aralığı hassasiyeti bakımından Doğrudan Puanlama yönteminden daha hassas olduğu bulunmuştur. Aralarındaki korelasyon 0.166 çıkmıştır. İkinci deney sonucunda ise Ödünleşim ve Salınım yöntemlerinin, dağılım aralığı hassasiyeti yönünden birbirlerine çok yakın olduğu görülmüştür. Aralarındaki korelasyon 0,667 çıkmıştır (Fischer, 1995:261-264). İki deneyi de göz önünde bulundurduklarında Ödünleşim yönteminin, Salınım ve Doğrudan Puanlama yöntemine göre önemli olan kritere göreceli olarak daha yüksek ağırlık değeri verdiğine değinilmiştir (Fischer, 1995:265).

Orfelio G. Leon'un 1997 yılında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada SMART, SMARTS ve Puan Dağıtım yönteminin grafiksel versiyonu olan GRAPA (Graphical version of Point Allocation) yöntemleri karşılaştırılmıştır. Leon'un bu çalışmasında, yöntemlerin kullanım kolaylığı ve gerçek hayata uygulanabilirliği araştırılmıştır (Leon, 1997:249). Bu durumu araştırabilmek için iki tane çalışma grubu oluşturulup, gruplara özel anketler hazırlanmıştır. Birinci çalışma grubunda psikolojiden yeni mezun olmuş, pazarlama ve iletişim uzmanlık programını bitirmek üzere olan 30 gönüllü karar verici yer alırken; ikinci çalışma grubu ise birinci çalışma grubundan farklı olan ve yine psikolojiden yeni mezun olmuş, insan kaynakları uzmanlık programını bitirmek üzere olan 30 gönüllü karar vericiden oluşturulmuştur. Karar vericilerin birçoğunun da iş arayan kişiler olduğuna değinilmiştir (Leon, 1997). Birinci çalışma grubuna iki farklı anket hazırlanmıştır. İlk ankette karar vericilerden bir iş teklifiyle ilgili kendilerine sunulan dört kriteri önemlerine göre sıralamaları istenmiştir. İkinci ankette karar vericilere bireysel temelde hazırlanan altı iş teklifi verilmiştir. Daha sonra ilk ankette belirlemiş oldukları kriter sıraları dikkate alınarak her bir iş teklifine kriterlere göre 1-5 arasında puan vermeleri istenmiştir. Puanlandırma sistemi; 1-düşük, 3-orta ve 5-yüksek şeklinde belirlenmiştir (Leon, 1997:255). İkinci çalışma grubunda da birinci çalışma grubunda olduğu gibi iki anket çalışması yapılmıştır. İlk anket birinci çalışma grubuna yapılan anket ile aynıken; ikinci ankette karar vericilerden SMART, SMARTS ve GRAPA ağırlık belirleme yöntemlerine göre iş teklifleri arasında seçim yapmaları istenmiştir (Leon, 1997:257). Ağırlık belirleme yöntemlerinin uygulamasının gerçekleştiği ikinci

çalışma grubunun anketleri üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, karar vericilere kriterlerin sıralarını belirlemelerini sağlayacak bir anket yapılmıştır. İkinci aşamada, karar vericilere SMART, SMARTS ve GRAPA ağırlık belirleme yöntemlerinin anlatıldığı 15 saatlik karar analizi dersi verilmiştir. Üçüncü aşamada ise 30 kişilik karar verici grubu rassal olarak 10'ar kişilik üç gruba ayrılmıştır. Her gruba üç yöntem de 1.SMART - 2.SMARTS - 3.GRAPA, 1.SMARTS - 2.GRAPA - 3.SMART ve 1.GRAPA - 2.SMART - 3.SMARTS olacak şekilde üç farklı sıra ile sunulmuştur (Leon, 1997:258). Birinci çalışmanın sonunda, her bir alternatifin kriterlere göre almış oldukları değerlerin ortalamalarına bakılmıştır. İkinci çalışma sonucunda, farklı tekniklerden elde edilen ağırlıklar arasındaki korelasyona bakılmıştır. Her bir ağırlık seti kullanılarak alternatiflerin sırası belirlenmiştir. Sonra da bu sıraların korelasyonuna bakılmıştır. Bunların yanında, kriterlere göre yöntemlerin ağırlıklı ortalamaları incelenmiştir. Ayrıca çalışma sonunda üç yöntem de on tane kalite kriterine göre 1-4 puan aralığında değerlendirilmiştir (Leon, 1997). Alternatiflerin sırası ve ağırlıkları arasındaki yüksek uyum seviyesine bakıldığında, SMART ve GRAPA yöntemlerinin kabul edilebilir ağırlık belirleme yöntemleri olduğu görülmüştür. Amaç yöntemin gerçek hayatta uygulanabilirliği ve kullanım kolaylığı olduğunda ise GRAPA'nın bunun için uygun bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (Leon, 1997:260).

Puan Dağıtımı, Doğrudan Puanlama, Derece-Sıralama Merkezi Ağırlıkları yöntemi, Grafiksel Ağırlıklandırma yöntemi (Graphical Weighting Method) ve İkili Karşılaştırma olmak üzere beş ağırlık belirleme yönteminin karşılaştırıldığı çalışma 2000 yılında Hajkowicz vd. tarafından yapılmıştır. Yöntemler kullanım kolaylığı ve karar problemini açıklamaya yardımcı olma seviyeleri bakımından incelenmiştir (Hajkowicz vd., 2000:505). Bu çalışmada Doğal Mirası Koruma (Naturel Heritage Trust) kurumu altında finansman arayan çevre projelerini çok amaçlı karar yapısında değerlendirmek için Avustralya'da Queensland'in kuzey, orta, güney, güney-doğu ve batı olmak üzere beş farklı bölgesinden 55 karar verici katılmıştır. Karar vericilere anketleri doldurmadan önce çok kriterli karar vermede otomobil seçimi üzerine yapılmış örnek anket üzerinden yöntemlerin nasıl uygulanacağına dair bir sunum yapılmıştır (Hajkowicz vd., 2000:511). Çalışmada değerlendirilecek altı kriter; güney, güneydoğu ve orta panellerinden seçilen 30 RAP (River Action Plan) üyesiyle yüz yüze görüşmeler sayesinde belirlenmiştir. Görüşmeler genelde panel

üyesi bir kişi yardımıyla ve kayda alınarak yapılmıştır. Kriterler, karar vericilerin anketleri kolay bir şekilde doldurmalarına yardımcı olması açısından bu sayıyla sınırlandırılmıştır (Hajkowicz vd., 2000:512-513). Beş RAP bölgesinin her birinde farklı bir dizi proje kullanılmıştır. Bunun yanında karar vericilere projelerin tamamının tanıtımlarının ve açıklamalarının yapıldığı bir doküman sunulmuştur. Karar vericilerden de ellerinde detaylı açıklamaları bulunan projeleri dikkate alarak kriter ağırlıklarını değerlendirmeleri istenmiştir (Hajkowicz vd., 2000:512). Anketler değerlendirilirken, kriterlerin yöntemlere göre ayrı ayrı ortalama ağırlıklarına, kriterlerin genel ortalama ağırlıklarına ve kriterlerin yöntemlere göre sıralamalarına bakılmıştır. Anket sonunda karar vericilere yöntemlerin kullanım kolaylığı ve karar problemini açıklamaya ne kadar yardımcı olduğunu öğrenebilmelerini sağlayacak iki soru sorulmuştur. Daha sonra bu sorulara verilen cevapların ortalamalarına bakılmıştır. Yöntemlerin kullanım kolaylığı ve karar problemini açıklama derecesi ile ilgili sorularda 7’li ölçek kullanılmıştır. Ayrıca karar vericilere, genel olarak değerlendirdiklerinde hangi yöntemin en iyi ve en kötü olduğu da sorulmuştur. ROC yöntemini 14 kişi en iyi yöntem olarak seçerken; İkili Karşılaştırma yöntemini ise 18 kişi en kötü yöntem olarak seçmiştir. Buna rağmen geniş bir standart sapmaya sahip olması nedeniyle karar problemini açıklama açısından en iyi yöntem İkili Karşılaştırma yöntemi seçilmiştir. Ancak karar vericiler tarafından kullanımı en kolay yöntem olarak ROC yöntemi belirlenmiştir (Hajkowicz vd., 2000).

Poyhonen ve Hamalainen’in 2001 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, anketlerin internet üzerinden yapılması, 407 kişilik büyük bir örnekleme uygulanması ve kriter seçiminin karar vericilere bırakılması bakımından daha önce yapılan ağırlık belirleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalardan ayrılmaktadır. Poyhonen ve Hamalainen’in bu çalışması Çok Kriterli Değer Teorisine (Multiattribute Value Theory (MAVT)) dayanan çok kriterli ağırlık belirleme tekniklerinin yakınsak geçerliliğini incelemek için yapılmıştır. Analitik Hiyerarşi sürecinin (Saaty’nin 9’lu ölçeği ve Salo ve Hamalainen (1997) tarafından sunulan dengeli (balanced) ölçeğin kullanıldığı) dört versiyonu, Salınım, SMART, Puan Dağıtımı ve Ödünleşim yöntemi olmak üzere sekiz yöntemin karşılaştırıldığı bir çalışmadır. Karar vericiler; akademik enstitülere e-posta yoluyla gönderilen anketi doldurup geri dönüş yapan matematik, işletme ve ekonomi, mühendislik, bilişim bilimleri ve sosyoloji gibi alanlardaki öğrencilerden oluşturulmuştur (Poyhonen ve

Hamalainen, 2001). Bu çalışmada bilgisayar destekli çalışma ortamında yöntemlerin özelliklerinin yeniden incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca yöntemler arasında temel farklılıkların olup olmadığı sorusu da yanıtlanmaya çalışılmıştır. Sonuçların güvenilirliğini arttırmak için mümkün olduğunca doğal ve kişisel karar problemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu da karar vericilere sunulan kriterler dışında kendi istedikleri kriterleri oluşturabilme imkânı verilerek sağlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada AHS'deki değerlendirme ölçeklerinin rolü üzerine olan çalışmaların yer almasının yanında, çok kriterli değer teorisinin ilkeleri ve farklı ağırlık belirleme yöntemlerinin nasıl uygulandığı da açıklanmıştır (Poyhonen ve Hamalainen, 2001:570). Çalışmanın konusu meslek seçimi üzerine kurulmuştur. Karar vericilerden ilk adımda kendilerine uygun ve kariyer olarak birbirinden farklı olan üç meslek belirlemeleri istenmiştir. İkinci adımda belirlemiş oldukları bu üç mesleği göz önünde bulundurarak en az 2 en fazla 5 tane olmak üzere değerlendirecekleri kriterleri seçmeleri istenmiştir. Bununla ilgili karar vericilere 11 tane kriter sunulmasının yanında kendi istedikleri kriterleri oluşturma şansı da verilmiştir. Üçüncü adımda karar vericilerden seçmiş oldukları kriterlere göre alternatifleri yani belirlemiş oldukları meslekleri en iyisine 100, en kötüsüne 0 verecek şekilde puanlandırmaları istenmiştir. Dördüncü adımda kriterlerin önemlerine göre en kötüden en iyiye doğru sıralanması istenmiştir. Beşinci adımda ise 8 yöntem rassal bir sırayla karar vericilere dağıtılmış ve yöntemlere göre kriter ağırlıklarının atanması sağlanmıştır. En son gerekli işlemler yapılarak nihai skorlar belirlenmiştir (Poyhonen ve Hamalainen, 2001). Çalışmada incelenmek üzere altı hipotez kurulmuştur. Bunlar; H1: AHS, Puan Dağıtımı, SMART, Salınım ve Ödünleşim yöntemi farklı ağırlıklar verir. H2: Tüm ağırlık belirleme yöntemleri alternatifler için aynı sırayı verir. H3: Tüm yöntemler için kriter ağırlıklarının dağılımı aynıdır. Ancak bu aynı anda dikkate alınan kriter sayısına bağlıdır. H4: AHS ağırlıkları değerlendirmede kullanılan ölçeğe bağlıdır. H5: Kriter aralıkları ağırlıkları etkiler. H6: İfadeler arasındaki tutarsızlık kriter sayısına ve değerlendirmede kullanılan sayılara bağlıdır (Poyhonen ve Hamalainen, 2001:573). Bu hipotezlerin değerlendirilebilmesi ve yöntemlerin yakınsak geçerliliğinin öğrenilebilmesi için; alternatiflerin yöntemlere göre genel skorlarına, kriter sıraları arasındaki korelasyona, alternatiflerin yöntemler arasındaki ortalama sıra korelasyonuna, en önemli birinci ve ikinci kriterin ortalama ağırlık oranına, ağırlıkların yayılımına, tercihleri tanımlamak için kullanılan sayılara (yani kaç kişinin 10'un katlarını kullandığına, kaç kişinin 1-10 arasında tamsayı kullandığına)

ve tercih ifadeleri arasındaki tutarsızlığa bakılmıştır. Çalışma sonucunda Puan Dağıtımı, Salınım ve Ödünleşim yöntemlerinin birbirinden farklı ağırlıklar vermediği, karar vericilerin AHS ve SMART ile yüksek ağırlık oranları verdiği, karar vericilerin yarısından fazlasında tüm yöntemlerde alternatiflerin aynı sıraya sahip olduğu ve %69'unda aynı alternatifin birinci sırada geldiği, Puan Dağıtımı, Salınım ve Ödünleşim yöntemi ağırlıklarının yakınsamaya eğilimli olduğu, SMART ve AHS ağırlıklarının diğer yöntemlerden elde edilenlerden farklı olduğu, ağırlıkların dağılım aralığının kriter sayısına bağlı olduğu, dengeli ölçek ile kıyaslandığında tercih ifadeleri arasındaki tutarsızlıkta artma ve 9'lu ölçekte ağırlıkların dağılım aralığının yüksek olduğu, AHS'deki tutarsızlığın değerlendirmede kullanılan ölçeğe bağlı olduğu, kriter sayısı arttıkça ifadeler arasındaki tutarsızlığın arttığı ve farklı ağırlıkların elde edilmesinin sebebinin karar vericilerin sınırlı sayı dizisine bağlı olarak değerlendirme yapmasıyla ilgili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Poyhonen ve Hamalainen, 2001).

2004 yılında Ginevicius ve Podvezko tarafından gerçekleştirilen çalışmada kriter ağırlıkları belirlenirken yöntemlerin değerlendirme aralığına büyük ölçüde bağlı olduğu üzerinde durulmuştur. Bunun yanında kriter ağırlıklarını belirlemede çeşitli yöntemlerin karşılaştırmalı analizinin ve bu yöntemlerde kullanılan problemlerin doğruluğu (accuracy), kararlılığı vb. özellikleri üzerinde yeterince araştırma yapılmadığına değinilmiştir. Bu çalışmada en yaygın olarak kullanılan Sıralama, Doğrudan Yaklaşım (Direct Approach), Dolaylı Yaklaşım (Indirect Approach) ve İkili Karşılaştırma yöntemleri kullanılmıştır. Doğrudan Yaklaşım yöntemi; her bir kriterin direk olarak ağırlıklarının atandığı doğrudan puanlama olarak bilinen yöntemdir. Dolaylı Yaklaşım yöntemi; belli bir puanlandırma sistemine bağlı olarak her bir kriterin ağırlığının belirlendiği bir yöntemdir. Ginevicius ve Podvezko'nun bu çalışmasında öznel değerlendirmeler, ağırlık hesaplamaları ve pratik uygulama sonuçlarının olası yolları dikkate alınmıştır (Ginevicius ve Podvezko, 2004:7). Çalışmada gerçek bir nesneyi tanımlayan alt-kriter ağırlıkları, söz konusu dört yöntemi kullanan uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Deneye 27 uzman katılmıştır. Sıralama ve doğrudan yaklaşım yöntemleri için 25 anket dağıtılmıştır. Dolaylı yaklaşım ve ikili karşılaştırma yöntemleri için ise sırasıyla 27 ve 13 anket kullanılmıştır. Uzman kararlarının uyumluluğunu belirlemek için uyumluluk katsayısı (concordance coefficient)

hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda alt-kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılan yöntemlerin doğruluğunun büyük ölçüde farklılık gösterdiği, alt-kriter ağırlıklarını belirlemek için Doğrudan Yaklaşım yöntemi kullanıldığında ortalama değerlerden en az sapma görüldüğü, bunu da Sıralama, Dolaylı Yaklaşım ve İkili Karşılaştırma yönteminin takip ettiği gözlemlenmiştir (Ginevicius ve Podvezko, 2004).

3.2. SİMÜLASYON YARDIMIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Barron ve Barrett tarafından 1996 yılında gerçekleştirilen çalışmada sıra formülüne dayalı Eşit Ağırlıklar, Sıralama Toplamı, Sıralamanın Tersinin Alınması, ROC olmak üzere dört yöntem simülasyon yardımıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada karşılaştırılan yöntemlerden elde edilen yaklaşık ağırlıklar ve bu ağırlıklardan elde edilen kararların kalitesi araştırılmak istenmiştir (Barron ve Barrett, 1996). Barron ve Barrett, bu çalışmayı yapmak için üç sebep sunmuşlardır. Bunlardan ilki; sıralamaya dayalı en iyi çok kriterli değer yöntemini bulmak için daha önce yapılan çalışmaların etkisiz olduğunu kanıtlamak, ikincisi; birden çok yöntem kullanıldığında “true (gerçek)” ağırlıkların yanıltıcı olduğuna değinmek, üçüncü olarak ise daha önce vekil ağırlıkları (surrogate weights) ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamış olmasıdır (Barron ve Barrett, 1996:1517). Çalışmanın uygulama alanına değinilecek olursa, sıralama-derece bilgisi ile elde edilen ağırlıklardan ortaya çıkan kararın kalitesi, “exact” veya “gerçek” ağırlıkların bilgisinden ortaya çıkan kararlar ile karşılaştırılarak değerlendirilir. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için yapılan simülasyon çalışması dört adımda uygulanmıştır. İlk adımda her bir vektörün ağırlıkları temsil ettiği S_n vektör uzayından rasgele bir vektör üretilmiştir. Bu vektörler “gerçek” ağırlıklar olarak adlandırılmıştır (Barron ve Barrett, 1996:1518). İkinci adımda satırını rassal V değerlerinin bulunduğu ve i . alternatif ile ilişkili kriter değerini gösteren v_i 'lerin ifade ettiği $m \times n$ tipinde bir matris oluşturulmuştur. Geleneksel olarak her bir sütun değerinde küçük değerler sıfır, büyük değerler bir değerini almıştır. Üçüncü adımda m alternatifin her biri için $MAV_i = v_i^T w$ değeri hesaplanmıştır. v_i^T , v_i değerlerinin transpozunu temsil ederken, w için gerçek, ROC, Eşit Ağırlıklar, Sıralama Toplamı, Sıralamanın Tersini Alınması yöntemlerinin ağırlıkları kullanılmıştır. Dördüncü adımda çok kriterli değer ile ilgili ve gerçek ağırlıkları altındaki seçim kararı yani gerçek ağırlıklar ile ROC, Eşit Ağırlıklar, Sıralama Toplamı ve Sıralamanın Tersinin Alınması yöntemlerinin ağırlıkları karşılaştırılarak üretilen seçimler “doğru” olarak ele alınmıştır. Yöntemlerin etkinliği

üç ölçüm ile açıklanmıştır. Bunlardan birincisi; ROC, Eşit Ağırlıklar, Sıralama Toplamı ve Sıralamanın Tersinin Alınması yöntemleri gibi karar kurallarının olduğu yerde tüm durumların oranı, aynı en iyi alternatifi gerçek olarak seçen, isabet oranıdır (hit rate). İkincisi; ortalama değer kaybı (average value loss) ve üçüncüsü de maksimum değer aralığı oranı formülünden elde edilen maksimum değer aralığının ortalama oranıdır. Simülasyon tasarımındaki değer matrisi için 3, 6, 9, 12 ve 15 olmak üzere beş farklı kriter sayısı ve 5, 10, 15, 20 ve 25 olmak üzere beş farklı alternatif sayısı kullanılmıştır. Bunun yanında; a) düzgün dağılıma uygun olarak üretilen korelasyonsuz kriterler, b) normal dağılıma uygun olarak üretilen korelasyonsuz kriterler, c) normal dağılıma uygun olarak üretilen negatif korelasyonlu kriterler ve d) normal dağılıma uygun olarak üretilen pozitif korelasyonlu kriterler olmak üzere dört farklı matris değer yapısı oluşturulmuştur. 100 tasarım elemanın (alternatifler \times kriterler \times yapılar) her biri için 100 rassal matris değeri üretilmiştir. 100 değer matrisi \times 100 gerçek ağırlık seti olmak üzere 10 000 problem kombinasyonu üretilmiştir. Her bir problem için gerçek ağırlıkları, eşit ağırlıklar, ROC, sıralamanın tersinin alınması ve sıralama toplamı yöntemi kriterleri kullanılarak en iyi alternatif seçilmiştir (Barron ve Barrett, 1996:1519). Bu çalışmada gerçekleştirilen tüm uygulama sonuçları göz önünde bulundurulduğunda ROC yönteminin diğerlerinden çok daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Barron ve Barrett, 1996).

1998 yılında Jia vd. tarafından gerçekleştirilmiş çalışmada çok kriterli değer modellerine dayanan farklı ağırlık belirleme yöntemlerinin karar kalitesini nasıl etkilediğini incelemek üzere simülasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Bu çalışmada Eşit Ağırlıklar, Doğrudan Puanlama, Sıralama Toplamı ve ROC yöntemleri karşılaştırılmıştır (Jia vd., 1998:85-86). Bu çalışmada “Karar vericilerin kriter ağırlık yargıları rassal hataya maruz kaldığında, belirlenmiş olan ağırlık belirleme yöntemleri tarafından üretilen kararın kalitesi nedir?” sorusuna Monte Carlo simülasyon yöntemi kullanılarak cevap aranmıştır (Jia vd., 1998:86). Jia vd. bu çalışmada ağırlık belirleme yöntemlerini oran ağırlıkları ve derece-sıralama yöntemleri olarak ikiye ayırmışlardır. Salınım, Ödünleşim yöntemi gibi karar verici yargıları için oran ölçeği özelliği kullanılan yöntemleri “oran ağırlıkları yöntemleri”; Sıralama Toplamı ve ROC gibi karar verici yargılarından yalnızca kriterlerin sıra bilgisini kullanan ağırlık belirleme yöntemlerini de “derece-sıralama yöntemi” olarak

sınıflandırmışlardır. Bu çalışmada üniversiteden yeni mezun olan bir öğrencinin yaşamak için bir dizi şehir arasından seçim yapması durumu incelenmiştir. Şehir seçiminde dikkate alınacak kriterler; iş fırsatı, konut kalitesi, yaşam maliyeti, kültür ve çevre, rekreasyon ve suç oranı olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin şehirleri göz önünde bulundurarak kriterlere ölçülebilir değerler atadığı varsayılmıştır (Jia vd., 1998:87). Çalışmada bildirilen simülasyon deneyi, sonuçları kesin olarak bilinen ayrık alternatif kümeleri arasından risksiz seçimle ilgili olduğu için risk tutumlarının yer almadığına değinilmiştir. Simülasyon süreci beş adımda gerçekleştirilmiştir. Birinci adımda; her biri bir vektör yardımıyla tanımlanan m tane kriter değerinin n alternatifli karar seti belirlenmiştir. İkinci adımda; olasılık dağılımından örneklenmiş olası gerçek ağırlıklarından kriterler için gerçek ağırlık seti seçilmiştir. Üçüncü adımda; kriterin gerçek ağırlığına eşit olması beklenen değer ile her bir kriter için bir olasılık dağılımı oluşturulmuştur. Bu dağılımların karar vericilerin kendi tercihleri hakkındaki belirsizliği temsil ettiğine değinilmiştir. Sonra her bir ağırlık için olasılık dağılımından örneklenmiş sayısal oran ağırlıklarının bir vektörü üretilmiştir. Dördüncü adımda; oran ağırlıklarının sıralamasına dayandırılarak Sıralama Toplamı ve ROC ağırlıkları üretilmiştir. Bunun yanında eşit ağırlıklar da üretilmiştir. Beşinci adımda ise alternatifi seçmek için ağırlık seti kullanılmıştır. Daha sonra bu seçimler, gerçek ağırlıklar vektörü tarafından belirlenen seçim ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Jia vd., 1998:94). Simülasyon çalışmasındaki ilk deneyde hayali iki uç durum araştırılmıştır. Bunların birinde, değerlendirilen oran ağırlıkları hatasız olduğu için gerçek ağırlıklara tam olarak eşit olduğu belirtilmiştir. Diğerinde ise, değerlendirilen ağırlıklar tamamen rassal olduğu için gerçek ağırlıkları ile ilintisiz olduğuna değinilmiştir. Bu iki ağırlık değerlendirme koşulu; alternatif sayıları 5, 10, 15,20 ve kriter sayıları 3, 6 veya 9 olan iki deneysel faktör ile çaprazlamıştır. Latin hiperküp örnekleme kullanılarak her bir deney koşulu için iki tekrarlı 500 deneme yürütülmüştür (Jia vd., 1998:96). Barron ve Barrett'ın (1996) çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da her durum için en iyi yöntemin ROC yöntemi, en kötüsünün ise Eşit Ağırlıklar yönteminin olduğu sonucuna varılmıştır (Jia vd., 1998). İkinci simülasyon deneyinde ise ağırlıklandırma modeli (gerçek oran ağırlıkları, örneklenmiş oran ağırlıkları, ROC ağırlıkları, Sıralama Toplamı ağırlıkları ve Eşit Ağırlıklar), alternatif sayıları (5, 10, 15, 20) ve kriter sayıları (3, 6 veya 9) olmak üzere bu üç faktörün olası tüm kombinasyonları incelenmiştir. Bu simülasyon deneyinde de ilk deneyde olduğu gibi iki tekrarlı 500 deneme yürütülmüştür (Jia vd.,

1998:98). Sonuçlar ise tekrarlı gözlemler kullanıldığından dolayı değiştiği için iki ayrı olgu tartışılmıştır. İlk grupta üç faktörün tüm kombinasyonlarının en yüksek seçim doğruluğuna sahip olduğu, Oran Ağırlıkları yönteminin Eşit Ağırlıklar yönteminden büyük ölçüde üstün olduğu, oran ağırlıkları avantajının ROC yöntemine göre daha mütevazı olduğu, yaklaşık ağırlıklandırma yöntemleri (Eşit Ağırlıklar, Sıralama Toplamı ve ROC) arasında ROC yönteminin Sıralama Toplamı yönteminden daha üstün olduğu ve her iki derece-sıralama yönteminin de Eşit Ağırlıklar yönteminden üstün olduğu sonuçlarına varılmıştır. İkinci grupta ise Eşit Ağırlıklar yönteminin diğer yöntemlerin hepsinden seçim doğruluk oranı olarak aşağıda kaldığı, üç kriter durumunda Oran Ağırlıkları, ROC ve Sıralama Toplamı yöntemleri arasından tutarlı bir şekilde kazanan olmadığı, üç kriterden fazla olan durumlarda oran ağırlıkları yönteminin çalışılan her durumunda iyi olurken; ROC ve Sıralama Toplamı yöntemlerine kıyasla üstünlüğünün düşük olduğu ve yine üç kriterden fazla olan durumlarda ROC yönteminin az bir farkla Sıralama yönteminden daha üstün olduğu sonuçlarına varılmıştır. Genel olarak çalışmada, Oran Ağırlıkları yönteminin Salınım veya Ödünleşim gibi seçim doğruluğu üzerinde bir limiti olmadığı için ROC, Sıralama Toplamı ve Eşit Ağırlıklar yöntemlerinden daha fazla potansiyel doğruluğun söz konusu olduğu, alternatif sayısı arttırıldığında tüm ağırlık belirleme yöntemlerinin seçim doğruluğunun düştüğü ve kriter sayısının seçim doğruluğu üzerinde tutarlı etkisinin az olduğu sonuçları da çıkarılmıştır (Jia vd., 1998).

Roberts ve Goodwin'in 2002 yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, derece-sıralama merkezi ağırlıklarını destekleyen varsayımların geçersiz olduğu durumlarda alternatif yaklaşım yönteminin göreceli etkinliğini değerlendirmek için kullanılan bir simülasyon çalışması yapmışlardır. Bu bağlamda çalışmada Derece-Sıralama Dağıtımı (Rank-Order Distribution (ROD)), ROC, Sıralama Toplamı ve Sıralamanın Tersinin Alınması yöntemlerinin simülasyon sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır (Roberts ve Goodwin, 2002). ROD yöntemi; Doğrudan Puanlama yönteminden ortaya çıkan geçerli ağırlıkların olduğunu varsayan yaklaşık ağırlıklandırma yöntemi olarak tanımlanmıştır (Roberts ve Goodwin, 2002:295). Bu çalışmada simülasyon için 2, 4, 6, 8 veya 10 seçenek, aynı şekilde 2, 4, 6, 8 veya 10 sayıda kriterden oluşan 25 yapı oluşturulmuştur. Her bir yapı için de 10 000 deneme simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Simülasyonlar yapılırken isabet oranı ve ortalama

değer kaybı oranlarından faydalanılmıştır. İsabet oranı, gerçek ağırlıklar olarak aynı en iyi karar seçeneğinin seçimine yol açan vekil ağırlıklara karşılık gelen karar oranı şeklinde açıklanırken; ortalama değer kaybı ise vekil ağırlıkları ve gerçek ağırlıkları tarafından seçilen seçimler arasındaki mutlak fark olarak tanımlanmıştır (Roberts ve Goodwin, 2002:298-299). Çalışma sonunda ROD yönteminin sınırsız orijinal ağırlıklara ROC yönteminden daha iyi bir yaklaşım sergilediği ve karar problemindeki kriter sayısı arttığında ROC ağırlıklarının hesaplanması daha kolay olan Sıralama Toplamı ağırlıklarına yaklaştığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Roberts ve Goodwin, 2002).

3.3. ANKET VE SİMÜLASYON YARDIMIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Doyle vd.'nin 1997 yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada Doğrudan Puanlama ve Puan Dağıtım yöntemlerinin kriterlere atadıkları göreceli önemler arasındaki fark araştırılmak istenmiştir. Çalışmada incelenmek üzere dört hipotez kurulmuştur. Bu hipotezler hakkında sonuca varmak için de üç ayrı deney yapılmıştır. Deneyler yapılırken karar vericilerin ürettikleri ağırlıkları açıklayabilmek için simülasyonlardan faydalanılmıştır (Doyle vd., 1997). Hipotezler sırasıyla; H1: Ağırlıklandırma ve sıralama arasında bir etkileşim vardır. Bu Doğrudan Puanlama ve Puan Dağıtım yöntemlerinin aynı profil ağırlıklarını vermediğini gösteren en genel testtir. H2: Puan Dağıtım yönteminin sıra-ağırlık ile ilgili fonksiyonu, Doğrudan Puanlama yönteminden daha diktir. H3: Sonuç olarak en önemli kriter veya kriterler için Puan Dağıtım yöntemi doğrudan puanlama yönteminden daha büyük ağırlıklar verecektir. Ancak en az önemli ağırlıklarda ise Doğrudan Puanlama yönteminde daha küçük ağırlıklar verecektir. H4: Puan Dağıtım yönteminin sıra-ağırlık fonksiyonu, Doğrudan Puanlama yönteminin sıra-ağırlık fonksiyonundan daha iç bükey (konkav) olacaktır (Doyle vd., 1997:66). Çalışmadaki ilk deneyde, işletme bölümü birinci sınıf lisans öğrencilerinden 70 kişi rassal olarak iki gruba ayrılmıştır. İlk grup doğrudan puanlama yöntemini uygulamak üzere 37 kişiden; ikinci grup ise puan dağıtım yöntemini uygulamak üzere 33 kişiden oluşturulmuştur (Doyle vd., 1997:66). Bu deney için istihdam ile ilgili yazılı iletişim, sözlü iletişim, liderlik, takım üyeliği, planlama ve organizasyon becerileri, karar verme, motivasyon, kişisel sorumluluk ve analitik düşünme becerileri olmak üzere dokuz temel kriter belirlenmiştir. İki gruptan da bu dokuz kriteri kendilerine verilen yöntemlere göre değerlendirmeleri istenmiştir (Doyle vd., 1997:67). İlk deney sonucunda; Doğrudan Puanlama ve Puan Dağıtım

yöntemlerinin birbirinden farklı ağırlıklar verdiği, Puan Dağıtımı yönteminin lineer katsayısının Doğrudan Puanlama yönteminden daha büyük olduğu yani puan dağıtımı yönteminin daha dik bir fonksiyon eğrisine sahip olduğu, Puan Dağıtımı yönteminin Doğrudan Puanlama yönteminden daha büyük ağırlıklar verdiği ve Puan Dağıtımı yönteminin kuadratik katsayısının Doğrudan Puanlama yönteminden daha büyük olduğu için Puan Dağıtımının sıra-ağırlık fonksiyonunun daha iç bükey olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Doyle vd., 1997:67-68). İkinci deneyde karar vericilerin her iki yöntemi de aynı problemde kullanarak test-tekrar test yardımıyla bulguların güvenilirliğinin oluşturulması amaçlanmıştır. Bu deneyde karar verici olarak her biri en az 3 yıllık iş tecrübesi olan 24 kişilik işletme bölümü yüksek lisans öğrencisi kullanılmıştır. Karar vericilerin yarısı Puan Dağıtımı yöntemini diğer yarısı da Doğrudan Puanlama yöntemini kullanarak kriterleri değerlendirmişlerdir. Bundan üç saat sonra Doğrudan Puanlamayı yapmış olanlar Puan Dağıtımı yöntemini, Puan Dağıtımı yöntemini yapmış olanlar Doğrudan Puanlama yöntemini uygulamışlardır. Böylece her iki grubun da aynı problem üzerinde iki yöntemi değerlendirmeleri sağlanmıştır. İkinci deneyin sonuçları birinci deneyin sonuçları ile oldukça tutarlı çıkmıştır. İkinci deney sonuçlarında da çalışma başında kurulan dört hipotezin doğrulandığı görülmüştür (Doyle vd., 1997:68-69). Bu iki deneyle Doğrudan Puanlama ve Puan Dağıtım yöntemlerinin eş değer olmadığı gösterilirken aynı dokuz kriterden yararlanılmıştır. Üçüncü deneyde ise farklı sayıda kriterlerden oluşan bir dizi yeni problem üzerinde aynı sonuca ulaşmaya çalışılmıştır. Bu deneyde önceki deneylerden farklı 107 tane işletme dersi alan lisans öğrencisiyle çalışılmıştır. Deney için 6 farklı grup oluşturulmuştur. İlk üç grupta bulunan 17, 18 ve 20 kişi, Doğrudan Puanlama yöntemini 6, 9 ve 12 kriterden oluşan problemler üzerinde uygulamıştır. İkinci üç grupta bulunan 16, 17 ve 19 kişi ise Puan Dağıtım yöntemini aynı şekilde 6, 9 ve 12 kriterden oluşan problemler üzerinde uygulamışlardır (Doyle vd., 1997:69). Üçüncü deney sonucunda da değişen bir şey olmamış ve dört hipotez de bu deney ile tekrardan doğrulanmıştır (Doyle vd., 1997:70).

2000 yılında Bottomley vd. tarafından gerçekleştirilen çalışmada Doğrudan Puanlama ve Puan Dağıtım yöntemleri ile üretilen ağırlıkların tutarlılığına ve güvenilirliğine bakılmıştır. Otomobil seçimi ile ilgili olan bu çalışmada çeşitli otomobil dergilerinden Yakıt Tüketimi, Konfor ve Zariflik, Emniyet ve Güvenlik,

Sürüş ve Yol Tutuşu, Performans, Görsel Çekicilik, Güvenilirlik, Bakım Maliyetleri, Genişlik ve Pratiklik olmak üzere dokuz farklı kriter elde edilmiştir. Karar vericilerden belirlenmiş olan bu kriterleri, kendi bütçelerine uygun olan otomobilleri göz önünde bulundurarak değerlendirmeleri istenmiştir. Ayrıca karar vericilere aynı anketin üzerinde bazı değişiklikler yapılarak bir hafta sonra yeniden yaptırılmasıyla gerçekleştirilen test-tekrar test yöntemi uygulanmıştır (Bottomley vd., 2000). Çalışmada Doğrudan Puanlama ve Puan Dağıtım yöntemleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için birkaç tane hipotez kurulmuştur. Bunların birincisinde; Doğrudan Puanlama tarafından üretilen ağırlıkların test-tekrar test sonuçlarına göre Puan Dağıtım yönteminden daha güvenilir olacağı, ikincisinde; uzmanların test-tekrar test arasındaki tutarlılıklarının acemilerden daha iyi olacağı, üçüncüsünde; birinci hipotezden yola çıkarak eğer çok kriterli seçim problemlerinde kriter puanları kriter ağırlıkları olarak kullanılırsa, test-tekrar test sonuçlarına göre Doğrudan Puanlama yöntemi Puan Dağıtım yönteminden daha tutarlı çıkacağı, dördüncüsünde ise karar vericilerin Doğrudan Puanlama yöntemini Puan Dağıtım yöntemine tercih edeceği belirtilmiştir (Bottomley vd., 2000:509). Karar vericiler, lisans ve yüksek lisans düzeyinde olmak üzere pazarlama dersi alan 113 kişiden oluşturulmuştur. İlk hafta karar vericiler kura yardımıyla kendilerine çıkan yöntemle ilgili anketi doldürmüşlardır. İlk hafta uygulanmış olan bu anketlerde karar vericilerin otomobiller hakkındaki bilgi düzeyini ölçen soruların bulunmasının yanında, dokuz kriterin belirlenmiş yöntemlere göre değerlendirilmesiyle ilgili sorulara da yer verilmiştir. İkinci hafta uygulanan ankette ise aynı kişilere aynı yöntemler kriter sıraları değiştirilerek sorulmuş ve otomobil bilgi düzeyi ile ilgili soruların yerine, ankette kullanmış oldukları yöntemi değerlendirmelerini sağlayan altı soru sorulmuştur. Otomobil bilgi düzeyini ölçmek ve yöntemleri değerlendirmek için sordukları sorularda iki uçlu 7'li ölçek kullanılmıştır (Bottomley vd., 2000:510). Çalışmada yöntemlere göre test-tekrar test sonuçları arasındaki korelasyona, uzmanların ve acemilerin test-tekrar test sonuçları arasındaki korelasyona bakarak hangisinin daha tutarlı olduğuna, test-tekrar test sonuçlarında her bir kritere verilen ağırlıklar arasındaki mutlak toplam farklarına ve test-tekrar test sonucundaki ağırlıkların sıraları arasındaki korelasyona bakılmıştır. Bunları inceleyebilmek üzere her bir alternatif için dokuz kritere karşılık gelen dokuz değerden oluşan simülasyonlar uygulanmıştır. Gerekli testlerin ve incelemelerin yapılması sonucunda; Doğrudan Puanlama yönteminin Puan Dağıtım yönteminden daha güvenilir olduğu,

uzmanların acemilerden daha tutarlı cevaplar vermiş olduğu, Doğrudan Puanlama yönteminin Puan Dağıtım yönteminde daha tutarlı olduğu ve ikinci ankette yöntemin değerlendirilmesiyle ilgili sorular sorulardan elde edilen sonuca göre Doğrudan Puanlama yönteminin Puan Dağıtım yönteminde daha çok tercih edilebilir olduğu sonuçlarına varılmıştır (Bottomley vd., 2000).

Bottomley ve Doyle'un 2001 yılında yapmış oldukları çalışmada Doğrudan Puanlama, Max100 ve Min10 olmak üzere üç farklı ağırlık belirleme yöntemi, özellikleri ve performansları bakımından karşılaştırılmıştır. Bottomley vd.'de (2000) olduğu gibi bu çalışmada da otomobillerle ilgili çeşitli otomobil dergilerinden alınan aynı dokuz kriter kullanılmış ve karar vericilere test-tekrar test yöntemi uygulanarak sonuçlarına uygun simülasyonlar kullanılmıştır (Bottomley ve Doyle, 2001; Bottomley vd., 2000). Çalışmada işletme bölümü yüksek lisans öğrencisi olan 108 kişiye test-tekrar test uygulanmıştır. Bottomley vd.'e (2000) benzer şekilde karar vericilere hangi yöntemin uygulanacağı kura ile belirlenerek, ilk hafta otomobil bilgi düzeyi ile dokuz kriterin belirlenen yöntem üzerindeki uygulamasını içeren anket yapılmıştır. Bir hafta sonra aynı kişilere aynı yöntemi içeren ikinci bir anket yapılmıştır. Ancak bu ankette otomobil bilgi düzeyi soruları ile yöntemlerle ilgili sorular yer değiştirilmiş ve kriter sıraları ilkinden farklı sırada verilmiştir (Bottomley ve Doyle, 2001:555). Rassal dağıtım sonucunda karar vericilerin 31'i Doğrudan Puanlama yöntemini, 28'i Max100 yöntemini ve 46'sı da Min10 yöntemini kullanmıştır. Çalışmadaki sonuçlar dört bölümde sunulmuştur. İlk olarak; çok kriterli karar verme problemi senaryosunda simüle edilen alternatif değerleri üzerinde iki kriter ağırlık seti kullanılarak çalışmada kullanılan kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin iç tutarlılıkları bulunmuştur. İkinci bölümde; her bir kişinin ağırlık setlerinin test-tekrar test güvenilirlikleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde; sıralar kullanılarak üç ağırlık belirleme yönteminin de yakınsak geçerliliği araştırılmıştır. Dördüncü ve son olarak; karar vericilerin üç ağırlık belirleme yöntemine karşı tutumları incelenmiştir (Bottomley ve Doyle, 2001:556). Sonuçların incelenmesi için farklı alternatif sayılarından oluşan 1000'den fazla problemin yer aldığı simülasyonlar oluşturulmuştur. Test-tekrar test sonuçlarına bakıldığında Max100 kullanan karar vericilerin %91,3'ünde aynı alternatif en yüksek sonucu vermiştir. Doğrudan Puanlama ve Min10 kullanan karar vericilerin %87,1 ve %74,6'sında aynı alternatif en yüksek sonucu almıştır. Doğrudan Puanlama yönteminin Min10'dan çok

daha iyi ve güvenilir olduğu gözlenirken, Max100 kullanılarak ortaya çıkarılan ağırlıkların Doğrudan Puanlama yönteminden daha tutarlı olduğuna değinilmiştir. Ayrıca Max100 ve Doğrudan Puanlama yöntemlerinin kullanımının Min10'dan daha kolay olduğu gözlemlenmiştir. Tüm analizler gözden geçirildiğinde Max100 yönteminin diğer iki yöntemden daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bottomley ve Doyle, 2001).

3.4 DİĞER ÇALIŞMALAR VE SONUÇ

Ağırlık belirleme yöntemlerinin birbiriyle karşılaştırıldığı bu çalışmalar dışında çok kriterli karar verme problemlerinde kriter ağırlıkları ve ağırlık belirleme yöntemleri ile ilgili Mustajoki vd. (2005), Öztürk ve Batuk (2007), Ahn ve Park (2008), Alfares ve Duffuaa (2008), Alfares ve Duffua (2009), Eshlaghy vd. (2011), Wang vd. (2011), Riabacke (2012), Jahan ve Edwards (2013), Iwaro vd. (2014) ve Zardari vd. (2014) gibi çalışmalar da yapılmıştır. Bu çalışmalarda yukarıda bahsi geçen çalışmalarda olduğu gibi yöntemleri birbiriyle kıyaslamak yerine, ağırlık belirleme yöntemleri üzerine yapılan yenilikler, geliştirmeler, çalışma alanları vb. konular hakkında incelemeler yapılmıştır. Aşağıda bu çalışmalardan bazılarını kısaca değinilmiştir.

Mustajoki vd. (2005) çalışmasında SMART ve Salınım ağırlık belirleme yöntemlerindeki aralık kullanımını ve bu yöntemlerdeki tutarsızlık tipi (imprecision) aralıklar kullanılarak pratik ve prosedürel etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışma için iş seçimi örneği kullanılmış olup, simülasyon çalışmasından faydalanılmıştır. Öztürk ve Batuk'un (2007) çalışmasında Sıralama, Puan Dağıtımı, İkili Karşılaştırma ve Ödünleşim yöntemleriyle yeni toplu konut alanları için en uygun yer seçimine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada kriterlerin bağıl öneminin belirsiz olması durumunda bulanık mantık kullanımı incelenmiştir. Ahn ve Park'ın (2008) çalışması yalnızca sıralı ilişkilere uyduğu bilinen kriter ağırlıkları ve çok sayıda kriter üzerinde değerlendirilen ayrık alternatif değerlerinin sıralaması ile ilgilidir. Eşit Ağırlıklar, Sıralama Toplamı, Sıralamanın Tersinin Alınması ve ROC yöntemlerinin yer aldığı bu çalışmada simülasyondan faydalanılmıştır. Alfares ve Duffuaa'nın (2008) çalışması çoklu karar kriterlerinin grup sıralarından sayısal kriter ağırlıkları toplamını belirlemek için yapılmış olan deneysel bir çalışmadır. Çalışmada bir deney seti kullanılarak ağırlık toplamı prosedürleri önerilmiş ve iki durumun

deneysel karşılaştırılması yapılmıştır. Birinci durum; bütün karar vericilerin aynı kriter setlerini sıralaması, ikinci durum ise bütün karar vericilerin farklı alt-kriter setlerini sıralaması olarak alınmıştır. Eshlaghy vd.'nin (2011) çalışmasında grup kararına dayanan kriter ağırlıklarını ölçmek ve sıralamak için öznel bir ağırlık belirleme yönteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmayı uygulamak için grup üyeleri tarafından kriterlerin tüm kombinasyonlarının değerlendirildiği sürekli aralık ölçeği kullanılmıştır. Sürekli aralık ölçeği için 0-100 aralığı baz alınmıştır. Çalışma için belirlenen koşul ve prosedürlere uyularak karar vericilerin fikirlerinin temel alındığı yeni bir öznel ağırlık belirleme yöntemi geliştirilmiştir. Bunun yanında sürekli ölçeğin kriterlerin karşılaştırılmasında bulanık kavramların paylaşılmasını ve ölçeğin doğası gereği çok kriterli karar verme yöntemlerinde geniş bir yelpazeye uygulama imkanı sağladığı tespit edilmiştir. Riabacke'nin (2012) çalışmasında çok kriterli karar vermede en yaygın kullanılan ağırlık belirleme yöntemleri analizlerinin, kuralcı bir ortamdaki pragmatik (faydacı) yönleri tartışılmıştır. Iwaro vd.'nin (2014) çalışmasında sürdürülebilir performans değerlendirmesini yapabilmek için öznel ve nesnel ağırlık belirleme yöntemlerinin bazı eksiklikleri olduğunu düşündüklerinden bu yöntemlerin birleşiminden oluşan tümleşik ağırlık belirleme yöntemi ile çalışılmıştır. Zardari vd.'nin 2015 yılında yayımlanmış olan ağırlık belirleme ile ilgili kitaplarında su kaynakları yönetiminde çok kriterli karar verme modellerinde ağırlık belirleme yöntemleri ve etkileri araştırılmıştır. Günümüze kadar en yaygın biçimde kullanılan bir çok ağırlık belirleme yöntemi hakkında genel bilgiler verilen bu kitapta Sıralama, Max100 ve Min10 yöntemleri üzerine tartışılmıştır. Çalışma için Malezya Teknoloji Üniversitesi Sivil Mühendislik Bölümünde su kaynakları yönetimi dersi alan lisans ve yüksek lisans öğrencisi 30 kişiye anket uygulanmıştır. Çalışmada hangi yöntemin uygulamada daha basit olduğu ve daha güvenilir kriter ağırlıkları verdiği bulunmaya çalışılmıştır (Zardari vd., 2015:69). Çalışma sonunda yöntemlerin maksimum ve minimum ağırlıklar arasındaki aralıklar da verilmiştir. Aralıkları geniş çıkan yöntemin karar vericiler tarafından çok daha rahat uygulanabilir olduğu düşünülürken, dağılım aralığı dar olan yöntemin uygulamasının daha zor olabileceği sonuçları çıkarılmıştır (Zardari vd., 2015:79-80). Hangi yöntemin problemi çözmek için daha uygun ve diğerlerinden daha güvenilir olduğunu bulmak için yeterli sayıda örnekleme ulaşılmadığı gerekçesi de belirtilmiştir (Zardari vd., 2015:103).

Bu çalışmada kullanılacak yöntemlerden biri olan SWARA ile ilgili de: Kersulienne vd.'nin (2010) çalışmasında rasyonel uyumsuzluk çözümü yönteminin seçiminde, Kersulienne ve Turskis,'in (2011) çalışmasında mimar seçimi için, Zolfani vd.'nin (2013a) çalışmasında ürün tasarımında, Zolfani vd.'nin (2013b) çalışmasında tünel havalandırma yöntemlerinin optimal alternatif seçiminde, Zolfani vd.'nin (2013c) çalışmasında tarayıcıya dayalı online oyunlarının başarı faktörleri üzerine araştırmada, Zolfani vd.'nin (2013d) çalışmasında alışveriş merkezinin yerinin belirlenmesinde, Zolfani ve Zavadskas'ın (2013) çalışmasında yerel iklime dayalı kırsal alanların bina yapılarının sürdürülebilir gelişiminde, Zolfani ve Sapauskas'ın (2013) çalışmasında enerji sistemindeki sürdürülebilir değerlendirme göstergelerinden öncelikli olanların belirlenmesinde, Aghadie vd.'nin (2013a) çalışmasında şirketler için makine aletleri seçiminde, Alimardini vd.'nin (2013) çalışmasında çevik (hızlı gelişen) iş ortamında tedarikçi seçimi için, Zolfani ve Banihashemi'nin (2014) çalışmasında personel seçiminde, Zolfani ve Bahrami'nin (2014) çalışmasında ileri teknoloji endüstrisinde öncelikleri belirlemek için, Ruzgys vd.'nin (2014) çalışmasında dış cephe yalıtımının tümleşik değerlendirmesi için, Zolfani vd.'nin (2015) çalışmasında çoklu Nash Dengesi ve stratejilerin değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalışmaların hepsi göz önünde bulundurulduğunda çok kriterli karar verme problemlerinde ağırlık belirleme yöntemlerinin ne kadar önemli olduğu, bu alanda yapılan çalışma sayısının yeterli olmadığı ve her geçen gün yeni yöntemlerin geliştirilerek bilim dünyasına sunulmasıyla seçilen karar problemine en uygun yöntem veya yöntemlerin hangileri olduğunu bulmanın gereklilik arz ettiği görülmektedir. Bu noktalardan hareketle bu çalışmada; Bottomley ve Doyle'un (2001) çalışmasında en güvenilir ve en iyi yöntem olarak seçilmesinin yanında son yıllarda yapılmış Zardari vd. (2014) çalışmasında da kullanılan Max100 yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan İkili Karşılaştırma yöntemi ve Kersulienne vd. tarafından 2010 yılında geliştirilen SWARA yöntemi kriter sıra ve ağırlıklarının değişkenlikleri açısından incelenecektir. Ayrıca yöntemlerin kullanım kolaylıkları, karar vericileri tatmin düzeyleri ve etkinlikleri açısından karşılaştırılacaktır.

4. BÖLÜM: AĞIRLIK BELİRLEME YÖNTEMLERİNİN OTOMOBİL SEÇİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER ÜZERİNE UYGULAMASI

Ağırlık belirleme yöntemlerinin uygulamasının kapsamlı bir şekilde ele alındığı bu bölümde uygulamanın amacı, ankette yer alan yöntemlerin kullanım şekli, anket verileri ve bulgular detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

4.1. UYGULAMANIN AMACI

İnsanlar hayatın her anında ve gerçekleştirdiği her bir eylemde karar verme ile karşı karşıya kalırlar. Karşılaşılan karar sürecinde birçok açıdan tatmin sağlayan kararın verilmesi amaçlanır. Doğru ve en tatmin edici kararı vermek şahıslar için olduğu kadar kurum ve kuruluşlar açısından da ciddi önem taşımaktadır. Bu bağlamda karar verme problemlerine en uygun çözümü bulmaya yardımcı olması için birçok çalışma yapılmış ve birçok yöntem geliştirilmiştir. Özellikle ÇKKV yöntemleri gerekli çözümlerin üretilmesinde sıkça kullanılan yöntemlerdir. ÇKKV yöntemlerinin birçoğunda (AHS, ELECTRE, TOPSIS vb.) kriter ağırlıkları kullanılır. Kriter ağırlıkları, ÇKKV problemlerindeki alternatiflerin tercih edilme düzeylerini belirlemede önemli bir role sahiptir (Zardari vd., 2014:14). Kriter ağırlıklarının bu önemi dikkate alınarak ÇKKV yöntemlerinde kriter ağırlıklarını belirleyen bir çok ağırlık belirleme yöntemi geliştirilmiştir. Bu alanda geliştirilen yöntem sayısı arttıkça hangi ÇKKV problemine hangi ağırlık belirleme yönteminin daha uygun olduğu, hangi yöntemin vermiş olduğu sonuçların karar vericileri daha çok tatmin edeceği, hangi yöntemin daha güvenilir olduğu, hangi yöntemin karar vericiler açısından daha kolay kullanıma sahip olduğu, yöntemlerin değişkenlikleri, etkinlikleri, gerçek hayata uygulanabilirlikleri vb. durumlarının araştırılması gerekli hale gelmiştir. Bahsi geçen gerekliliklere dayanarak bu çalışmanın konusu ÇKKV’de ağırlık belirleme yöntemleri üzerine belirlenmiştir.

Çalışmada Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA yöntemleri kullanılmıştır. Bottomley ve Doyle’un (2001) çalışmasında Max100 yönteminin Doğrudan puanlama ve Min10 yöntemlerinden daha iyi olması ve kullanımının karar vericiler açısından kolay olmasının yanında Zardari vd. (2014) gibi güncel bir çalışmada yer

alması ve kullanım kolaylığı açısından önerilmesi sebebiyle Max100 yöntemi bu çalışmaya dâhil edilmiştir.

Tayyar ve Arslan'ın (2013) çalışmasında hazır giyim sektöründe en iyi fason işletmenin seçimi için AHS ve VİKOR yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada AHS'de ikili karşılaştırmalar yardımıyla ağırlıklar belirlendiği için karar vericinin tutarlılığının ölçülebilir olduğu ancak karar vericinin tutarlılığının sağlanmasının özellikle de kriter sayısı çok olduğu durumlarda karar vericiyi oldukça yorarak dikkatini dağıttığına değinilmiştir. Bunun yanında Arslan (2013) AHS ile belirlenen kriter ağırlıklarının doğrudan puan dağıtım yöntemi göre daha uç noktalar arasında değer aldığı yani AHS yönteminde karar probleminde diğer kriterlere göre çok daha önemli olan bir kriter ya da alternatif eklendiğinde, yöntemin o kriterin ağırlığını diğerlerine göre yüksek bir değere atayabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Schomaker ve Waid'in (1982) çalışmasında AHS'nin diğer ağırlık belirleme yöntemlerine göre varyansı daha büyük olan ağırlıklar ürettiğini bu nedenle de AHS yöntemiyle bulunmuş olan kriter ağırlıklarının karar vericileri istenilen düzeyde tatmin etmediğine değinmişlerdir. Bunlardan hareketle ve ÇKKV'de en sık kullanılan yöntemlerden biri olması sebebiyle İkili Karşılaştırma yöntemi bu çalışmaya dâhil edilmiştir. Schoemaker ve Waid (1982), Tayyar ve Arslan (2013), Arslan (2013) çalışmalarında AHS olarak bahsedilen yöntemde kriter ağırlıklarını belirleyen yöntem İkili Karşılaştırma yöntemi olarak da anılır. Bu çalışmada AHS yöntemi İkili Karşılaştırma yöntemi olarak anılmıştır.

Son olarak, 2010 yılında Kersulienne vd. tarafından geliştirilen SWARA yöntemi, yeni bir ağırlık belirleme yöntemi olması ve Zolfani vd. (2015), Zolfani ve Bahrami (2014), Zolfani ve Banihashemi (2014), Zolfani ve Saparuskas (2013) gibi son yıllarda yapılan çalışmalarda önerilen bir ağırlık belirleme yöntemi olması gerekçesiyle bu çalışmaya dâhil edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, yöntemlerin değişkenlikleri, korelasyonları ve farklılıklarının analizi sonucunda dağılımları, benzerlikleri ve farklılıkları ortaya çıkartılarak, bu sonuçların yöntemler için olumlu ya da olumsuz yönden ne gibi anlamlara karşılık geldiğinin bulunmasıdır. Ayrıca bu üç ağırlık belirleme yönteminden hangisinin karar vericiler açısından daha kolay kullanıma sahip olduğunu, hangisinin karar vericilere daha çok güven verdiğini, hangi yöntemin puanlandırma şeklinin karar verici görüşlerini daha çok yansıttığını

ve karar vericiler tarafından genel olarak değerlendirildiğinde hangi yöntemin daha iyi olduğunun bulunması da amaçlanmıştır.

4.2. UYGULAMA METODOLJİSİ

Bu alanda daha önce yapılan çalışmalarda anket yardımıyla, simülasyon yardımıyla, anket ve simülasyon yardımıyla yapılan çalışmalar olduğu ikinci bölümde bahsedilmiştir. Bu çalışma anket yardımıyla yapılmıştır. Çalışmanın anketi için yöntemlerin kullanım kolaylığı, yöntemlerin karar vericilere verdiği güven ve yöntemlerin karar vericilerin görüşlerini yansıtırma düzeyleri gibi durumlar ve ağırlık belirleme yönteminde anket yardımıyla yapılan çalışmalar esas alınmıştır. Anket konusu olarak karar vericilerin kolay hâkim olabileceği bir konu olan otomobil seçimi örneği kullanılmıştır. Otomobil seçimine uygun kriterlerin belirlenmesinde Bottomley vd. (2000), Bottomley ve Doyle (2001), Güngör ve İşler (2005) çalışmalarından faydalanılmış ve bu çalışmalarda kullanılan kriterlerden en önemli olduğu düşünülen Görsel Çekicilik, Güvenlik, Konfor, Performans ve Yakıt Tüketimi kriterleri alınmıştır. Anket tasarlanırken, konuya hakim olan 4 akademisyen, 4 yüksek lisans ve 4 lisans öğrencisi olmak üzere 12 kişiye pilot uygulama yapılarak onların görüşleri doğrultusunda anket üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ek 1'den de görülebileceği gibi çalışma anketi üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; demografik bilgiler ve karar vericilerin otomobillerle ilgili bilgi düzeyini ve otomobillere olan ilgi ve alaka düzeylerini ölçmek üzere 2 ifade, ikinci bölümde; çalışma için kullanılacak yöntemlerin açıklaması ve değerlendirilmesi, üçüncü bölümde ise yöntemlerin kullanım kolaylığı, güven vericiliği ve karar vericinin görüşlerini doğru yansıtmaması ile ilgili beşli Likert ölçeği kullanılan ifadeler yer almıştır. Bu bölümde ayrıca karar vericinin genel olarak hangi yöntemi en iyi ve en kötü olarak değerlendirdiği sorulmuştur.

Anketler son halini aldıktan sonra akademisyenlere ve üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Yöntemlerin iyi anlaşılması ve doğru bir şekilde uygulanmasını sağlamak için akademisyenlerin yanı sıra istatistik ve yöneylem araştırması derslerini alan öğrenciler çalışmaya dâhil edilmiştir. Öğrencilerinden verimli sonuçlar elde edebilmek için de uygulama öncesinde yöntemlerin nasıl kullanıldığını ve anketin nasıl doldurulacağını anlatan bir sunum hazırlanıp öğrencilere detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Akademisyenlere ise bire bir olarak

yöntemlerin nasıl uygulandığı ve anketin nasıl doldurulacağı detaylı bir şekilde anlatıldıktan sonra uygulaması yapılmıştır. Bunların yanında özellikle İkili Karşılaştırma yönteminde tutarlı sonuçlara ulaşılabilmesi için katılımcılara bir örnek yardımıyla tutarlılığa dikkat etmeleri söylenmiştir. Bu bilgilendirmelere ek olarak anketin ikinci bölümünde yöntemlerin nasıl uygulandığı açık bir şekilde yazılmıştır.

4.3. VERİ GİRİŞİ VE ANALİZİ

Anket verileri ilk olarak Excel'e girilmiştir. Excel'de anket verilerinin dışında yöntemlerin kriter ağırlıkları, kriter sıralamaları, İkili Karşılaştırma yönteminin tutarlılıkları, sıra ve Pearson korelasyonları, yöntemlerin standart sapmaları ve dağılım aralıkları hesaplanmıştır. Anket verileri tüm bu hesaplamalar sayesinde analiz edilecek duruma getirildikten sonra SPSS 18.0 programına aktarılmıştır. SPSS programına girilen anket verileri analizinde frekanslar, tanımlayıcı istatistikler, Kolmogorov-Smirnov normal dağılıma uygunluk testi kullanılmıştır.

Grupların karşılaştırılması için ise tekrarlı gözlemler söz konusu olduğundan (aynı kişiden beş kriteri üç yöntemle göre değerlendirmesi istendiğinden), değişkenlerin tümünün normal dağılıma uyması durumunda parametrik ANOVA testleri, uymaması durumunda bunların parametrik olmayan karşılıkları kullanılmıştır. Değişkenler normal dağılıma uyduğunda ve bir ya da daha fazla bağımsız değişken olması durumunda tekrarlı gözlemler için ANOVA testi uygulanarak grup farklılıkları olup olmadığı tespit edilmiştir. Farklılık olması durumunda, farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için Bonferroni testleri kullanılmıştır. Değişkenlerden en azından biri normal dağılıma uymadığında ve bir tane bağımsız değişken olması durumunda Friedman'ın ANOVA testi uygulanarak grup farklılıkları olup olmadığı tespit edilmiştir. Farklılık olması durumunda, farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için Wilcoxon testleri kullanılmış, bu durumda aynı anda birden fazla test yapıldığından %5 değeri yapılan test sayısına bölünerek kullanılması gereken anlamlılık seviyesi belirlenmiştir.

4.4 BULGULAR

Araştırma sonucunda ankete katılan katılımcıların demografik bilgileri ve araştırmaya yönelik bazı soruların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Katılımcıların Özellikleri

Katılımcı	n	%	Cinsiyet	n	%
Akademisyen	54	38,8	Kadın	61	43,9
Öğrenci	85	61,2	Erkek	78	56,1
Otomobil kullanım tecrübesi			Otomobillere olan ilgi ve alanınız yüksektir.		
Yok	41	29,5	Kesinlikle Katılmıyorum	4	2,9
1 yıldan az	31	22,3	Katılmıyorum	28	20,1
1-5 yıl	30	21,6	Kararsızım	24	17,3
6-10 yıl	22	15,8	Katılıyorum	43	30,9
10 yıldan fazla	15	10,8	Kesinlikle Katılıyorum	40	28,8
Kaç kez otomobil satın aldınız?			Otomobiller hakkındaki bilgi düzeyiniz yüksektir.		
0	82	59,0	Kesinlikle Katılmıyorum	13	9,4
1	25	18,0	Katılmıyorum	36	25,9
2	16	11,5	Kararsızım	36	25,9
3	12	8,6	Katılıyorum	38	27,3
4	1	0,7	Kesinlikle Katılıyorum	16	11,5
5 ve üstü	3	2,2			

Tablo 4.1 incelendiğinde, katılımcıların akademisyen ve öğrenci olmak üzere iki ayrı gruptan oluşturulduğu görülmektedir. Ankete katılan 139 kişinin 54 (%38,8)'ü akademisyen, 85 (%61,2)'i öğrencidir. Cinsiyet olarak katılımcıların 61 (%43,9)'ini kadın, 78 (%56,1)'ini erkekler oluşturmaktadır.

Araştırma anketinin konusu otomobil seçimi üzerine olduğu için konuyla ilgili olarak katılımcıların otomobillere olan ilgi, bilgi ve tecrübe düzeylerini öğrenebilmek için de sorular hazırlanmıştır. Katılımcılar tarafından sorulara verilen cevapların tanımlayıcı istatistikleri aşağıda verilmektedir.

Tablo 4.1'den katılımcıların otomobil kullanım tecrübesiyle ilgili kısma bakıldığında; 41 (%29,5)'inin otomobil kullanma tecrübesi olmadığı, 31 (%22,3)'inin 1 yıldan az, 30 (%21,6)'unun 1 ile 5 yıl arasında, 22 (%15,8)'sinin 6 ile 10 yıl arasında, 15 (%10,8)'inin ise 10 yıldan fazla otomobil kullanım tecrübesine sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların otomobil alım satımıyla ilgili ne kadar ilgili olduğunu öğrenmek adına sorulan "Kaç kez otomobil satın aldınız?" sorusunun bulguları incelendiğinde; 82 (%59) kişinin hiç otomobil satın almamış, 25 (%18)

kişinin 1 kere, 16 (%11,5) kişinin 2 kere, 12 (%8,6) kişinin 3 kere, 1 (%0,7) kişinin 4 kere ve 3 (%2,2) kişinin ise 5 veya daha fazla sayıda otomobil alım satım işlemi gerçekleştirdiği görülmektedir.

Ankette yer alan “Otomobillere olan ilgi ve alakanız yüksektir.” ve “Otomobiller hakkındaki bilgi düzeyiniz yüksektir.” ifadeleri 5’li Likert ölçeği ile ölçülmüştür. Araştırma anketinde kullanılan 5’li Likert ölçeğinin özelliğine göre; Kesinlikle Katılmıyorum sayısal olarak 1 değerine karşılık gelirken, Katılmıyorum, Kararsızım, Katılıyorum ve Kesinlikle Katılıyorum sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 değerlerine karşılık gelmektedir. “Otomobillere olan ilgi ve alakanız yüksektir” ifadesinin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde; Kesinlikle Katılmıyorum 4 (%2,9) kişi, Katılmıyorum 28 (%20,1) kişi ve Kararsızım 24 (%17,3) kişi tarafından belirtilmiştir. Katılıyorum ve Kesinlikle Katılıyorum göz önüne alındığında sırasıyla 43 (%30,9) ve 40 (%28,8) kişi tarafından belirtildiği gözlemlenmektedir. Bu durum dikkate alındığında katılımcıların çoğunluğunun otomobillere olan ilgi ve alaka düzeylerinin kararsızlık seviyesinin üzerinde olup katılma seviyesine yaklaştığı söylenebilir. Otomobillere olan ilgi ve alaka düzeyiniz yüksektir ifadesinin 3,63 olan ortalama değeri de bu durumu destekler niteliktedir. “Otomobiller hakkındaki bilgi düzeyiniz yüksektir.” ifadesine gelindiğinde; Kesinlikle Katılmıyorum 13 (%9,4) kişi, Katılmıyorum 36 (%25,9) kişi, Kararsızım 36 (%25,9) kişi, Katılıyorum 38 (%27,3) ve Kesinlikle Katılıyorum 16 (%11,5) kişi tarafından belirtilmiştir. Verilen bulgular dikkate alınıp bu ifadenin ortalama değeri olan 3,05 değeri de dikkate alındığında katılımcıların otomobiller hakkındaki bilgi düzeylerinin orta seviyede olduğu söylenebilir.

4.5. YÖNTEMLERE GÖRE KRİTER SIRA VE AĞIRLIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Max100, SWARA ve İkili Karşılaştırma yöntemlerine göre kriterlerin sıra ve ağırlıklarının dağılım aralığı, dördebölenler aralığı ve standart sapma gibi değişkenliği ifade eden değerlerine, ortalamalarına, medyan ve mod vb. istatistiksel değerlerine bu bölümde yer verilmiştir.

4.5.1. Max100 Yöntemine Göre Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Değerlendirilmesi

Max100 yöntemine göre kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için, Ek-1 2. bölüm A yönteminden de görülebileceği gibi kriterler alfabetik sırayla verilmiş ve en önemli kriter ya da kriterlere 100 puan verilmesi ve sonrasında kalan kriterlerin en önemli olarak belirlenen kriter veya kriterlerle kıyaslanarak 0-99 arasında puanlandırılması istenmiştir. Daha sonra bu puanlar kullanılarak ikinci bölümde açıklandığı şekilde Excel yardımıyla kriter ağırlıkları ve sıraları hesaplanmıştır. Örneğin, katılımcı Performans ve Yakıt Tüketimi kriterleri için 100'er, Görsel Çekicilik için 85, Güvenlik için 80 ve Konfor için 75 puan veriyse, önce verilen puanların toplamı 440 olarak hesaplanmış, ardından her bir kriterin ağırlığını bulabilmek için ilgili kritere verilen puan, toplama oranlanarak kriterin ağırlığı elde edilmiştir. Buna göre Performans ve Yakıt Tüketimi kriterlerinin her birine 100'er puan verildiğinden bu kriterlerin ağırlıkları $100/440=23\%$ olarak bulunmuştur, benzer şekilde Görsel Çekiciliğin ağırlığı $85/440=19\%$, Güvenliğin ağırlığı $80/440=18\%$ ve Konforun ağırlığı $75/440=17\%$ olarak bulunmuştur. Bu ağırlıklardan yararlanarak kriterlerin sıraları elde edilmiştir. Eğer kriterlere aynı puan verilmişse bunların sıralamaları belirlenirken bunlara karşılık gelen sıraların aritmetik ortalaması alınmıştır. Verilen örnekte Performans ve Yakıt Tüketimi kriterleri aynı puanı (100) dolayısıyla aynı ağırlığı (23%) aldığından ve bunlar 1 ve 2. sıralara karşılık geldiğinden her iki kriterin sırası $(1+2)/2=1,5$ olarak belirlenmiştir, ardından 19% ağırlıkla Görsel Çekicilik kriteri üçüncü sırayı, 18% ağırlıkla Güvenlik kriteri dördüncü sırayı ve 17% ağırlıkla Konfor kriteri beşinci sırayı almıştır. Tüm katılımcıların Max100 yöntemine göre yaptıkları değerlendirmelerden elde edilen sonuçların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.2'de, bunlara ait kutu grafikleri sıralar için Şekil 4.1 ve ağırlıklar için Şekil 4.2'de verilmiştir. Kriterlerin sıraları 1 ile 5

arasında değer almışlardır. Sıraların medyan değerleri Güvenlik kriteri için 1, Performans ve Yakıt Tüketimi için 3, Görsel Çekicilik ve Konfor için 4 olarak bulunmuştur. Dördebölenler aralığı Güvenlik ve Konfor için 1, Performans ve Yakıt Tüketimi için 2, Görsel Çekicilik için 2,5 olarak bulunmuştur. Sıra ortalamaları incelendiğinde en önemli kriterin 1,67 ile Güvenlik olduğu, bunu sırasıyla Yakıt Tüketimi (2,95), Performans (3,24), Konfor (3,55) ve Görsel Çekiciliğin (3,59) takip ettiği görülür. Değişim katsayıları ise sırasıyla Konfor (0,30), Görsel Çekicilik (0,39), Performans (0,39), Yakıt Tüketimi (0,43) ve Güvenlik (0,60) olarak bulunmuştur. Max100 yöntemine göre elde edilen kriter sıralarının dağılımları incelendiğinde; Görsel Çekicilik, Konfor ve Performansın sola çarpık ve basık oldukları Güvenliğin sağa çarpık ve sivri olduğu, Yakıt Tüketiminin ise sağa çarpık ve basık olduğu görülür. Yapılan Kolmogorov-Smirnov testlerinde de kriterlerin normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür ($p < 0,05$).

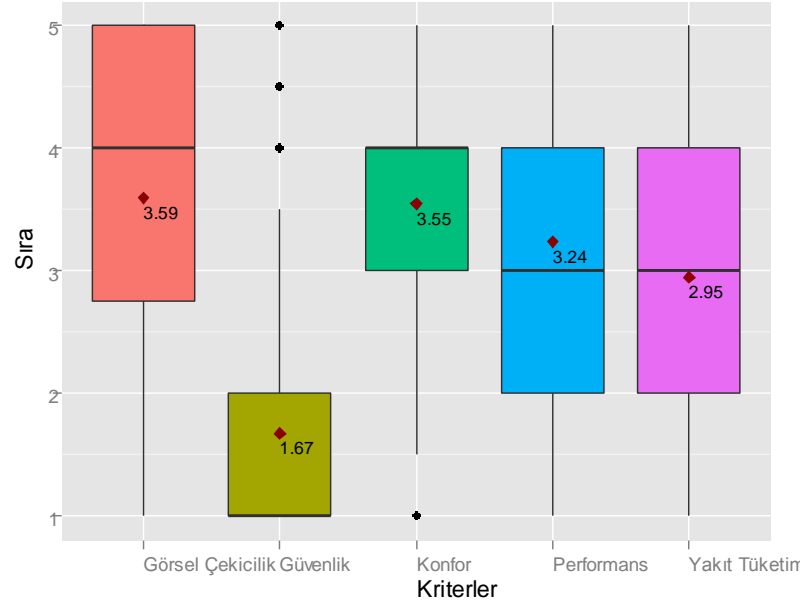
Tablo 4.2. Max100 Yönteminde Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Tanımlayıcı İstatistikleri

	SIRALAR					AĞIRLIKLAR				
	Görsel Çekicilik	Güvenlik	Konfor	Performans	Yakıt Tüketimi	Görsel Çekicilik	Güvenlik	Konfor	Performans	Yakıt Tüketimi
Ortalama	3,594	1,673	3,547	3,237	2,950	0,176	0,240	0,185	0,198	0,201
S. Sapma	1,385	1,010	1,066	1,260	1,262	0,053	0,051	0,034	0,045	0,045
Değişim Katsayısı	0,385	0,604	0,301	0,389	0,428	0,299	0,213	0,183	0,226	0,224
Mod	5	1	4	3	2	0,200	0,222	0,170	0,200	0,200
En küçük	1	1	1	1	1	0,046	0,097	0,048	0,095	0,029
Alt Dördebölen	2,5	1,0	3,0	2,0	2,0	0,139	0,211	0,165	0,178	0,181
Medyan	4	1	4	3	3	0,185	0,227	0,188	0,196	0,203
Üst Dördebölen	5	2	4	4	4	0,207	0,267	0,205	0,216	0,222
En büyük	5	5	5	5	5	0,345	0,476	0,267	0,500	0,333
Dağılım Aralığı	4	4	4	4	4	0,299	0,379	0,219	0,405	0,304
Dördebölenler Aralığı	2,5	1,0	1,0	2,0	2,0	0,068	0,056	0,040	0,038	0,041
Çarpıklık (α_3)	-0,554	1,630	-0,478	-0,153	0,305	-0,140	1,204	-0,448	2,318	-0,520
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-1,034	2,007	-0,655	-1,102	-1,000	0,397	5,596	2,200	14,725	2,856
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,318	0,026	0,607	0,036	0,081

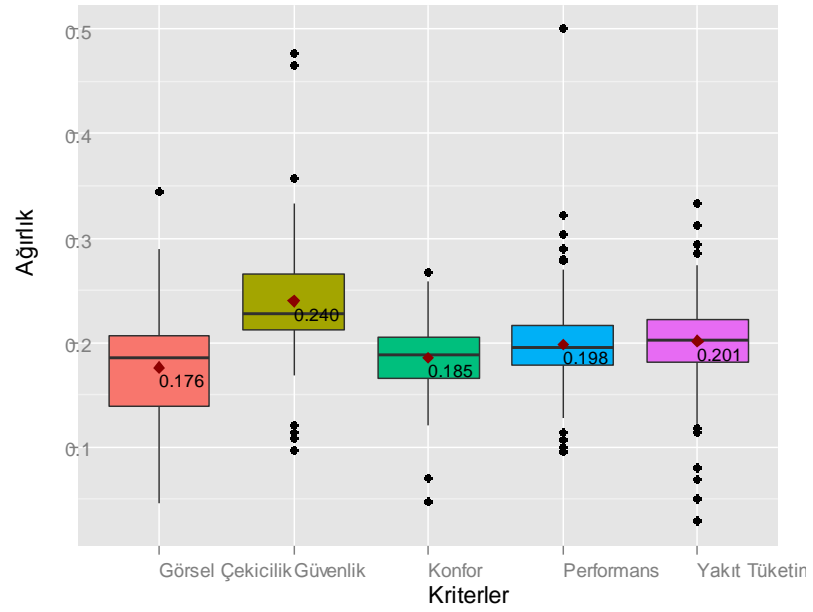
Kriter ağırlıklarının aldıkları en küçük ve en büyük değerler Performans %10-%50, Güvenlik %10-%48, Görsel Çekicilik %5-%35, Yakıt Tüketimi %3-%33 ve Konfor %5-%27 arasında bulunmuştur. Ancak dördebölenler aralıkları

incelendiğinde bu değerlerin %4 ile %7 arasında değer aldıkları ve birbirine yakın oldukları görülür. Standart sapma değerlerinin %3 ile %5 arasında olduğu, değişim katsayıları incelendiğinde ise en fazla değişkenliğin Görsel Çekiciliğe ait olduğu (%30) ve diğer kriterlerin değişkenlik katsayılarının %18-%23 arasında oldukları görülür. Kriterlerin ağırlıklarının ortalama değerleri incelendiğinde en önemli kriterin %24 ile Güvenlik olduğu, bunu sırasıyla Yakıt Tüketimi (%20), Performans (%20), Konfor (%19) ve Görsel Çekiciliğin (%18) takip ettiği görülür. Kriterlerin ağırlıklarının dağılımları incelendiğinde Görsel Çekicilik, Konfor ve Yakıt Tüketiminin normal dağılıma uygun olduğu ($p>0,05$), Güvenlik ve Performansın sağa çarpık ve sivri oldukları görülür.

Max100 yöntemine göre elde edilen kriter sıralamalarının ve ağırlıkların farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi kriterlerin homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_{4}=142,04$ ve $p=0,000$). Hangi kriterlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre en düşük sıra değerlerine sahip Güvenlik kriterinin diğer kriterlerden farklı bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur (Görsel Çekicilik: $Z=-7,95$ ve $p=0,000$, Konfor: $Z=-9,11$ ve $p=0,000$, Performans: $Z=-7,65$ ve $p=0,000$, Yakıt Tüketimi: $Z=-6,91$ ve $p=0,000$). Görsel çekicilik kriterinin Yakıt Tüketiminden daha yüksek bir sıraya sahip olduğu ($Z=-3,40$ ve $p=0,000$), Konfor ve Performans ile dağılımlarının farklı olmadığı bulunmuştur. Konfor ve Performansın homojen dağıldıkları ($Z=-1,80$ ve $p=0,07$) ancak Konforun Yakıt tüketiminden daha yüksek bir sıraya sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-3,60$ ve $p=0,000$). Son olarak Performans ve Yakıt Tüketiminin homojen dağıldıkları bulunmuştur ($Z=-1,86$ ve $p=0,06$). Ağırlıklar için uygulanan Friedman'ın ANOVA ve Wilcoxon testlerinin sonuçlarının sıralamalar için yapılan testlerin sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği bulunmuştur.



Şekil 4.1. Max100 Yönteminde Kriter Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.2. Max100 Yönteminde Kriter Ağırlıklarının Dağılımları

4.5.2. İkili Karşılaştırma Yöntemine Göre Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Değerlendirilmesi

İkili karşılaştırma yönteminde kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında birinci adımda, Ek-1 2. Bölüm B yönteminden de görüleceği üzere kriterlerin ikili karşılaştırmaları verilerek ikinci bölümde bahsi geçen Saaty'nin 9'lu Likert ölçeği üzerinde hangi kriterin diğerinden kaç kat önemli olduğu belirtilerek puanlandırılmaları istenmiştir. İkinci adımda, elde edilen bu puanlar ile Excel'de karar matrisi oluşturulmuştur. Üçüncü adımda, karar matrisindeki değerler sütun toplamlarına bölünerek normalleştirilmiş matris elde edilmiştir. Dördüncü adımda, normalleştirilmiş matrisin her satırı bir kriter karşılık geldiğinden, satırların ortalamaları alınarak kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Elde edilen kriter ağırlıkları sayesinde de kriter sıraları hesaplanmıştır. Diğer yöntemlerden farklı olarak İkili Karşılaştırma yönteminde tutarlılık hesaplanmıştır. Tutarlılığı hesaplamak için yine Excel yardımıyla birinci adımda, karar matrisinin her bir satırı ile kriter ağırlıkları çarpılıp toplanmasıyla toplam skor elde edilmiştir. İkinci adımda, toplam skorlar kriter ağırlıklarına bölünmüş ve sonuçların aritmetik ortalaması alınmıştır. Üçüncü ve son adımda ise ikinci adımda elde edilen ortalamadan kriter sayısı çıkartılıp bulunan sonuç kriter sayısının bir eksiğine bölünmüş, bu sonuçta Tablo 2.1'den elde edilen Tutarlılık İndeksine oranlanarak tutarlılık oranı elde edilmiştir.

Tüm katılımcılar için tutarlılık oranının aritmetik ortalaması 0,202, en küçük değeri 0 ve en büyük değeri 0,596 olarak bulunmuştur. 139 katılımcının 31'nin (%22,3) tutarlılık oranı 0,10'dan küçük, 51'nin (%36,7) 0,10 – 0,20 arasında, 25'nin (%18) 0,20 – 0,30 arasında, 14'ünün (%10,1) 0,30 – 0,40 arasında, 13'ünün (%9,4) 0,40 – 0,50 arasında, 5'inin (%3,6) 0,50 – 0,60 arasındadır. Sonuç olarak katılımcıların yalnızca %22,3'ünün tutarlılık oranının kabul edilebilir oran olan 0,10'un altında bulunmuştur. Bundan dolayı İkili Karşılaştırma gerekli olan tutarlılığın sağlanması için tekrar tekrar karar vericilere yaptırılması gereken bir yöntemdir.

Tüm katılımcıların İkili Karşılaştırma yöntemine göre yaptıkları değerlendirmelerden elde edilen sonuçların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.3'de, bunlara ait kutu grafikleri sıralar için Şekil 4.3 ve ağırlıklar için Şekil 4.4'de verilmiştir. Kriterlerin sıraları 1 ile 5 arasında değerler almışlardır. Sıraların medyan

değerleri Güvenlik kriteri için 1, Performans ve Yakıt Tüketimi için 3, Konfor için 4 ve Görsel Çekicilik için 5 olarak bulunmuştur. Dördebölenler aralığı Güvenlik ve Konfor kriterleri için 1, Performans, Yakıt Tüketimi ve Görsel Çekicilik için 2 olarak bulunmuştur. Sıra ortalamaları incelendiğinde en önemli kriterin 1,68 ile Güvenlik olduğu, bunu sırasıyla Yakıt Tüketimi (2,79), Performans (3,10), Konfor (3,58) ve Görsel Çekiciliğin (3,86) takip ettiği görülür. Değişim katsayıları ise Konfor (0,29), Görsel Çekicilik (0,37), Performans (0,39), Yakıt Tüketimi (0,45) ve Güvenlik (0,62) olarak bulunmuştur. İkili Karşılaştırma yöntemine göre elde edilen kriter sıralarının dağılımları incelendiğinde Görsel Çekicilik, Konfor ve Performansın sola çarpık ve basık oldukları, Güvenliğin sağa çarpık ve sivri olduğu ve Yakıt Tüketiminin ise sağa çarpık ve basık olduğu görülür. Uygulanan Kolmogorov – Smirnov testlerinde de kriterler sıralarının normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür ($p < 0,05$).

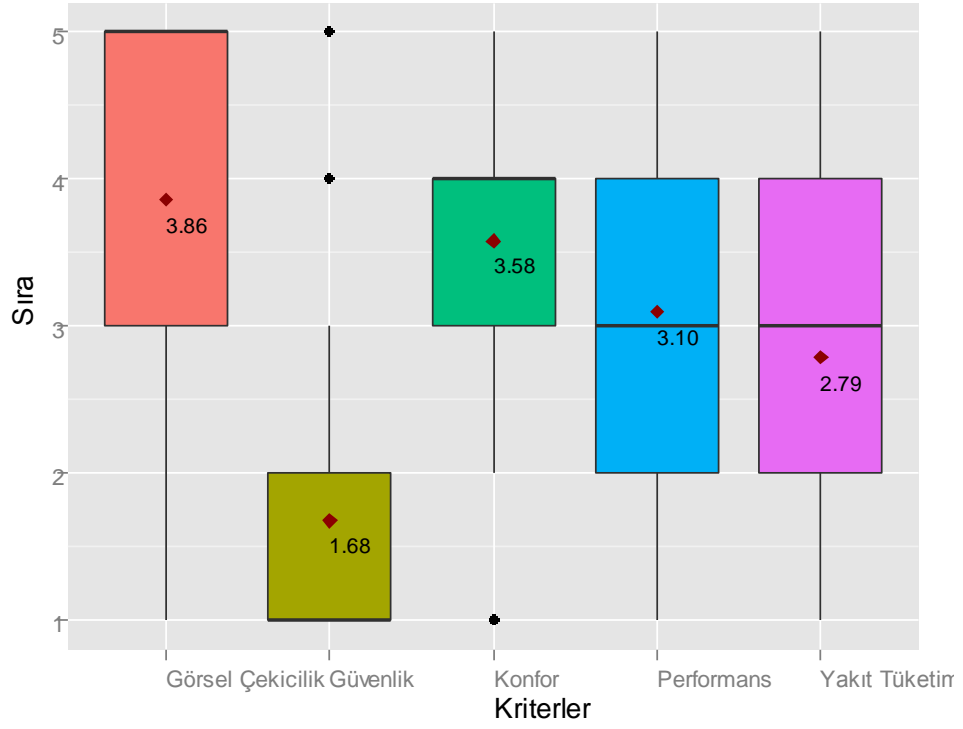
Tablo 4.3. İkili Karşılaştırma Yönteminde Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Tanımlayıcı İstatistikleri

	SIRALAR					AĞIRLIKLAR				
	Görsel Çekicilik	Güvenlik	Konfor	Performans	Yakıt Tüketimi	Görsel Çekicilik	Güvenlik	Konfor	Performans	Yakıt Tüketimi
Ortalama	3,860	1,676	3,579	3,097	2,788	0,116	0,380	0,119	0,171	0,213
S. Sapma	1,418	1,042	1,018	1,199	1,244	0,116	0,163	0,076	0,122	0,145
Değişim Katsayısı	0,367	0,622	0,285	0,387	0,446	0,998	0,430	0,636	0,714	0,679
Mod	5	1	4	3	2	0,032	0,163	0,202	0,061	0,542
En küçük	1	1	1	1	1	0,026	0,027	0,020	0,026	0,028
Alt Dördebölen	3	1	3	2	2	0,035	0,269	0,068	0,078	0,091
Medyan	5	1	4	3	3	0,064	0,417	0,103	0,138	0,175
Üst Dördebölen	5	2	4	4	4	0,149	0,512	0,152	0,219	0,281
En büyük	5	5	5	5	5	0,498	0,638	0,481	0,612	0,607
Dağılım Aralığı	4	4	4	4	4	0,472	0,610	0,461	0,586	0,579
Dördebölenler Aralığı	2	1	1	2	2	0,114	0,244	0,085	0,141	0,190
Çarpıklık (α_3)	-0,851	1,585	-0,427	-0,006	0,281	1,636	-0,473	1,859	1,410	0,900
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-0,721	1,630	-0,488	-0,828	-0,936	1,870	-0,855	5,232	1,818	0,129
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,022	0,052	0,001	0,069

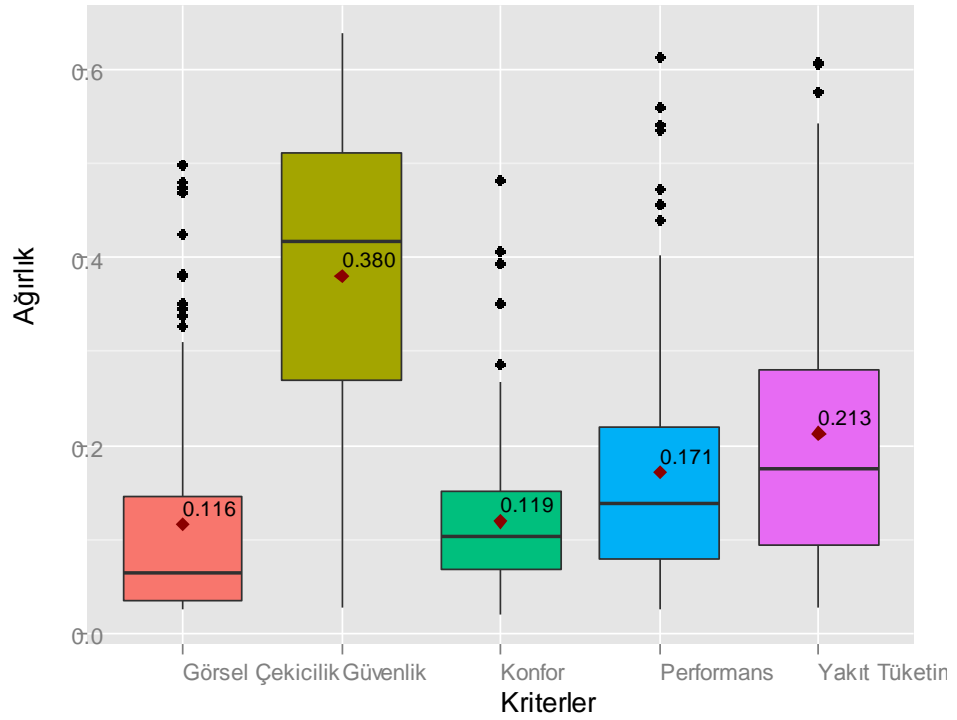
Kriter ağırlıklarının aldıkları en küçük ve en büyük değerler Güvenlik için %2,7 - %63,8, Performans için %2,6 - %61,2, Yakıt Tüketimi için %2,8 - %60,7, Konfor için %2 - %48,1 ve Görsel Çekicilik için %2,6 - %49,8 arasındadır. Dördebölenler aralıkları incelendiğinde Konfor kriterinin %8,5, Görsel Çekiciliğin

%11,4, Performansın %14,1, Yakıt Tüketiminin %19 ve Güvenlik kriterinin %24,4 olup Max100'ün tersine birbirlerinden uzak değerler aldıkları görülür. Standart sapma değerlerinin %7 ile %16 arasında olduğu, değişim katsayıları incelendiğinde ise en fazla değişkenliğin Görsel Çekiciliğe (%99) ait olduğu ve diğer kriterlerin değişkenlik katsayılarının %43 ile %71 arasında oldukları görülür. Bu değerlerden yola çıkarak İkili Karşılaştırmadaki kriter ağırlıklarının Max100 yönteminde olduğundan çok daha yüksek bir değişkenliğe sahip olduğu söylenebilir. Kriter ağırlıklarının ortalama değerleri incelendiğinde en önemli kriterin %38 ile Güvenlik olduğu, bunu sırasıyla Yakıt Tüketimi (%21), Performans (%17), Konfor (%12) ve Görsel Çekiciliğin (%11) takip ettiği görülür. Kriterlerin ağırlıklarının dağılımları incelendiğinde Konfor ve Yakıt Tüketiminin normal dağılıma uygun olduğu ($p>0,05$), Görsel çekicilik ve Performansın sağa çarpık ve sivri oldukları, Güvenlik kriterinin de sola çarpık ve basık olduğu görülür.

İkili Karşılaştırma yöntemine göre elde edilen kriter sıralamalarının ve ağırlıkların farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, kriterlerin homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_{4}=161,01$ ve $p=0,000$). Hangi kriterlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre en düşük sıra değerlerine sahip Güvenlik kriterinin diğer kriterlerden farklı bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur (Görsel Çekicilik: $Z=-8,52$ ve $p=0,000$, Konfor: $Z=-9,47$ ve $p=0,000$, Performans: $Z=-7,14$ ve $p=0,000$, Yakıt Tüketimi: $Z=-6,08$ ve $p=0,000$). Görsel Çekicilik kriterinin Performans ($Z=-4,10$ ve $p=0,000$) ve Yakıt Tüketiminden ($Z=-5,25$ ve $p=0,000$) daha yüksek bir sıraya sahip olduğu, Konfor ile dağılımlarının farklı olmadığı bulunmuştur ($Z=-1,68$ ve $p=0,09$). Konfor kriterinin Performans ($Z=-2,74$ ve $p=0,006$) ve Yakıt Tüketiminden ($Z=-4,71$ ve $p=0,000$) daha yüksek bir sıraya sahip olduğu bulunmuştur. Son olarak Performans ve Yakıt Tüketiminin homojen dağıldıkları bulunmuştur ($Z=-1,68$ ve $p=0,028>0,017$). Ağırlıklar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testlerinin sonuçlarının sıralamalar için yapılan test sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği görülmüştür. Wilcoxon testlerinin sonuçlarının ise sıralamalar için yapılan test sonuçlarından tek farklı yanı Performans ve Yakıt Tüketimi kriterlerinin dağılımlarının birbirinden farklı olmasıdır ($Z=-2,71$ ve $p=0,007$).



Şekil 4.3. İkili Karşılaştırma Yönteminde Kriter Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.4. İkili Karşılaştırma Yönteminde Kriter Ağırlıklarının Dağılımları

4.5.3. SWARA Yöntemine Göre Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Değerlendirilmesi

SWARA yöntemine göre kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için Ek-1 2. Bölüm C yönteminde bahsedildiği üzere kriterler alfabetik sırayla sunulmuş ve ilk olarak kriterlerin en önemliden en önemsizine doğru sıralanması istenmiştir. Daha sonra belirlenen sıra dikkate alınarak birinci kriter ile ikinci kriter arasındaki önem farkı yani birinci kriterin ikinci kriterden ne kadar önemli olduğu %5'in katları olacak şekilde ilgili alana yazılması istenmiştir. Aynı işlem ikinci ile üçüncü, üçüncü ile dördüncü ve dördüncü ile beşinci sıradaki kriterler olmak üzere sırayla tekrar edilmiştir. Elde edilen bu değerler ikinci bölümde açıklandığı şekilde Excel üzerinde gerekli işlemler uygulanarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Örneğin, katılımcı kriterleri Performans, Yakıt Tüketimi, Görsel Çekicilik, Güvenlik ve Konfor olacak şekilde en önemliden en önemsizine doğru sıralanmış olsun. Kriterler arasındaki önem farklarını ise Performans – Yakıt Tüketimi %35, Yakıt Tüketimi – Görsel Çekicilik %50, Görsel Çekicilik – Güvenlik %5, Güvenlik – Konfor %30 olarak belirlemiş olsun. Daha sonra ikinci bölümde ki Tablo 2.8'de yer alan 5. Adımda gösterildiği gibi, ilk kriter olan Performans kriterinin karşısına sayı değeri olarak 1 yazılır. Yakıt Tüketimi kriterinin karşısına, Performans – Yakıt Tüketimi arasındaki önem farkına karşılık gelen 0,35 değeri ile 1 sabiti toplanarak 1,35 yazılır. Görsel Çekicilik kriterinin karşısına, Yakıt Tüketimi – Görsel Çekicilik arasındaki önem farkına karşılık gelen 0,50 değeri ile 1 sabiti toplanarak 1,50 yazılır. Güvenlik ve Konfor kriterlerinin de karşısına benzer işlemler uygulanarak sırasıyla 1,05 ve 1,30 değerleri yazılır. Daha sonra Tablo 2.8.'deki 6. Adımda gösterildiği üzere, ilk kriter olan Performans kriteri 1 olarak değişmeden kalır. Yakıt Tüketimi kriteri karşısına, kendinden önce gelen Performans kriterinin değeri 1 ile bir önceki adımda elde edilen Yakıt Tüketimi karşısındaki 1,35 değeri oranlanarak 0,74 yazılır. Görsel Çekicilik kriteri karşısına, kendinden önce gelen Yakıt tüketimi kriterinin değeri 0,74 ile bir önceki adımda elde edilen Görsel Çekicilik karşısındaki 1,50 değeri oranlanarak 0,49 yazılır. Güvenlik ve Konfor kriterlerinin de karşısına benzer işlemler uygulanarak 0,47 ve 0,36 değerleri yazılır. Son olarak Tablo 2.8'deki 7. Adımda gösterildiği üzere, sırasıyla her bir kriterin ağırlığı 6. Adımda elde edilen değerlerin tek tek toplamalarına oranlanmasıyla elde edilir. Bu işlemin yapılması sonucunda Performans kriterinin ağırlığı %33, Yakıt Tüketiminin ağırlığı %24,

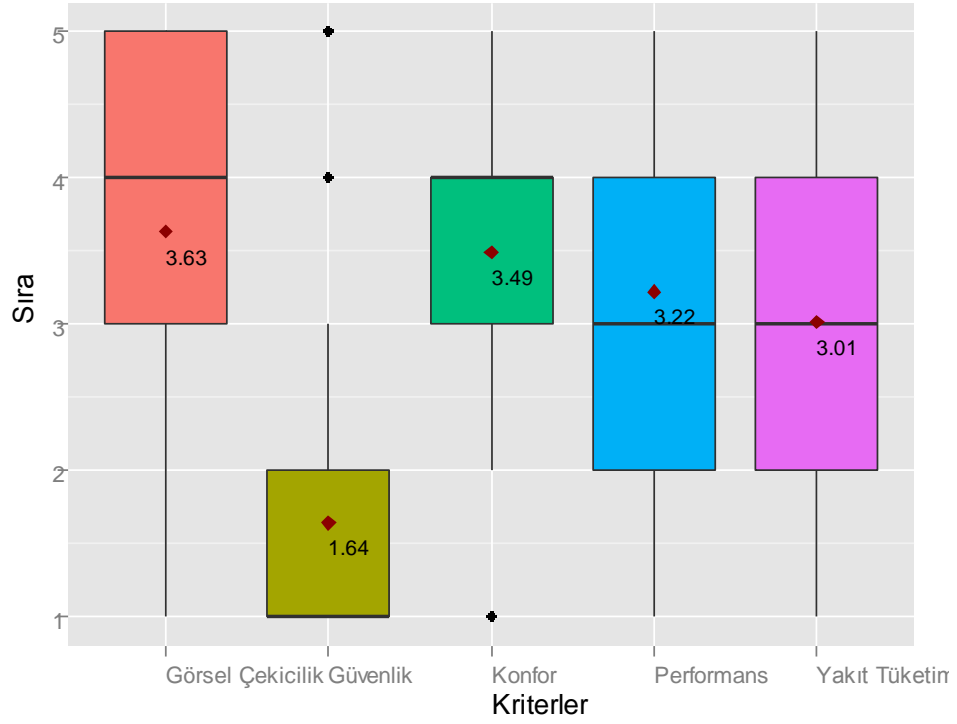
Görsel Çekiciliğin ağırlığı %16, Güvenliğin ağırlığı %15 ve Konforun ağırlığı %12 olarak bulunmuş olur. Tüm katılımcıların SWARA yöntemine göre yaptıkları değerlendirmelerden elde edilen sonuçların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.4'te, kriter sıraları için bunlara ait kutu grafikleri Şekil 4.5'te ve kriter ağırlıkları ise Şekil 4.6'da verilmiştir. Kriter sıraları 1 ile 5 arasında değer almışlardır. Sıraların medyan değerleri; Güvenlik kriteri için 1, Performans ve Yakıt Tüketimi için 3, Görsel Çekicilik ve Konfor için ise 4 olarak bulunmuştur. Dördebölenler aralığı; Güvenlik ve Konfor kriterleri için 1, Görsel Çekicilik, Performans ve Yakıt Tüketimi kriterleri için 2 olarak bulunmuştur. Sıraların ortalamaları dikkate alındığında, en önemli kriterin 1,64 ile Güvenlik olduğu, bunu da sırasıyla Yakıt Tüketimi (3,01), Performans (3,22), Konfor (3,49) ve Görsel Çekicilik (3,63) kriterleri takip etmektedir. Değişim katsayıları ise sırasıyla Konfor (0,29), Görsel Çekicilik (0,40), Performans (0,40), Yakıt Tüketimi (0,43) ve Güvenlik (0,64) olarak bulunmuştur. SWARA yöntemine göre elde edilen kriter sıralarının dağılımları incelendiğinde; Görsel Çekicilik, Konfor ve Performansın sola çarpık ve basık oldukları, Güvenliğin sağa çarpık ve sivri olduğu, Yakıt Tüketiminin ise sağa çarpık ve basık olduğu görülür. Kriter sıraları için yapılan Kolmogorov–Smirnov testlerinde de normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür ($p < 0,05$).

Kriter ağırlıkları dikkate alındığında; en küçük ve en büyük değerler, Güvenlik %6 - %50, Yakıt Tüketimi %5 - %49, Performans %5 - %48, Konfor %5 - %45 ve Görsel Çekicilik %4 - %41 arasında bulunmuştur. Dördebölenler aralıkları incelendiğinde bu değerlerin %6 ile %10 arasında değer aldıkları ve birbirine yakın oldukları görülür. Standart sapma değerlerinin %5 ile %9 arasında olduğu, değişim katsayıları dikkate alındığında ise en fazla değişkenliğin %43 ile Görsel Çekicilik kriterinde olup diğer kriterlerin de %30 ile %37 arasında değerler aldığı görülür. Kriter ağırlıklarının ortalama değerleri incelendiğinde en önemli kriterin %29 ile Güvenlik olduğu, bunu sırasıyla Yakıt Tüketimi (%20), Performans (%18), Konfor (%17) ve Görsel Çekicilik (%17) kriterlerinin takip ettiği görülür. Kriter ağırlıklarının dağılımları incelendiğinde; Görsel Çekicilik, Konfor, Performans ve Yakıt Tüketimi kriterlerinin normal dağılıma uygun oldukları ($p > 0,05$), Güvenlik kriterinin ise sağa çarpık ve basık olduğu görülür.

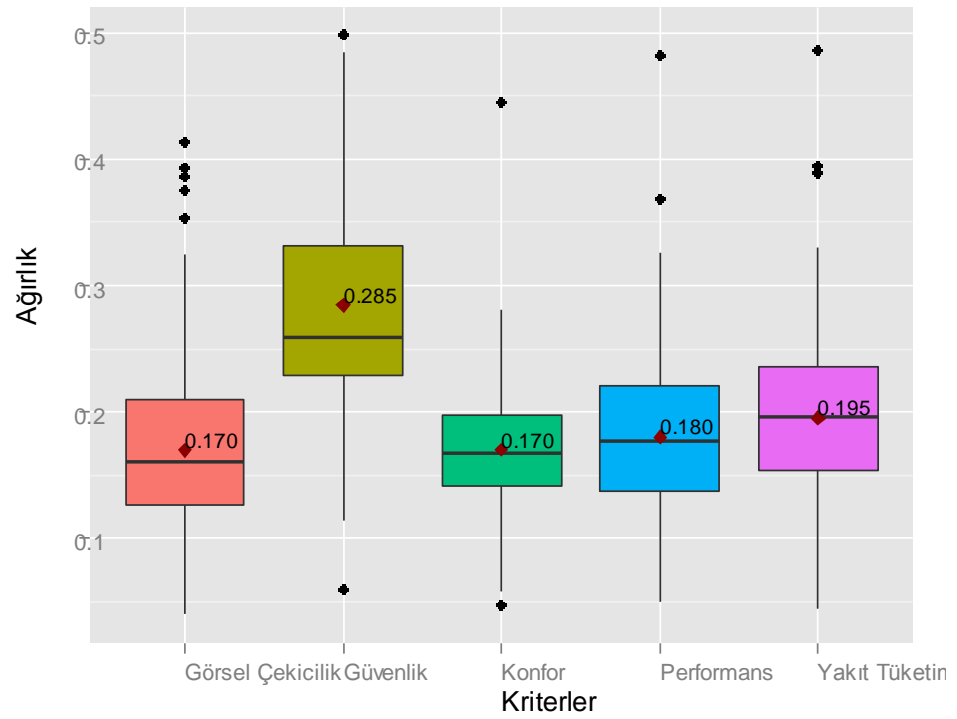
Tablo 4.4. SWARA Yönteminde Kriter Sıra ve Ağırlıklarının Tanımlayıcı İstatistikleri

	SIRALAR					AĞIRLIKLAR				
	Görsel Çekicilik	Güvenlik	Konfor	Performans	Yakıt Tüketimi	Görsel Çekicilik	Güvenlik	Konfor	Performans	Yakıt Tüketimi
Ortalama	3,633	1,640	3,489	3,223	3,014	0,170	0,285	0,170	0,180	0,195
S. Sapma	1,435	1,056	1,024	1,286	1,280	0,073	0,093	0,050	0,066	0,067
Değişim Katsayısı	0,395	0,644	0,294	0,399	0,425	0,431	0,326	0,297	0,365	0,342
Mod	5	1	4	4	2	0,040	0,230	0,130	0,070	0,140
En küçük	1	1	1	1	1	0,040	0,060	0,048	0,050	0,045
Alt Dördebölen	3	1	3	2	2	0,127	0,229	0,140	0,138	0,153
Medyan	4	1	4	3	3	0,161	0,260	0,167	0,177	0,197
Üst Dördebölen	5	2	4	4	4	0,210	0,333	0,199	0,221	0,236
En büyük	5	5	5	5	5	0,414	0,498	0,446	0,482	0,486
Dağılım Aralığı	4	4	4	4	4	0,374	0,438	0,398	0,432	0,442
Dördebölenler Aralığı	2	1	1	2	2	0,083	0,104	0,059	0,083	0,083
Çarpıklık (α_3)	-0,600	1,700	-0,279	-0,198	0,268	0,920	0,553	1,044	0,771	0,597
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-1,025	2,028	-0,632	-1,034	-1,087	1,278	-0,159	5,471	2,437	2,462
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,217	0,021	0,669	0,899	0,418

SWARA yöntemine göre elde edilen kriter sıralamalarının ve ağırlıkların farklılık gösterip göstermedikleri Friedman'ın ANOVA testi yardımıyla incelenmiştir. ANOVA testi kriter sıraları için uygulandığında dağılımlarının homojen olmadığı görülmüştür ($\chi^2_4=141,16$ ve $p=0,000$). Wilcoxon testi sonuçlarına bakıldığında en düşük sıra değerlerine sahip Güvenlik kriterinin, diğer kriterlerden farklı bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur (Görsel Çekicilik: $Z=-8,09$ ve $p=0,000$, Konfor: $Z=-9,22$ ve $p=0,000$, Performans: $Z=-7,41$ ve $p=0,000$, Yakıt Tüketimi: $Z=-7,27$ ve $p=0,000$). Görsel Çekicilik kriterinin Yakıt Tüketiminden daha yüksek bir sıraya sahip olduğu ($Z=-3,17$ ve $p=0,002$), Konfor ve Performans kriterleri ile dağılımlarının farklı olmadığı bulunmuştur. Konfor ve Performansın homojen dağıldıkları ($Z=-1,51$ ve $p=0,13$) ancak Konforun Yakıt Tüketiminde daha yüksek bir sıraya sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-2,70$ ve $p=0,007$). Son olarak Performans ve Yakıt Tüketiminin homojen dağıldıkları bulunmuştur ($Z=-1,46$ ve $p=0,14$). Ağırlıklar için uygulanan Friedman'ın ANOVA ve Wilcoxon testlerinin sonuçlarının sıralamalar için yapılan testlerin sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği bulunmuştur.



Şekil 4.5. SWARA Yönteminde Kriter Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.6. SWARA Yönteminde Kriterler Ağırlıklarının Dağılımları

4.6. KRİTERLERİN YÖNTEMLERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde katılımcılara yapılan anket sonucunda elde edilen kriter sıra ve ağırlıklarının Max100, SWARA ve İkili Karşılaştırma yöntemlerine göre medyan, mod, dördebölenler aralığı, dağılım aralığı, standart sapma vb. istatistiksel değerlendirmeleri yer almaktadır.

4.6.1. Görsel Çekicilik Kriterinin Yöntemlere Göre Değerlendirmesi

Görsel çekicilik kriterinin üç yönetime göre sıra ve ağırlıklar için hesaplanmış istatistikleri Tablo 4.5’de, bunlara ait kutu grafikleri sıralar için Şekil 4.7 ve ağırlıklar için Şekil 4.8’de verilmiştir. Yöntemlerin tümünde sıralar 1 ile 5 arasında değer almışlardır. Medyan değeri Max100 ve SWARA için 4, ikili karşılaştırma için 5 olarak bulunmuştur. Dördebölenler aralığı ikili karşılaştırma ve SWARA için 2, Max100 için 2,5 olarak bulunmuştur. Mod değeri tüm yöntemler için 5’tir. Sıra ortalamaları incelendiğinde ikili karşılaştırma (3,86) yönteminin en yüksek değere sahip olduğu bunu SWARA (3,63) ve Max100 (3,59) yöntemlerinin takip ettiği görülür.

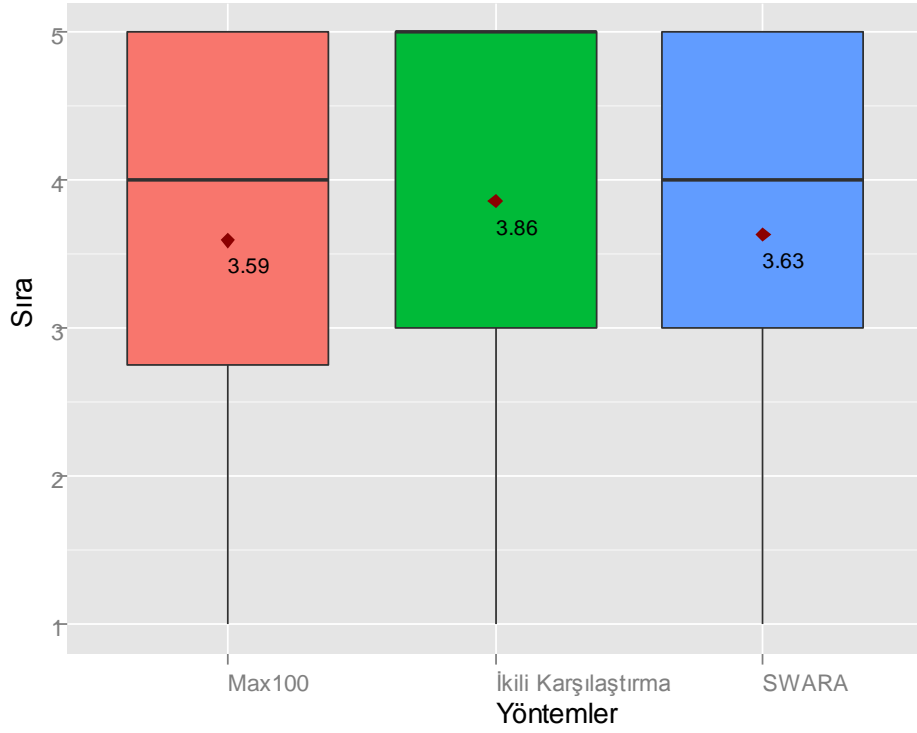
Tablo 4.5. Görsel Çekicilik Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri

	SIRALAR			AĞIRLIKLAR		
	Max100	İkili	SWARA	Max100	İkili	SWARA
Ortalama	3,594	3,860	3,633	0,176	0,116	0,170
S. Sapma	1,385	1,418	1,435	0,053	0,116	0,073
Değişim Katsayısı	0,385	0,367	0,395	0,299	0,998	0,431
Mod	5,000	5,000	5,000	0,200	0,032	0,040
En küçük	1,00	1,00	1,00	0,046	0,026	0,040
Alt Dördebölen	2,50	3,00	3,00	0,139	0,035	0,127
Medyan	4,00	5,00	4,00	0,185	0,064	0,161
Üst Dördebölen	5,00	5,00	5,00	0,207	0,149	0,210
En büyük	5,00	5,00	5,00	0,345	0,498	0,414
Dağılım Aralığı	4,00	4,00	4,00	0,299	0,472	0,374
Dördebölenler Aralığı	2,50	2,00	2,00	0,068	0,114	0,083
Çarpıklık (α_3)	-0,554	-0,851	-0,600	-0,140	1,636	0,920
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-1,034	-0,721	-1,025	0,397	1,870	1,278
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,318	0,000	0,217

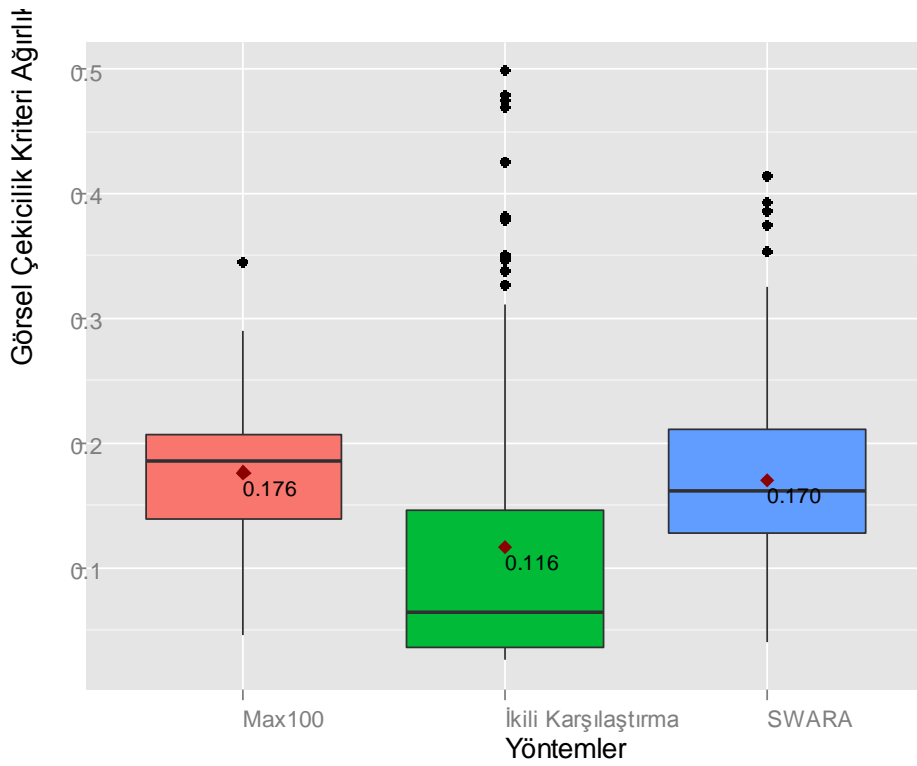
Değişim katsayıları ise sırasıyla SWARA (0,40), Max100 (0,39) ve ikili karşılaştırma (0,37) olarak bulunmuş olup birbirlerine çok yakın değerler almışlardır. Üç yöntemin dağılımları incelendiğinde negatif çarpıklık değerlerine sahip olduğundan sola çarpık oldukları ve negatif basıklık değerlerine sahip olduklarından basık oldukları görülmüş, yapılan Kolmogorov - Smirnov testlerinde de normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür.

Ağırlıkların her bir yöntemde aldıkları en küçük ve en büyük değerler ikili karşılaştırma için %2,6-%49,8, SWARA için %4-%41,4 ve Max100 %4,6-%34,5 arasındadır. Dolayısıyla en geniş dağılım aralığına ikili karşılaştırma (%47,2) yönteminin sahip olduğu, bunu SWARA (%37,4) ve Max100'ün (%29,9) takip ettiği söylenebilir. Standart sapma, değişim katsayısı ve dördebölenler aralığı istatistiklerinde de dağılım aralığında olduğu gibi ikili karşılaştırma en yüksek değerlere sahipken bunu SWARA ve Max100 takip etmiştir. Ağırlıkların yöntemlere göre ortalama değerleri ikili karşılaştırma için %11,6, SWARA için %17 ve Max100 için %17,6 olarak bulunmuştur. Üç yöntemin dağılımları incelendiğinde Max100 ve SWARA'nın normal dağılıma uygunluk gösterdikleri ($p>0,05$), ikili karşılaştırmanın ise sağa çarpık ve sivri bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür ($p=0,000$).

Yöntemlere göre sıralamaların ve ağırlıkların farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre sıraların homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=24,54$ ve $p=0,000$). Hangi yöntemlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre ikili karşılaştırma yönteminin Max100 ($Z=-4,09$ ve $p=0,000$) ve SWARA'dan ($Z=-3,876$ ve $p=0,000$) farklı bir dağılıma sahip olduğu, Max100 ve SWARA'nın homojen bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-0,78$ ve $p=0,434$). Ağırlıklar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre ağırlıkların homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=91,27$ ve $p=0,000$). Hangi yöntemlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre ikili karşılaştırma yönteminin Max100 ($Z=-6,82$ ve $p=0,000$) ve SWARA'dan ($Z=-7,30$ ve $p=0,000$) farklı bir dağılıma sahip olduğu, Max100 ve SWARA'nın homojen bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-2,02$ ve $p=0,043$, $\alpha=0,05/3=0,017$).



Şekil 4.7. Görsel Çekicilik Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.8. Görsel Çekicilik Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları

4.6.2. Güvenlik Kriterinin Yöntemlere Göre Değerlendirmesi

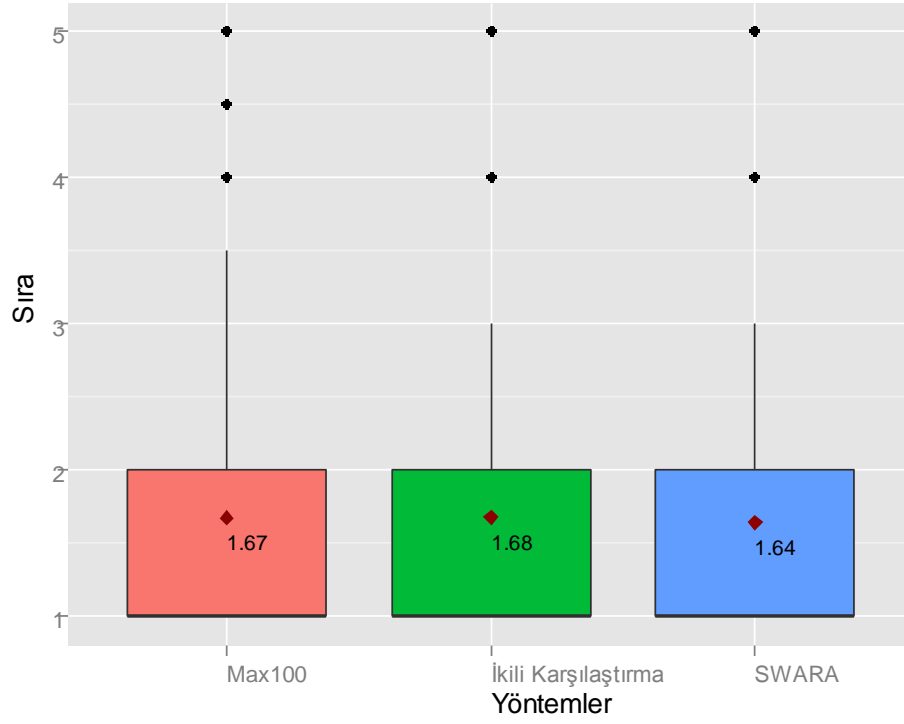
Güvenlik kriterinin üç yonteme göre hesaplanmış sıra ve ağırlık istatistikleri Tablo 4.6’da, kriter sıraları için bunlara ait kutu grafikleri Şekil 4.9 ve kriter ağırlıklarına ait kutu grafikleri ise Şekil 4.10’da verilmiştir. Yöntemlerin tümünde sıralar 1 ile 5 arasında değer almışlardır. Medyan değerleri üç yöntem için de 1 olarak bulunmuştur. Dördebölenler aralığı da üç yöntem için 1 olarak bulunmuştur. Mod değeri de tüm yöntemler için 1’dir. Sıralamaların ortalamalarına bakıldığında, SWARA (1,64) yönteminin en yüksek değere sahip olduğu, bunu Max100 (1,67) ve İkili Karşılaştırma (1,68) yönteminin takip ettiği ve değerlerin birbirine oldukça yakın oldukları görülür. Değişim katsayıları ise sırasıyla SWARA (0,64), İkili Karşılaştırma (0,62) ve Max100 (0,60) olarak bulunmuş olup birbirine çok yakın değerler almışlardır. Üç yönteminde dağılımları incelendiğinde, pozitif çarpıklık değerlerine sahip olduklarından sağa çarpık oldukları ve pozitif basıklık değerlerine sahip olduklarından sivri oldukları görülmüş, Kolmogorov – Smirnov testlerinde de normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür.

Tablo 4.6. Güvenlik Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri

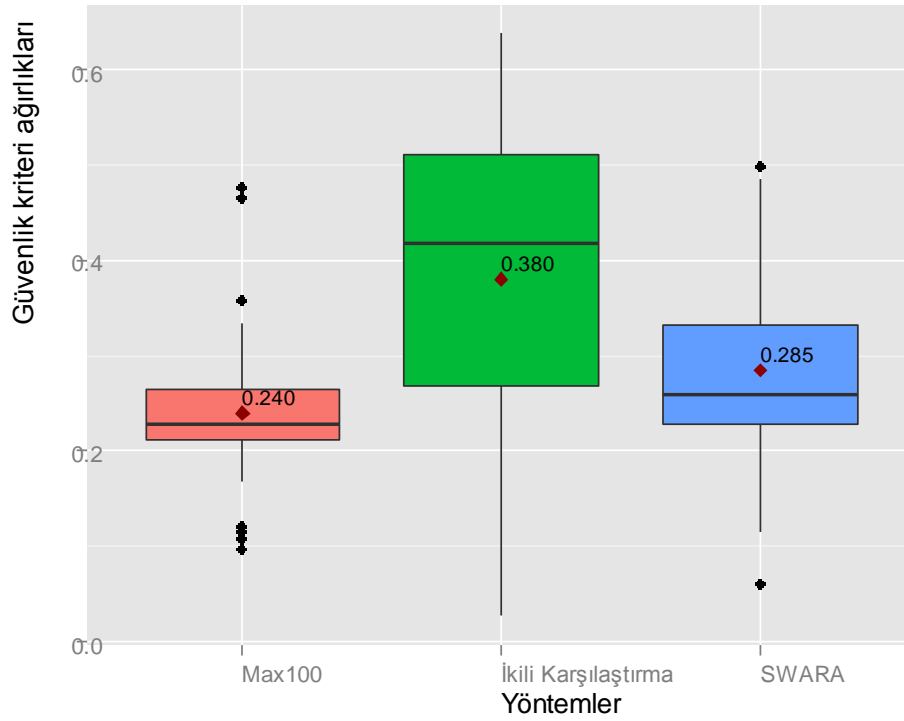
	SIRALAR			AĞIRLIKLAR		
	Max100	İkili	SWARA	Max100	İkili	SWARA
Ortalama	1,673	1,676	1,640	0,240	0,380	0,285
S. Sapma	1,010	1,042	1,056	0,051	0,163	0,093
Değişim Katsayısı	0,604	0,622	0,644	0,213	0,430	0,326
Mod	1	1	1	0,222	0,163	0,230
En küçük	1,00	1,00	1,00	0,097	0,027	0,060
Alt Dördebölen	1,00	1,00	1,00	0,211	0,269	0,229
Medyan	1,00	1,00	1,00	0,227	0,417	0,260
Üst Dördebölen	2,00	2,00	2,00	0,267	0,512	0,333
En büyük	5,00	5,00	5,00	0,476	0,638	0,498
Dağılım Aralığı	4,00	4,00	4,00	0,379	0,610	0,438
Dördebölenler Aralığı	1,00	1,00	1,00	0,056	0,244	0,104
Çarpıklık (α_3)	1,630	1,585	1,700	1,204	-0,473	0,553
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	2,007	1,630	2,028	5,596	-0,855	-0,159
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,026	0,022	0,021

Kriter ağırlıklarının her bir yöntemde aldıkları en küçük ve en büyük değerler İkili Karşılaştırma için %2,7 - %63,8, SWARA için %6 - %49,8 ve Max100 için %9,7 - %47,6 değerleri arasındadır. Buradan yola çıkarak en geniş dağılım aralığına İkili Karşılaştırma (%61) yönteminin sahip olduğu, bunu sırasıyla SWARA (%43,8) ve Max100 (%37,9) yöntemlerinin takip ettiği söylenebilir. Standart sapma, değişim katsayısı ve dördebölenler aralığı istatistiklerine bakıldığında dağılım aralığında olduğu gibi İkili Karşılaştırma yönteminin en yüksek değerlere sahip olduğu, bunu da sırasıyla SWARA ve Max100 yöntemlerinin takip ettiği görülür. Kriter ağırlıklarının yöntemlere göre ortalama değerleri İkili Karşılaştırma için %38, SWARA için %28,5 ve Max100 için %24 olarak bulunmuştur. Üç yöntemin dağılımları incelendiğinde; Max100'ün pozitif çarpıklık ve basıklık değerlerine sahip olduğundan sağa çarpık ve sivri, İkili Karşılaştırma yönteminin negatif çarpıklık ve basıklık değerlerinden dolayı sola çarpık ve basık, SWARA'nın pozitif çarpıklık değerinde dolayı sağa çarpık, negatif basıklık değerinden dolayı da basık olduğu görülmüş, Kolmogorov-Smirnov test sonuçlarına göre de üç yöntemin normal dağılıma uygun olmadığı görülmüştür.

Yöntemlere göre sıralamaların ve ağırlıkların farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre sıraların homojen dağıldığını göstermiştir ($\chi^2_2=1,88$ ve $p=0,39>0,05$). Yöntemlere göre Kriter ağırlıkları için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre ağırlıkların homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=87,58$ ve $p=0,000$). Wilcoxon testi sonuçlarına göre; İkili Karşılaştırma yönteminin Max100 ($Z=-8,22$ ve $p=0,000$) ve SWARA'dan ($Z=-6,87$ ve $p=0,000$) farklı bir dağılıma sahip olduğu, Max100'ünde SWARA'dan farklı bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-6,27$ ve $p=0,000$).



Şekil 4.9. Güvenlik Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.10. Güvenlik Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları

4.6.3. Konfor Kriterinin Yöntemlere Göre Değerlendirmesi

Konfor kriterinin üç yönetime göre hesaplanmış sıra ve ağırlık istatistikleri Tablo 4.7’de, bunlara ait kutu grafikleri sıralar için Şekil 4.11 ve ağırlıklar için Şekil 4.12’de verilmiştir. Yöntemlerin tümünde sıralar 1 ile 5 arasında değerler almışlardır. Medyan ve mod değerleri üç yöntem için de 4 olarak bulunmuştur. Dördebölenler aralığı ise üç yöntem için de 1 olarak bulunmuştur. Sıra ortalamaları incelendiğinde İkili Karşılaştırma (3,58) yönteminin en yüksek değere sahip olduğu, bunu Max100 (3,55) ve SWARA (3,49) yöntemlerinin takip ettiği ve oldukça yakın değerler aldıkları görülür. Değişim katsayıları ise sırasıyla Max100 (0,30), SWARA (0,29) ve İkili Karşılaştırma (0,29) olarak bulunmuş olup birbirlerine çok yakın değerler almışlardır. Üç yöntemin dağılımları incelendiğinde hepsinin negatif çarpıklık ve basıklık değerlerine sahip olmaları nedeniyle sola çarpık ve basık oldukları görülmüş, yapılan Kolmogorov – Smirnov testi sonuçlarına göre de üç yöntemde normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür.

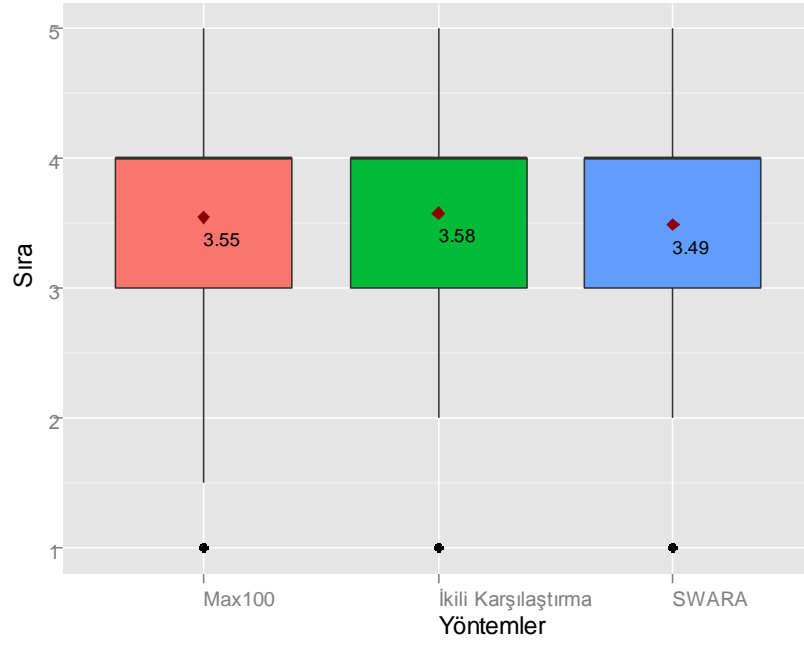
Tablo 4.7. Konfor Kriterinin Sıra ve Ağırlık İstatistikleri

	SIRALAR			AĞIRLIKLAR		
	Max100	İkili	SWARA	Max100	İkili	SWARA
Ortalama	3,547	3,579	3,489	0,185	0,119	0,170
S. Sapma	1,066	1,018	1,024	0,034	0,076	0,050
Değişim Katsayısı	0,301	0,285	0,294	0,183	0,636	0,297
Mod	4	4	4	0,170	0,202	0,130
En küçük	1,00	1,00	1,00	0,048	0,020	0,048
Alt Dördebölen	3,00	3,00	3,00	0,165	0,068	0,140
Medyan	4,00	4,00	4,00	0,188	0,103	0,167
Üst Dördebölen	4,00	4,00	4,00	0,205	0,152	0,199
En büyük	5,00	5,00	5,00	0,267	0,481	0,446
Dağılım Aralığı	4,00	4,00	4,00	0,219	0,461	0,398
Dördebölenler Aralığı	1,00	1,00	1,00	0,040	0,085	0,059
Çarpıklık (α_3)	-0,478	-0,427	-0,279	-0,448	1,859	1,044
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-0,655	-0,488	-0,632	2,200	5,232	5,471
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,607	0,052	0,669

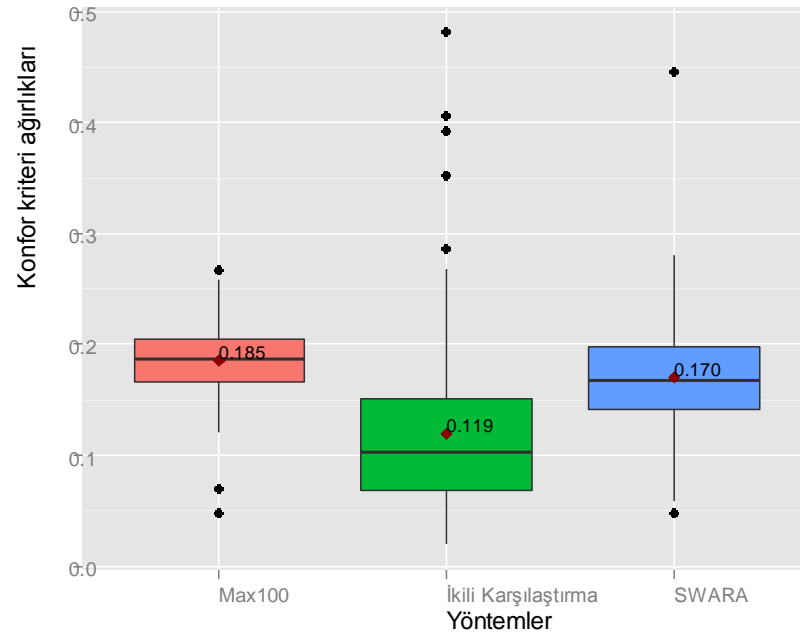
Ağırlıkların her bir yöntemde aldığı en küçük ve en büyük değerler İkili Karşılaştırma için %2 - %48,1, SWARA için %4,8 - %44,6 ve Max100 için %4,8 -

%26,7 değerleri arasındadır. Bu değerler dikkate alındığında en geniş dağılım aralığına İkili Karşılaştırma (%46,1) yönteminin sahip olduğu, bunu SWARA (%39,8) ve Max100 (21,9) yönteminin takip ettiği görülür. Standart sapma, değişim katsayısı ve dördebölenler aralığına bakıldığında dağılım aralığında olduğu gibi İkili Karşılaştırma en yüksek değerlere sahipken bunu SWARA ve Max100 takip etmiştir. Ağırlıkların yöntemlere göre ortalama değerleri İkili Karşılaştırma için %11,9, SWARA için %17 ve Max100 için %18,5 olarak bulunmuştur. Yöntemlerin dağılımları incelendiğinde ise üç yöntemin de normal dağılıma uygunluk gösterdikleri görülmüştür ($p>0,05$).

Yöntemlere göre sıralamaların farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre sıraların homojen dağıldığını göstermiştir ($\chi^2_2=0,96$ ve $p=0,62>0,05$). Ağırlıklar için uygulanan tekrarlı gözlemler ANOVA testinin sonuçlarına göre en az iki grup ortalamalarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($F_{1,74;240,56} = 98,95$ ve $p=0,000$). Hangi gruplar arasında farklılık olduğunu bulmak için uygulanan Bonferroni testlerine göre üç yöntemin de ortalamalarının ikili karşılaştırma sonuçlarının birbirinden farklı oldukları görülmüştür ($p<0,05$).



Şekil 4.11. Konfor Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.12. Konfor Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları

4.6.4. Performans Kriterinin Yöntemlere Göre Değerlendirmesi

Performans kriterinin üç yönetime göre sıra ve ağırlıklar için hesaplanmış istatistikleri Tablo 4.8’de, kriter sıraları için bunlara ait kutu grafikleri Şekil 4.13 ve ağırlıkları için Şekil 4.14’de verilmiştir. Yöntemlerin tümünde sıralar 1 ile 5 arasında değerler almıştır. Medyan değeri üç yöntem için de 3 değerini alırken, dördebölenler aralıkları 2, Mod değerleri ise Max100 ve İkili Karşılaştırma için 3, SWARA için 4 olarak bulunmuştur. Değişim katsayıları sırasıyla Max100 (0,39), İkili Karşılaştırma (0,39) ve SWARA (0,40) olarak bulunmuş olup birbirine çok yakın değerler almışlardır. Tüm yöntemlerin dağılımları incelendiğinde negatif çarpıklık değerlerine sahip olduğundan sola çarpık oldukları ve negatif basıklık değerlerine sahip olduklarından basık oldukları görülmüş, yapılan Kolmogorov–Smirnov testlerinde de normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür ($p < 0,05$).

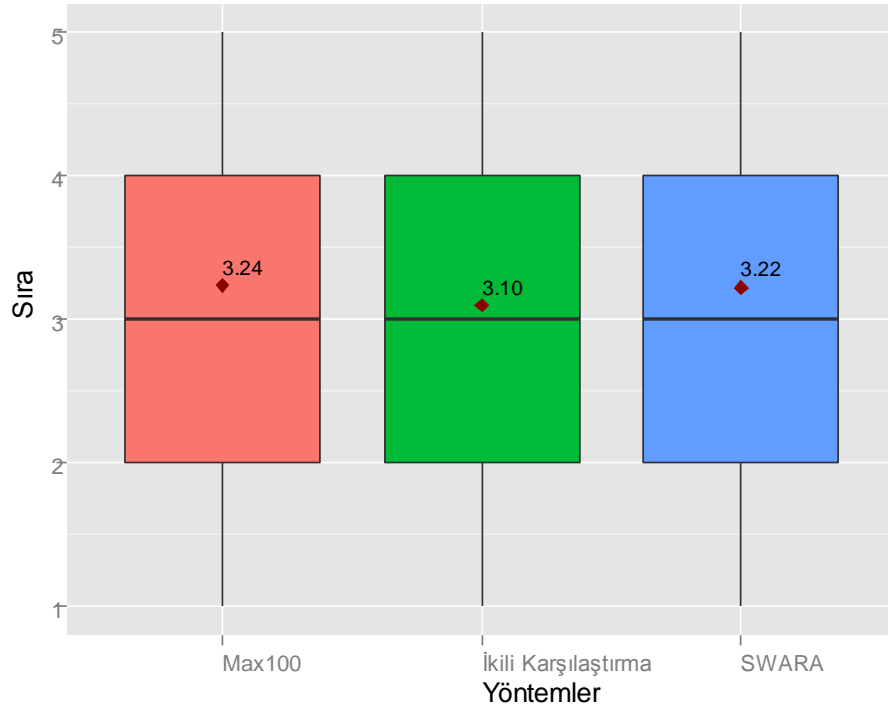
Tablo 4.8. Performans Kriterinin İstatistikleri

	SIRALAR			AĞIRLIKLAR		
	Max100	İkili	SWARA	Max100	İkili	SWARA
Ortalama	3,237	3,097	3,223	0,198	0,171	0,180
S. Sapma	1,260	1,199	1,286	0,045	0,122	0,066
Değişim Katsayısı	0,389	0,387	0,399	0,226	0,714	0,365
Mod	3	3	4	0,200	0,061	0,070
En küçük	1,00	1,00	1,00	0,095	0,026	0,050
Alt Dördebölen	2,00	2,00	2,00	0,178	0,078	0,138
Medyan	3,00	3,00	3,00	0,196	0,138	0,177
Üst Dördebölen	4,00	4,00	4,00	0,216	0,219	0,221
En büyük	5,00	5,00	5,00	0,500	0,612	0,482
Dağılım Aralığı	4,00	4,00	4,00	0,405	0,586	0,432
Dördebölenler Aralığı	2,00	2,00	2,00	0,038	0,141	0,083
Çarpıklık (α_3)	-0,153	-0,006	-0,198	2,318	1,410	0,771
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-1,102	-0,828	-1,034	14,725	1,818	2,437
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,009	0,001	0,000	0,036	0,001	0,899

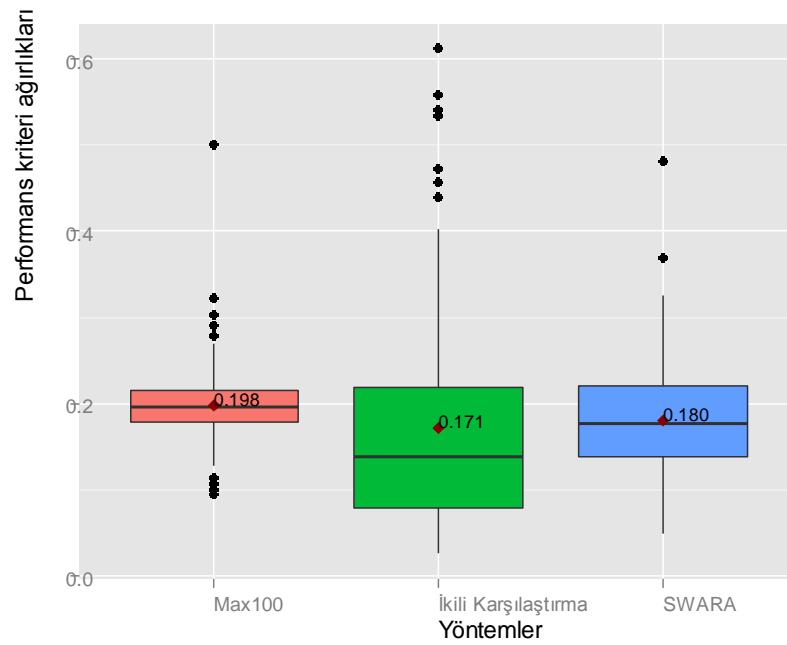
Ağırlıkların her bir yöntemde aldıkları en küçük ve en büyük değerler İkili Karşılaştırma için %2,6 - %61,2, SWARA için %5 - %48,2 ve Max100 için %9,5 - %50 arasındadır. Bu değerler göz önüne alındığında en geniş dağılım aralığına İkili Karşılaştırma (%58,6) yönteminin sahip olduğu, bunu SWARA (%43,2) ve Max100 (%40,5) takip ettiği söylenebilir. Standart sapma, değişim katsayısı ve dördebölenler aralığı istatistiklerine bakıldığında dağılım aralığında olduğu gibi İkili Karşılaştırma

yönteminin en yüksek değerlere sahip olduğu, bunu sırasıyla SWARA ve Max100'ün takip ettiği görülür. Ağırlıkların yöntemlere göre ortalama değerleri İkili Karşılaştırma için %17,1, SWARA için %18 ve Max100 için %19,8 olarak bulunmuştur. Üç yöntemin dağılımları incelendiğinde Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre Max100 ve SWARA yöntemlerinin normal dağılım uygunluk gösterdikleri, İkili Karşılaştırmanın ise sağa çarpık ve sivri bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür ($p=0,000$).

Yöntemlere göre kriter sıralarının ve ağırlıklarının farklılık gösterip göstermediğine sınınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre sıraların homojen dağıldıklarını göstermiştir ($\chi^2_2=0,96$ ve $p=0,61$). Wilcoxon testi sonuçlarına göre İkili Karşılaştırma yöntemi ile Max100 ($Z=-1,98$ ve $p=0,048$, $\alpha=0,05/3=0,017$) ve SWARA'nın ($Z=-1,98$ ve $p=0,048$) homojen dağılıma sahip olduğu, Max100 ve SWARA'nın da homojen bir dağılım sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-0,22$ ve $p=0,828$). Ağırlıklar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre ağırlıkların homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=37,47$ ve $p=0,000$). Wilcoxon testi sonuçlarına göre İkili Karşılaştırma yönteminin Max100 ($Z=-4,54$ ve $p=0,000$) ve SWARA'dan ($Z=-2,40$ ve $p=0,016$) farklı bir dağılım sahip olduğu, Max100 ve SWARA'nın da farklı dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-4,12$ ve $p=0,000$).



Şekil 4.13. Performans Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.14. Performans Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları

4.6.5. Yakıt Tüketimi Kriterinin Yöntemlere Göre Değerlendirmesi

Yakıt Tüketimi kriterinin üç yöntemle göre hesaplanmış sıra ve ağırlıkların istatistikleri Tablo 4.9’da, bunlara ait kutu grafikleri sıralar için Şekil 4.15 ve ağırlıkları için Şekil 4.16’da verilmiştir. Yöntemlerin tümünde sıralar 1 ile 5 arasında değer almışlardır. Dördebölenler aralığı ve mod değerleri tüm yöntemler için 2 olarak bulunmuştur. Medyan değerleri ise tüm yöntemler için 3 olarak bulunmuştur. Sıra ortalamalarına bakıldığında SWARA (3,01) yönteminin en yüksek değere sahip olduğu, bunu Max100 (2,95) ve İkili Karşılaştırma (2,79) yöntemlerinin takip ettiği görülür. Değişim katsayıları sırasıyla İkili Karşılaştırma (0,45), Max100 (0,43) ve SWARA (0,43) olarak bulunmuş olup birbirlerine çok yakın değerler almışlardır. Yöntemlerin dağılımları incelendiğinde ise üç yöntemin de pozitif çarpıklık değerlerine sahip olması nedeniyle sağa çarpık, negatif basıklık değerlerine sahip olmaları nedeniyle de basık oldukları görülmüş, yapılan Kolmogorov–Smirnov testi sonuçlarına göre normal dağılıma uygun olmadıkları görülmüştür.

Tablo 4.9. Yakıt Tüketimi Kriterinin İstatistikleri

	SIRALAR			AĞIRLIKLAR		
	Max100	İkili	SWARA	Max100	İkili	SWARA
Ortalama	2,950	2,788	3,014	0,201	0,213	0,195
S. Sapma	1,262	1,244	1,280	0,045	0,145	0,067
Değişim Katsayısı	0,428	0,446	0,425	0,224	0,679	0,342
Mod	2	2	2	0,200	0,542	0,140
En küçük	1,00	1,00	1,00	0,029	0,028	0,045
Alt Dördebölen	2,00	2,00	2,00	0,181	0,091	0,153
Medyan	3,00	3,00	3,00	0,203	0,175	0,197
Üst Dördebölen	4,00	4,00	4,00	0,222	0,281	0,236
En büyük	5,00	5,00	5,00	0,333	0,607	0,486
Dağılım Aralığı	4,00	4,00	4,00	0,304	0,579	0,442
Dördebölenler Aralığı	2,00	2,00	2,00	0,041	0,190	0,083
Çarpıklık (α_3)	0,305	0,281	0,268	-0,520	0,900	0,597
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	-1,000	-0,936	-1,087	2,856	0,129	2,462
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,081	0,069	0,418

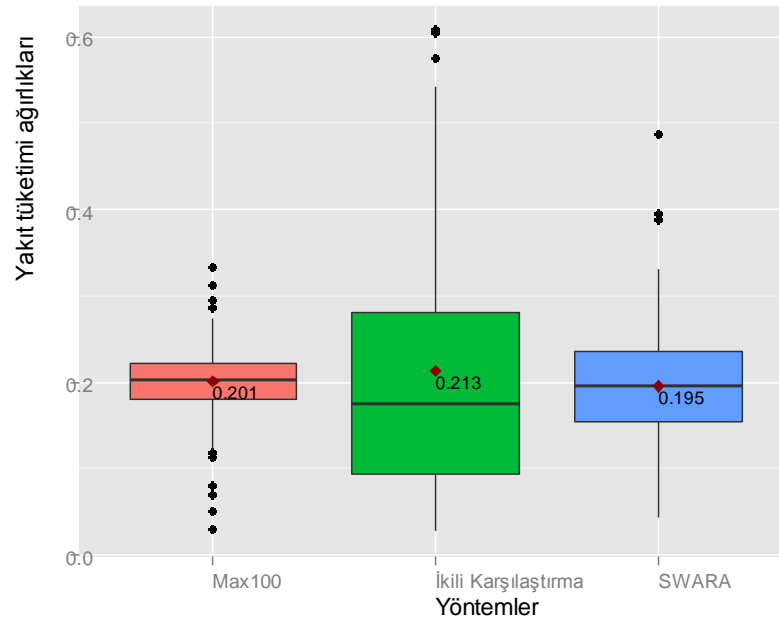
Ağırlıkların her bir yöntemde aldıkları en küçük ve en büyük değerler İkili Karşılaştırma için %2,8 - %60,7, SWARA için %4,5 - %48,6 ve Max100 için %2,9 - %33,3 arasındadır. Dolayısıyla en geniş dağılıma İkili Karşılaştırma (%57,9) yönteminin sahip olduğu, bunu SWARA (%44,2) ve Max100 (%30,4) yöntemlerinin

takip ettiği söylenebilir. Standart sapma, değişim katsayısı ve dördebölenler aralığı istatistiklerinde de dağılım aralığında olduğu gibi İkili karşılaştırma en yüksek değerlere sahipken, bunu SWARA ve Max100 takip etmiştir. Ağırlıkların yöntemlere göre ortalama değerleri incelendiğinde SWARA yönteminin %19,5, Max100'ün %20,1 ve İkili Karşılaştırma yönteminin %21,3 olarak bulunmuştur. Yöntemlerin dağılımlarına bakıldığında üç yöntemin de normal dağılıma uygunluk gösterdikleri görülmüştür ($p>0,05$).

Yöntemlere göre sıralamaların farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Sıralar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, yöntemlere göre sıraların homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=14,14$ ve $p=0,001$). Hangi yöntemlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre İkili Karşılaştırma yönteminin Max100 ($Z=-2,08$ ve $p=0,037$) ile homojen bir dağılıma, SWARA'dan ($Z=-2,98$ ve $p=0,003$) ise farklı bir dağılıma sahip olduğu, Max100 ve SWARA'nın homojen bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-1,54$ ve $p=0,12$). Ağırlıklar için uygulanan tekrarlı gözlemler ANOVA testinin sonuçlarına göre grupların ortalamalarının farklı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($F_{1,228;169,48} = 2,308$ ve $p=0,125$).



Şekil 4.15. Yakıt Tüketimi Kriterinin Yöntemlere Göre Sıralarının Dağılımları



Şekil 4.16. Yakıt Tüketimi Kriterinin Yöntemlere Göre Ağırlıklarının Dağılımları

4.7. YÖNTEMLERİN DAĞILIM ARALIKLARININ DEĞERLENDİRMESİ

Yöntem ağırlıklarının aralıklarını elde etmek için her bir yöntemde en yüksek kriter ağırlığından en düşük kriter ağırlığı çıkarılmıştır. Örneğin, katılımcının yaptığı değerlendirmelerin sonucunda Max100 yöntemine göre en yüksek kriter ağırlığı Performans için %23 ve en düşük kriter ağırlığı Konfor için %17 olarak bulunmuş ise, bu durumda dağılım aralığı ikisinin arasındaki farkın alınmasıyla %6 olarak bulunmuştur.

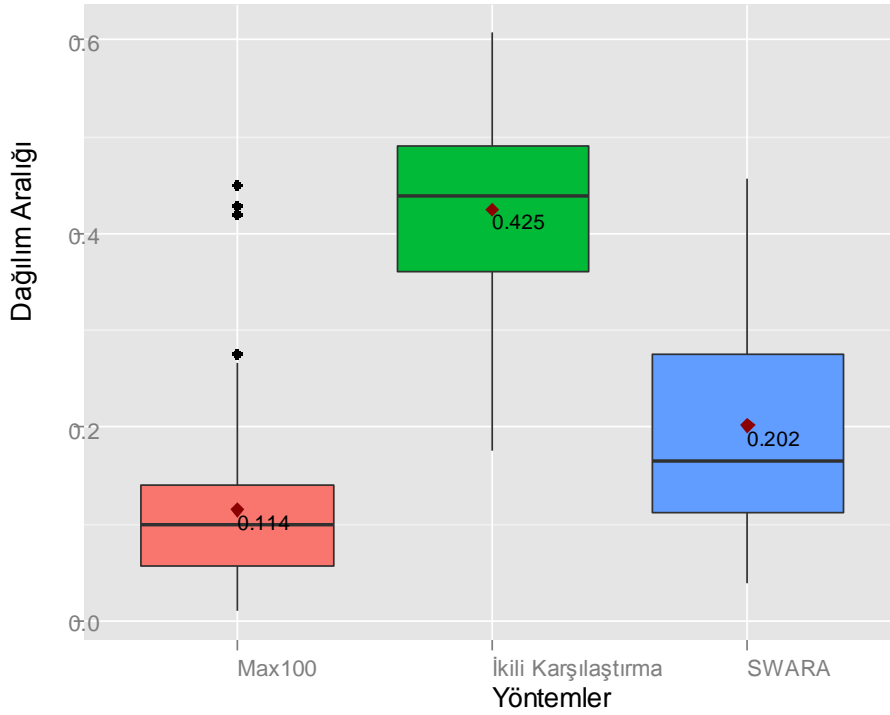
Yöntem ağırlıklarının dağılım aralıkları istatistikleri Tablo 4.10'da verilmiştir. Otomobil seçimi probleminde beş kriter göz önünde bulundurulduğunda 139 katılımcı içerisinde Max100 için dağılım aralığının en küçük değerinin %1 olması beş kriterin birbirine çok yakın değerler aldığını gösterir. Bu durum SWARA için de nispeten geçerlidir, dağılım aralığının en küçük değeri %3,9 olarak bulunmuştur. Ancak İkili Karşılaştırma yönteminde durum farklıdır, dağılım aralığının en küçük değeri %17,5 olarak bulunmuş olup bu problem için kriter ağırlıklarının en fazla yaklaşabildiği durumdur.

Ağırlıkların dağılım aralıklarının en büyük değerleri incelendiğinde ise Max100 ve SWARA için farkın yaklaşık %45'e kadar olabildiği gözlemlenirken, İkili Karşılaştırmada fark %61'e kadar ulaştığı görülür. Mod ve medyan değerleri göz önüne alındığında İkili Karşılaştırma yönteminin en yüksek değerlere sahip olduğu, bunu SWARA ve Max100'ün takip ettiği görülür.

Tablo 4.10. Yöntemlerin Dağılım Aralıklarının İstatistikleri

	Max100 Dağılım Aralığı	İkili Karşılaştırma Dağılım Aralığı	SWARA Dağılım Aralığı
Ortalama	0,114	0,425	0,202
S. Sapma	0,079	0,097	0,111
Değişim Katsayısı	0,693	0,228	0,550
Mod	0,044	0,510	0,060
En küçük	0,010	0,175	0,039
Alt Dördebölen	0,057	0,360	0,111
Medyan	0,100	0,438	0,165
Üst Dördebölen	0,143	0,491	0,277
En büyük	0,450	0,607	0,457
Dağılım Aralığı	0,440	0,432	0,418
Dördebölenler Aralığı	0,086	0,131	0,166
Çarpıklık (α_3)	1,661	-0,429	0,694
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	4,054	-0,439	-0,568
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,024	0,378	0,014

Yöntemlere göre dağılım aralıklarının farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Yöntemlerin dağılım aralıkları için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, dağılım aralıklarının homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=208,79$ ve $p=0,000$). Hangi yöntemlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre üç yöntemin de birbirinden farklı dağılımlara sahip olduğu görülmüştür. Bu durumu gösteren kutu grafiği de Şekil 4.17'de verilmiştir. Bu sonuca göre İkili Karşılaştırma Yönteminin 0,43 ile en geniş dağılım aralığına sahip olduğu, bunu 0,20 ile SWARA'nın ve 0,11 ile Max100 yönteminin takip ettiği görülür.



Şekil 4.17. Yöntemlere Göre Ağırlıkların Dağılım Aralıkları

4.8. YÖNTEMLER ARASINDAKİ KORELASYONLARIN DEĞERLENDİRMESİ

Yöntemler arasındaki korelasyon değerlerinin istatistikleri Tablo 4.11’de, bunlara ait kutu grafikleri sıra korelasyonları için Şekil 4.18 ve Pearson korelasyonları için Şekil 4.19’da verilmiştir. Sıra korelasyonlarının en küçük ve en büyük değerleri Max100 – İkili için 0,200 – 1,000, Max100 – SWARA için 0,300 – 1,000 ve İkili – SWARA için 0,300 – 1,000 arasında olduğu görülür. Mod değerlerine bakıldığında tüm yöntemler için 1 olduğu görülür. Ortalamalar incelendiğinde Max100 – SWARA (0,914) arasındaki sıra korelasyonu ortalamasının en yüksek değere sahip olduğu, bunu İkili – SWARA (0,864) ve Max100 – İkili (0,842) ortalamalarının takip ettiği görülür.

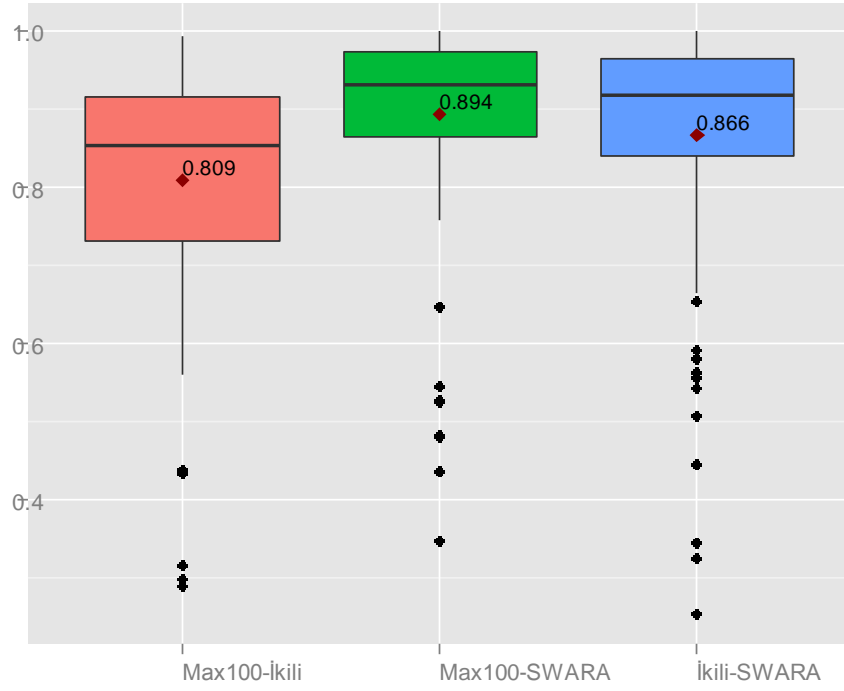
Tablo 4.11. Yöntemler Arasındaki Korelasyonların İstatistikleri

	Max100-İkili Arasındaki Sıra Korelasyonları	Max100-SWARA Arasındaki Sıra Korelasyonları	İkili-SWARA Arasındaki Sıra Korelasyonları	Max100-İkili Arasındaki Pearson Korelasyonları	Max100-SWARA Arasındaki Pearson Korelasyonları	İkili-SWARA Arasındaki Pearson Korelasyonları
Ortalama	0,842	0,914	0,864	0,809	0,894	0,866
S. Sapma	0,178	0,137	0,170	0,149	0,123	0,150
Değişim Katsayısı	0,211	0,149	0,196	0,184	0,138	0,173
Mod	1,000	1,000	1,000	0,290	0,480	0,350
En küçük	0,200	0,300	0,300	0,289	0,347	0,253
Alt Dördebölen	0,700	0,900	0,800	0,730	0,863	0,836
Medyan	0,900	0,975	0,900	0,854	0,931	0,919
Üst Dördebölen	1,000	1,000	1,000	0,918	0,973	0,965
En büyük	1,000	1,000	1,000	0,994	0,999	0,999
Dağılım Aralığı	0,800	0,700	0,700	0,705	0,652	0,746
Dördebölenler Aralığı	0,300	0,100	0,200	0,188	0,110	0,129
Çarpıklık (α_3)	-1,376	-2,536	-1,564	-1,443	-2,396	-2,017
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	1,563	6,834	2,065	2,436	6,230	4,205
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000

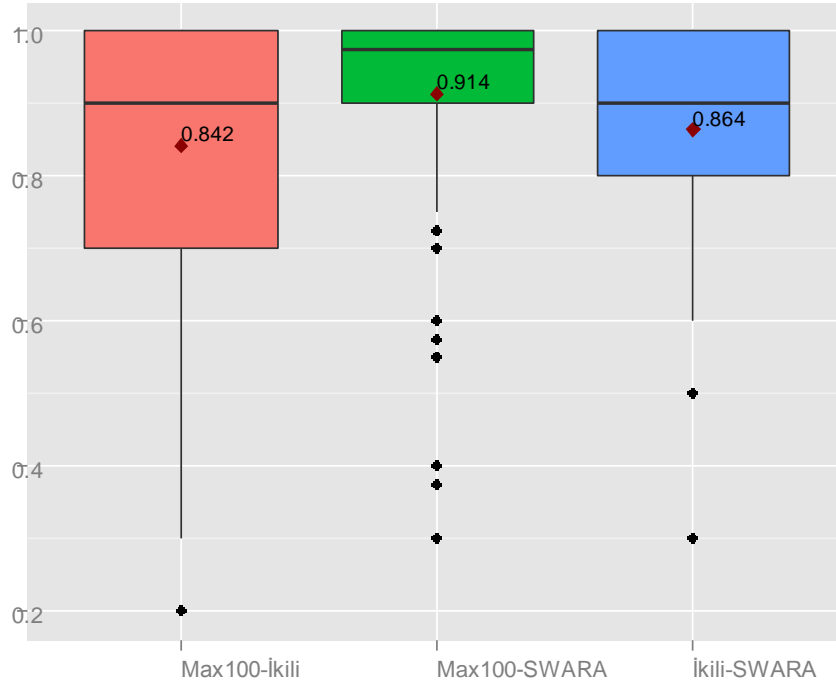
Pearson korelasyonlarının her bir ikili karşılaştırma için en küçük ve en büyük değerleri İkili – SWARA için 0,253 – 0,999, Max100 – İkili için 0,289 – 0,994 ve Max100 – SWARA için 0,347 – 0,999 arasındadır. Mod değerleri Max100 – SWARA için 0,480, İkili – SWARA için 0,350 ve Max100 – İkili için 0,290 olarak bulunmuştur. Ortalamalar incelendiğinde en yüksek Pearson korelasyon ortalama değerine Max100 – SWARA (0,894) ikilisinin sahip olduğu, bunu İkili – SWARA (0,866) ve Max100 – İkili (0,809) ortalamalarının takip ettiği görülür.

Yöntemlere göre sıra ve Pearson korelasyonlarının farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman'ın ANOVA testi uygulanmıştır. Yöntemler arasındaki korelasyonlar için uygulanan Friedman'ın ANOVA testi, sıra ($\chi^2_2=24,56$ ve $p=0,000$) ve Pearson ($\chi^2_2=49,32$ ve $p=0,000$) korelasyonlarının homojen dağılmadığını göstermiştir. Hangi yöntemlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre sıra korelasyonları için Max100 – SWARA sıra korelasyonlarının Max100 – İkili ($Z=-4,76$ ve $p=0,000$) ve İkili – SWARA'dan ($Z=-3,34$ ve $p=0,001$) farklı bir dağılıma sahip olduğu, Max100

– İkili ile İkili – SWARA'nın homojen bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-1,97$ ve $p=0,048>0,017$). Pearson korelasyonları için ise Max100 – İkili grubunun Max100 – SWARA ($Z=-6,76$ ve $p=0,000$) ve İkili SWARA'dan ($Z=-5,96$ ve $p=0,000$) farklı bir dağılıma sahip olduğu, Max100 – SWARA ile İkili SWARA'nın homojen bir dağılıma sahip olduğu bulunmuştur ($Z=-1,91$ ve $p=0,056>0,017$).



Şekil 4.19. Yöntemler Arasındaki Pearson Korelasyonları



Şekil 4.18. Yöntemler Arasındaki Sıra Korelasyonları

4.9. YÖNTEM AĞIRLIKLARININ STANDART SAPMALARININ DEĞERLENDİRMESİ

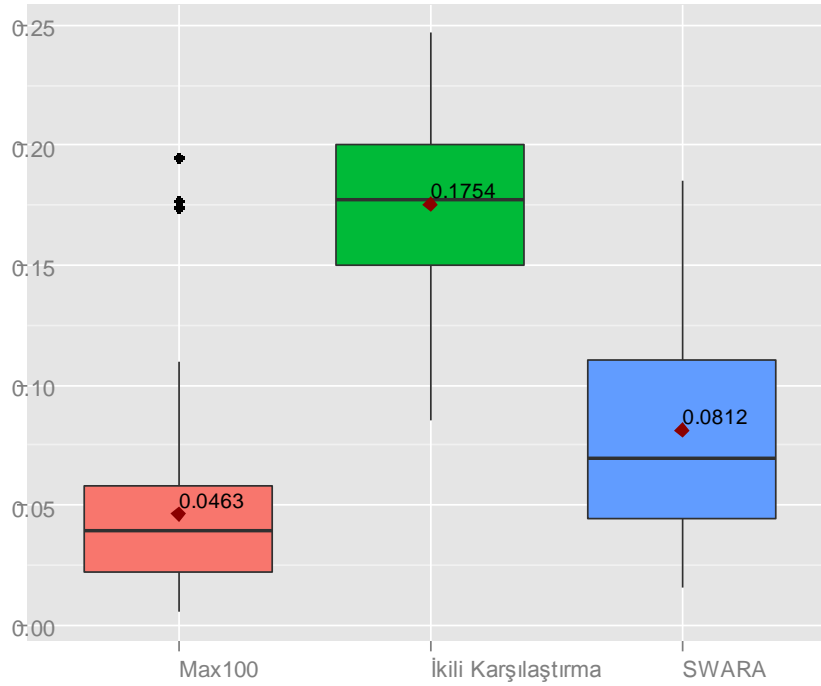
Yöntemlerin kriter ağırlıklarının standart sapmalarını elde etmek Excel'den faydalanılmıştır. Örneğin, katılımcının yapmış olduğu değerlendirmeler sonucunda Max100 yönteminin kriter ağırlıklarını sırasıyla Görsel Çekicilik %14, Güvenlik %23, Konfor %19, Performans %23 ve Yakıt Tüketimi %21 olarak belirlemiş olsun. Bu durumda bir kişi için Max100 yönteminin standart sapması %3,8 olarak bulunmuş olur. Daha sonra tüm katılımcıların Max100 için elde edilen standart sapmalarının ortalamaları alınarak, Max100'ün genel standart sapması elde edilmiş olur. Benzer süreç diğer iki yöntem için de gerçekleştirilerek tüm yöntemlerin standart sapmalarına ulaşılmıştır.

Tablo 4.12. Yöntemlerin Standart Sapmalarının İstatistikleri

	Max100 Standart Sapma	İkili Karşılaştırma Standart Sapma	SWARA Standart Sapma
Ortalama	0,046	0,175	0,081
S. Sapma	0,033	0,036	0,045
Değişim Katsayısı	0,707	0,204	0,554
Mod	0,020	0,204	0,020
En küçük	0,006	0,085	0,015
Alt Dördebölen	0,022	0,150	0,044
Medyan	0,040	0,177	0,070
Üst Dördebölen	0,058	0,200	0,112
En büyük	0,195	0,247	0,186
Dağılım Aralığı	0,189	0,161	0,170
Dördebölenler Aralığı	0,036	0,051	0,067
Çarpıklık (α_3)	1,812	-0,273	0,676
Çarpıklık SH	0,206	0,206	0,206
Basıklık (α_4)	4,825	-0,278	-0,579
Basıklık SH	0,408	0,408	0,408
K-S p değeri	0,009	0,907	0,016

Yöntemlerin standart sapmalarının istatistikleri Tablo 4.12’de, bunlara ait kutu grafiği ise Şekil 4.20’de verilmiştir. Standart sapmaların aldığı en küçük ve en büyük değerler Max100 için %06 - %19,5, SWARA için %1,5 - %18,6 ve İkili Karşılaştırma için %8,5 - %24,7 arasında olup İkili Karşılaştırma yönteminin en büyük değerlere sahip olduğu görülür. Yöntemlere göre standart sapmaların ortalamaları incelendiğinde en yüksek değere İkili Karşılaştırma (%17,5) yönteminin sahip olduğu, bunu SWARA (%8,1) ve Max100 (%4,6) yöntemlerinin takip ettiği görülür. Ayrıca uygulanan Kolmogorov – Smirnov testi sonuçlarına göre standart sapma değerlerinin normal dağılıma uygunluk göstermediği görülmüştür.

Yöntemlere göre standart sapma değerlerinin farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman’ın ANOVA testi uygulanmıştır. Yöntemlerin standart sapma değerleri için uygulanan Friedman’ın ANOVA testi, standart sapmaların homojen dağılmadığını göstermiştir ($\chi^2_2=213,34$ ve $p=0,000$). Hangi yöntemlerin birbirinden farklılık gösterdiklerini test etmek için uygulanan Wilcoxon testi sonuçlarına göre üç yöntemin standart sapma değerlerinin birbirinden farklı dağılımlara sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 4.20. Yöntemlerin Standart Sapmalarının Dağılımları

4.10. KATILIMCILARIN YÖNTEMLERLE İLGİLİ ALGILARININ DEĞERLENDİRMESİ

Anket sonunda katılımcılara yöntemlerin kullanım kolaylığı ve puanlandırma şekline dair değerlendirmeleri istenilen ifadelerin istatistikleri Tablo 4.13'te verilmiştir. “Yöntemlerin kullanımı kolaydır.” ifadesine Max100 için 14 (%10,1) Kararsızım, 55 (%39,6) Katılıyorum ve 61 (%43,9) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilirken, çok az bir sayıda katılımcı ((%2,2) Katılmıyorum, (%4,3) Kesinlikle Katılmıyorum) olumsuz cevap vermiştir. İkili Karşılaştırma için 35 (%25,2) Kararsızım, 52 (%37,4) Katılıyorum, 19 (%13,7) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilirken, 24 (%17,3) Katılmıyorum ve 9 (%6,5) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. SWARA için ise 26 (%18,7) Kararsızım, 63 (%45,3) Katılıyorum ve 21 (%15,1) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilirken, 22 (%15,8) Katılmıyorum ve 7 (%5) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. Bu ifade için yöntemlerin ortalamaları incelendiğinde Max100’ün (4,19) en yüksek ortalamaya sahip olduğu, bunu SWARA (3,50) ve İkili Karşılaştırma (3,35) yöntemlerinin takip ettiği görülmüştür.

Tablo 4.13. Yöntemlerle ilgili Likert Ölçekli Soruların İstatistikleri

	Max100		İkili Karşılaştırma		SWARA	
	n	%	n	%	n	%
Yöntemin kullanımı kolaydır.						
Kesinlikle Katılmıyorum	3	2,2	9	6,5	7	5,0
Katılmıyorum	6	4,3	24	17,3	22	15,8
Kararsızım	14	10,1	35	25,2	26	18,7
Katılıyorum	55	39,6	52	37,4	63	45,3
Kesinlikle Katılıyorum	61	43,9	19	13,7	21	15,1
Yöntemin puanlandırma şekli güven vericidir.						
Kesinlikle Katılmıyorum	4	2,9	3	2,2	7	5,0
Katılmıyorum	13	9,4	12	8,6	13	9,4
Kararsızım	35	25,2	22	15,8	49	35,3
Katılıyorum	56	40,3	69	49,6	48	34,5
Kesinlikle Katılıyorum	31	22,3	33	23,7	22	15,8
Yöntemin puanlandırma şekli kriterler hakkındaki görüşlerimi doğru yansıtıyor.						
Kesinlikle Katılmıyorum	2	1,4	3	2,2	4	2,9
Katılmıyorum	7	5,0	8	5,8	7	5,0
Kararsızım	22	15,8	17	12,2	28	20,1
Katılıyorum	64	46,0	69	49,6	66	47,5
Kesinlikle Katılıyorum	44	31,7	42	30,2	34	24,5

“Yöntemin puanlandırma şekli güven vericidir.” ifadesine Max100 için 35 (%25,2) Kararsızım, 56 (%40,3) Katılıyorum ve 31 (%22,3) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilmiş, 13 (%9,4) Katılmıyorum ve 4 (%2,9) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. İkili Karşılaştırma için 22 (%15,8) Kararsızım, 69 (%49,6) Katılıyorum ve 33 (%23,7) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilirken, 12 (%8,6) Katılmıyorum ve 3 (%2,2) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. SWARA için ise 49 (%35,3) Kararsızım, 48 (%34,5) Katılıyorum ve 22 (%15,8) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilmiş, 12 (%9,4) Katılmıyorum ve 7 (%5) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. Bu ifade için yöntemlerin ortalamaları dikkate alındığında İkili Karşılaştırma (3,85) yönteminin en yüksek değere sahip olduğu, bunu Max100 (3,70) ve SWARA (3,47) yöntemlerinin takip ettiği görülmüştür.

“Yöntemin puanlandırma şekli kriterler hakkındaki görüşlerimi doğru yansıtıyor.” ifadesine Max100 için 22 (%15,8) Kararsızım, 64 (%46) Katılıyorum ve 44 (%31,7) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilirken, 7 (%5) Katılmıyorum ve 4 (%2,9) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. İkili Karşılaştırma için 17 (%12,2) Kararsızım, 69 (%49,6) Katılıyorum ve 33 (%23,7) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilirken, 8 (%5,8) Katılmıyorum ve 3 (%2,2) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. SWARA için ise 28 (%20,1) Kararsızım, 66

(%47,5) Katılıyorum ve 34 (%24,5) Kesinlikle Katılıyorum cevabı verilmiş, 7 (%5) Katılmıyorum ve 4 (%2,9) Kesinlikle Katılmıyorum cevabı verilmiştir. Bu ifade için yöntemlerin ortalaması incelendiğinde en yüksek değere Max100 (4,01) yönteminin sahip olduğu, bunu İkili Karşılaştırma (4,00) ve SWARA (3,86) yöntemlerinin takip ettiği görülmüştür.

Tablo 4.14. Yöntemlerin Genel Değerlendirme İstatistikleri

Genel olarak değerlendirdiğinizde...	En iyi		En kötü	
	n	%	n	%
Max100	50	36,0	41	29,5
İkili Karşılaştırma	70	50,4	39	28,1
SWARA	19	13,7	59	42,4

Yöntemlerin genel değerlendirme sonuçları Tablo 4.14’de verilmiştir. Katılımcıların %50,4’ü İkili Karşılaştırma, %36’sı Max100 ve %13,7’si SWARA yöntemini “En iyi” yöntem olarak değerlendirirken, %42,4’ü SWARA, %29,5’i Max100 ve %28,1’i İkili Karşılaştırma yöntemini “En kötü” olarak değerlendirmiştir.

5.BÖLÜM: TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde dördüncü bölümde elde edilen bulgular göz önünde bulundurularak kriter ağırlıkları ve sıraları hakkında yöntemlere göre yorumlar yapılacak; yöntemlerin kullanım kolaylığı, puanlandırma şeklinin güven vericiliği ve puanlandırma şeklinin katılımcı görüşlerini doğru yansıtması açılarından da değerlendirmelerde bulunularak elde edilen sonuçlar anlatılacaktır.

5.1. SONUÇ

Üç farklı kriter ağırlık belirleme yöntemi olan Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA yöntemlerinin otomobil alırken göz önünde bulundurulmuş beş kritere (Görsel Çekicilik, Güvenlik, Konfor, Performans ve Yakıt Tüketimi) göre değerlendirildiği bu çalışmada önemli bulgulara ulaşılmıştır.

Anketleri yanıtlayan 139 kişinin otomobil alırken göz önünde bulundurulmuş beş kritere göre kişisel tercihleri arasında fark olmasına rağmen ortalamalarına göre üç yöntemin kriter önem sıralamaları aynıdır: Güvenlik kriteri birinci, Yakıt Tüketimi ikinci, Performans üçüncü, Konfor dördüncü ve Görsel Çekicilik beşinci sıradadır. Ancak yöntemlerin verdiği sıralamalar aynı olsa da ağırlık ortalamaları birbirinden farklıdır. En önemli kriter olan Güvenlik kriteri için Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA'nın ortalamaları sırasıyla %24, %38 ve %28 olarak bulunmuştur. En az önem verilen Görsel Çekicilik kriteri için ise Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA'nın ortalamaları sırasıyla %18, %12 ve %17 olarak bulunmuştur. En az önem verilen ikinci kriter olan Konfor kriteri için Görsel Çekicilik kriterine benzer sonuçlar elde edilmiştir, Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA'nın ortalamaları sırasıyla %19, %12 ve %17 olarak bulunmuştur. Önem sırasına göre ikinci ve üçüncü sırada yer alan Yakıt Tüketimi ve Performans kriterleri için ise yöntemler birbirine oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Yakıt Tüketimi kriteri için Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA'nın ortalamaları sırasıyla %20, %21 ve %20, Performans kriteri için ise %20, %17, ve %18 olarak bulunmuştur.

Bu bulgular göz önünde bulundurulduğunda, İkili Karşılaştırma yönteminin diğer yöntemlere göre en önemli kritere daha fazla ağırlık verdiği, en önemsiz kritere ise diğer yöntemlere göre daha düşük ağırlık verdiği, orta sıralardaki kriterler için ise yöntemlerin çok farklı sonuçlar vermediği söylenebilir. Bu sonuçlar yöntemlerin değişkenlik istatistikleri ile de teyit edilmiştir. En yüksek standart sapmaya, dağılım aralığına ve dördebölenler aralığına sahip olan yöntem İkili Karşılaştırma yöntemidir, bunu SWARA ve Max100 yöntemleri takip eder. Dolayısıyla bir ÇKKV problemiyle karşılaşan karar vericinin kriter ağırlıklarının birbirinden çok farklı olduğunu düşündüğünde İkili Karşılaştırma, birbirine çok yakın olduğunu düşündüğünde Max100, bu ikisi arasındaki durum için ise SWARA yöntemini tercih etmesinin uygun olacağı söylenilebilir. Ancak bu kararı verirken karar verici sayısı göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle İkili Karşılaştırma yöntemi az sayıda karar verici olması durumunda uç noktalarda, inandırıcı olmayan ağırlıklar verebilir. Bu nedenle kriter ağırlıkları elde edildikten sonra karar vericilere sunulmalı ve ağırlıkları uygun bulup bulmadıkları sorulmalıdır. Ağırlıklar uygun değilse en az iki yöntemle ağırlıklar belirlenmeli ardından bulunan ağırlıklar karar vericiler tarafından incelenmeli ve hangi yöntemin sonuçları uygunsa onlar kullanılmalı, ya da arada kalınıyorsa iki yöntemin ortalaması alınmalıdır.

Yöntemlerin birbirleri ile uyumu korelasyon katsayıları incelenerek belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının %81 - %91 arasında olması yöntemler arasında aynı yönlü, oldukça güçlü doğrusal bir ilişkinin varlığını gösterir. Birbiriyle en benzer sonuçları veren yöntem ikilisinin Max100 ve SWARA yöntemleri olduğu söylenebilir. Ardından İkili Karşılaştırma - SWARA ve Max100 - İkili Karşılaştırma ikilileri gelir. İkili Karşılaştırma yönteminin yer aldığı ikililerin korelasyon katsayılarının Max100 ve SWARA arasındaki korelasyon katsayısından daha düşük olduğu göz önüne alındığında, İkili Karşılaştırma yönteminin diğer iki yöntemle daha az uyumlu olduğu söylenebilir.

Katılımcılar Max100 yöntemini kullanımı en kolay yöntem olarak belirlemiştir, bunu SWARA ve İkili Karşılaştırma yöntemleri birbirine yakın puanlarla takip etmiştir. Ek-1 2. Bölümden de görülebileceği gibi SWARA yönteminin uygulamasında önce kriterlerin önem sıralamasının yapılması daha sonra kriterler arasındaki önem farklarının yazılması; İkili Karşılaştırma yönteminde ise on farklı ikilinin birbiri ile kıyaslanarak önemlerinin belirlenmesi ve bunlar belirlenirken

tutarlığın sağlanabilmesi için tüm durumların göz önünde bulundurulması gibi işlemler, bu iki yöntemin uygulamasının katılımcılar için Max100 yöntemine göre nispeten biraz daha dikkat ve sabır gerektirdiğini göstermektedir. Bundan dolayı da Max100 yönteminin SWARA ve İkili Karşılaştırma yöntemlerine göre kullanımı daha kolay bir yöntem olarak seçildiği söylenebilir.

Puanlandırma şeklinin güven vermesi açısından ise İkili Karşılaştırma yöntemi en güvenilir yöntem olurken, Max100 oldukça yakın bir ortalamayla bunu takip etmiştir. Kriter ağırlıkları Max100 yönteminde en önemli kriter baz alınarak diğer kriterler ile kıyaslanmasıyla, SWARA yönteminde artarda gelen kriterler arasındaki önem farkının belirtilmesiyle belirlenirken, İkili Karşılaştırma yönteminde her bir kriterin birbiri ile kıyaslanmasının yanında puanlandırma yapılırken tutarlılığın da sağlanmaya çalışılmasından dolayı katılımcıların bu yöntemi diğer iki yöntemle göre daha güven verici olarak seçtiği söylenebilir. Ancak buna rağmen İkili Karşılaştırma yönteminde katılımcıların yalnızca %22,3'ünün tutarlılık oranının kabul edilebilir oran olan 0,10'un altında olduğu görülmüştür. Bunda dolayı da tutarlılık oranının daha fazla kişide sağlanabilmesi için tekrar tekrar katılımcılara geri dönüp uygulama yapılması gerekliliği, bu yöntemin bir dezavantajı olarak görülebilir. Yöntemlerin puanlandırma şeklinin katılımcıların görüşlerini doğru yansıtması konusunda ise üç yöntemin ortalamaları birbirine oldukça yakın bulunmuş olup yöntemlerin katılımcıların görüşlerini doğru yansıttığı söylenebilir.

Anket sonunda katılımcıların bu üç yöntemi genel olarak değerlendirmesi sonucunda elde edilen bulgulardan en iyi yöntemin İkili Karşılaştırma, en kötü yöntemin ise SWARA olarak belirlendiği görülmüştür.

Bottomley ve Doyle'un (2001) yaptıkları çalışmada Max100 yöntemi, Doğrudan Puanlama ve Min10 yöntemlerine göre kullanımı daha kolay bir yöntem olduğu gözlemlenmiş ayrıca Max100'ün diğer iki yöntemden daha güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bottomley ve Doyle, 2001). Bu çalışmada da benzer şekilde Max100'ün İkili Karşılaştırma ve SWARA yöntemlerine göre kullanımı daha kolay bir yöntem olduğu görülmüş ancak hem puanlandırma şeklinin güven vermesi yönünden hem de genel olarak değerlendirildiğinde en iyi yöntemin İkili Karşılaştırma yöntemi olduğu görülmüştür. Zardari vd.'nin (2015) çalışmasında Max100 yöntemi ağırlıklarının birbirine oldukça yakın değerler aldığı ve dağılım

aralığının küçük olduğu gözlemlenirken bu çalışmada da Max100 yönteminin ağırlıkları ve dağılım aralığı hakkında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Schomaker ve Waid'in (1982) çalışmasında İkili Karşılaştırmanın diğer ağırlık belirleme yöntemlerine göre varyansı daha büyük olan ağırlıklar ürettiğini bu nedenle de İkili Karşılaştırma yöntemiyle bulunmuş olan kriter ağırlıklarının karar vericileri istenilen düzeyde tatmin etmediğine değinmişlerdir (Schomaker ve Waid, 1982). Hajkowicz vd.'nin (2000) çalışmasında da İkili Karşılaştırma yönteminin yüksek bir standart sapmaya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Hajkowicz vd., 2000). Bunun yanında Arslan (2013) İkili Karşılaştırma ile belirlenen kriter ağırlıklarının doğrudan puan dağıtım yöntemine göre daha uç noktalar arasında değer aldığı yani İkili Karşılaştırma yönteminde karar problemlerine diğer kriterlere göre çok daha önemli olan bir kriter ya da alternatif eklendiğinde, yöntemin o kriterin ağırlığını diğerlerine göre yüksek bir değere atayabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Üç çalışmanın da sonuçları göz önüne alındığında bu çalışmada da olduğu gibi İkili Karşılaştırmanın ağırlıklarının dağılım aralığı, dördebölenler aralığı ve standart sapma değerlerinin kıyaslandığı yöntemlere göre daha yüksek olduğu görülmüş, benzer şekilde en önemli ve en az önemli kriterlere diğer yöntemlere göre daha yüksek ve düşük değerler verdiği gözlemlenmiştir. Bunun yanında katılımcılar anket sonunda sonuçları görmeden yaptıkları genel değerlendirmeye göre İkili Karşılaştırma yöntemini puanlandırma şekli en güven verici yöntem olarak belirlemişlerdir. Önemli bir başka nokta ise, Schomaker ve Waid (1982) ile Bottomley ve Doyle (2001) çalışmalarında sırasıyla 70 ve 106 kişilik örneklem ile çalışılmışken bu çalışmada 139 kişilik daha büyük örneklem ile çalışılmış olmasına rağmen İkili Karşılaştırma yöntemi için benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Max100 yöntemi kullanımı en kolay yöntem olmakla birlikte, puanlandırması güven vericidir, katılımcının görüşlerini doğru yansıtır ve değişkenliği en az olan yöntemdir. Bu nedenle Max100 yönteminin özellikle değişkenliği az olan ÇKKV problemlerinde kriter ağırlığı belirleme yöntemi olarak kullanılması durumunda karar vericilerin çok vaktini almadan kolay bir şekilde uygulayabilecekleri bir yöntem olarak önerilebilir.

SWARA yöntemi kullanım kolaylığı açısından ikinci sırada geliyor olsa da puanlandırma şeklinin güven vermesi ve katılımcının görüşlerini yansıtması

açısından en kötü yöntemdir. Ayrıca değişkenliği de Max100'e göre daha yüksektir. Bu nedenle SWARA yöntemi üç yöntem arasında kullanımı kolay ancak değişkenliği diğer iki yönteme göre orta düzeyde ve en az güven veren yöntem olarak öne çıkmıştır. SWARA yönteminin sonuçlarının ve tatmin düzeyinin bu denli düşük çıkmasının sebepleri arasında katılımcıların daha önce karşılaşmadıkları bir puanlandırma şekline sahip olması gerekçe olarak gösterilebilir.

İkili Karşılaştırma yöntemi ise Max100 ve SWARA'ya göre kullanımı en zor yöntem olmakla birlikte, tutarlılığın sağlanmaya çalışılması durumunda katılımcılara birkaç kez daha uygulanması gerekebilecek ve değişkenliği en yüksek olan yöntemdir. Ancak bu negatif olarak nitelendirilebilecek özelliklerine rağmen katılımcılar tarafından puanlandırma şekli en güven verici, genel olarak değerlendirildiğinde en iyi ve katılımcı görüşlerini doğru bir şekilde yansıtan yöntem olarak belirlenmiştir.

Eğer katılımcılara yapmış oldukları puanlandırma sonucunda ortaya çıkan kriter ağırlıkları gösterilebilseydi, bu durumda Max100 yönteminin her açıdan en iyi yöntem olduğu, bunu SWARA ve İkili Karşılaştırmanın takip edeceği söylenilebilirdi. Çünkü daha önce yapılan bazı çalışmalardan bu bölümde ve dördüncü bölümde de bahsedildiği gibi İkili Karşılaştırma yönteminin diğer yöntemlere göre daha fazla vakit alması, daha çok dikkat gerektirmesi, değişkenliğinin çok olması nedeniyle de karar vericileri pek tatmin etmeyen uç noktalarda kriter ağırlıkları ataması bu yöntemin dezavantajları olarak görülmektedir.

Çalışmanın sonucunda hangi şartlar altında hangi ağırlık belirleme yönteminin daha iyi neticeler vereceği açıklanmıştır. Bu sonuçların iş dünyasında ve sosyal hayatta karar vericiler tarafından kullanılması durumunda en iyi ve tatmin edici sonuçlara ulaşılabileceği umulmaktadır.

Çalışmanın daha önceden yapılan benzer çalışmalardan farklı olarak yeni geliştirilmiş bir yöntem olan SWARA'yı karşılaştırılan yöntemlere dâhil etmesi ve bu yöntemi analiz etmesi bilim dünyasına önemli bir katkı sağlamıştır. SWARA'nın Max100 ve İkili Karşılaştırma yöntemleriyle karşılaştırılmış olmasının yanında bu çalışmanın özellikle ağırlık belirleme yöntemleri üzerine yapılmış olması bundan sonra yapılacak çalışmalar için, bu çalışmanın referans bir çalışma olarak alınmasını sağlayacaktır.

5.2. ÇALIŞMANIN KISITLARI VE BUNDAN SONRA YAPILACAK ÇALIŞMALAR İÇİN TAVSİYELER

Bu çalışmada üç yönteme ait değerlendirmeler anket yardımıyla elde edilen verilerin değerlendirmesi sonucunda elde edilmiş ve hesaplanan kriter ağırlıkları katılımcılara gösterilemediğinden dolayı elde edilen ağırlıklar hakkındaki düşünceleri sorulamamıştır. Bu nedenle ağırlıkların katılımcılar açısından uygun olup olmadığı tespit edilememiştir.

Çalışmada zaman darlığı ve maddi imkânların kısıtlı olmasından dolayı en kolay ulaşılabilecek kitleyle (akademisyen-öğrenci) çalışılmıştır. Anketin kısa sürede tamamlanabilmesi için yalnızca 5 kriter ve 3 yöntem kullanılabilmiştir. Kriter sayısı arttırıldığında benzer sonuçların elde edilip edilemeyeceği bilinmemektedir.

Bundan sonra yapılacak benzer çalışmalarda katılımcıların yöntemlerin sonucunda elde edilen ağırlıkları görerek düşünceleri sorulabilir, örneğin anketler bilgisayar ortamında yapılırsa sonuçlar hemen elde edilip katılımcıların düşünceleri sorulabilir. Finansal kaynakların sağlanması durumunda iş hayatından karar vericilerle çalışılabilir. Farklı kriter sayılarının sonuçlara etkisi araştırılabilir ve yöntem sayısı arttırılabilir.

KAYNAKÇA

- Aghdaie, M. H., Hashemkhani Zolfani, S., & Zavadskas, E. K. (2013a). Decision making in machine tool selection: An integrated approach with SWARA and COPRAS-G methods. *Inzinerine Ekonomika – Engineering Economics*, 24(1), 5–17.
- Ahmadi M. (2003). Crime mapping and spatial analysis. MSc. Thesis, *International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation Enschede*, The Netherlands.
- Ahn, B. S. & Park, K. S. (2008). Comparing methods for multiattribute decision making with ordinal weights. *Computers & Operations Research* 35, 1660-1670.
- Alfares, H. K. & Duffuaa S. O. (2008). Determining aggregate criteria weights from criteria rankings by a group of decision makers. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 7(4), 769-781.
- Alfares, H. K. & Duffuaa, S. O. (2009). Assigning cardinal weights in multi-criteria decision making based on ordinal ranking. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 15, 125-133.
- Alimardani, M., Hashemkhani Zolfani, S., Aghdaie, M. & Tamosaitiene, J. (2013). A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment. *Technological and Economic Development of Economy* 19(3), 533–548.
- Arslan, P. (2013). Hazır giyim sektöründe en iyi fason işletme seçimi için bulanık AHS ve Bulanık TOPSİS yöntemlerinin kullanılması. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Uşak.
- Ashari, H & Parsaei, M. (2014). Application of the multi-criteria decision method ELECTRE III for the weapon selection.decision. *Science Letters* , 3(4), 511-522.
- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J. & Sorenson, K. (2002) *Guidebook to Decision-Making Methods*. WSRC-IM-2002-00002, Department of Energy, USA.
- Barron, F. H. & Barrett, B. E. (1996a). Decision quality using ranked attributes weights. *Management Science*. 42(11), 1515–1523.
- Barron, F. H. & Barrett, B. E. (1996b). The efficacy of SMARTER – simple multi-attribute rating technique extended to ranking. *Acta Psychologica*, 93, 23-26.
- Bottomley, P. A., & Doyle, J. R. (2001). A comparison of three weight elicitation methods: Good, better, and best. *Omega*. 29, 553-560.
- Bottomley, P. A., Doyle, J. R., & Green, R. H. (2000). Testing the reliability of weight elicitation methods: Direct rating versus point allocation. *Journal of Marketing Research*, 37, 508-513.

- Cheng, E. W. L. & Li, H. (2004). Contractor selection using the analytic network process. *Construction Management and Economics*, 22, 1021- 1032.
- Chu, A. T. W., Kalaba, R. E. & Spingarn, K. (1979). A comparison of two methods for determining the weights of belonging to fuzzy sets. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 27(4), 531-538.
- Colomer, J. M. (2011). Ramon Llull: from ‘Ars electionis’ to social choice theory. *Social Choice and Welfare*, 40(2), 317–328..
- Çınar, Y. (2004). Çok Nitelikli Karar Verme ve ‘Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi’ Örneği. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.
- Dawes, R. M. & Corrigan, B. (1975). Linear models in decision making. *Psychological Bulletin*, 81, 95-106.
- Doyle, J. R, Green, R. H. & Bottomley, P. A. (1997). Judging relative importance: direct rating and point allocation are not equivalent. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 70(1), 65–72.
- Eckenrode, R. T. (1965). Weighting multiple criteria. *Management Science*, 12(3), 180-192.
- Edwards, W. & Barron, F. H. (1994). SMARTS and SMARTER: improved simple methods for multi-attribute utility measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60(4), 306–25.
- Edwards, W. (1977). How to use multiattribute utility measurement for social decisionmaking. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 7(5), 326-340.
- Eshlaghy, A. T. & Radfar, R. (2006). A new approach for classification of weighting methods. *Management of Innovation and Technology*, 2, 1090-1093.
- Eshlaghy, A. T., Homayonfar, M., Aghaziarati, M. & Arbabiun, P. (2011). A subjective weighting method based on group decision making for ranking and measuring criteria values. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 2034-2040.
- Figueira, J., & Roy, B. (2002). Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos’ procedure. *European Journal of Operational Research*, 139, 317–326.
- Forman, E. H. & Selly, M. A. (2001). *Decision by Objectives: How to Convince Others that You are Right*. World Scientific Press.
- Ginevicius, R. & Podvezko, V. (2004a). Assessing the accuracy of expert methods. *Inzinerine ekonomika* 5(40), 7–12.
- Goodwin, P. & Wright, G. (2004). *Decision Analysis for Management Judgment*, 3rd Edition. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

- Hajkowicz, S. A., McDonald, G. T. & Smith, P. N. (2000). An evaluation of multiple objective decision support weighting techniques in natural resource management. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43(4), 505–518.
- Harris, R. (1998). *Introduction to Decision Making*, VirtualSalt. <http://www.virtualsalt.com/crebook5.htm>
- Hashemkhani Zolfani, S. & Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy* 20(3), 534–553.
- Hashemkhani Zolfani, S. & Saparauskas, J. (2013). New application of SWARA method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Inzinerine Ekonomika – Engineering Economics* 24(5), 408–414.
- Hashemkhani Zolfani, S. & Seyed Agha Banihashemi, S. (2014). Personnel selection based on a novel model of game theory and MCDM approaches. *8th International Scientific Conference “Business and Management 2014”*, Vilnius, Lithuania, 191–198.
- Hashemkhani Zolfani, S. & Zavadskas, E. K. (2013). Sustainable development of rural areas’ building structures based on local climate. *Procedia Engineering* 57, 1295–1301.
- Hashemkhani Zolfani, S. Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K. & Morshed Varzandeh, M. H. (2013c). Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating. *Expert Systems with Applications*, 40, 7111–7121.
- Hashemkhani Zolfani, S., Farrokhzad, M. & Turskis, Z. (2013b). Investigating on successful factors of online games based on explorer. *E & M Ekonomie a Management* 16(2), 161–169.
- Hashemkhani Zolfani, S., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. (2013a). Design of products with both international and local perspectives based on Yin-Yang balance theory and SWARA method. *Economicska Istrazivanja – Economic Research* 26(2), 153–166.
- Haskemhane Zolfani, S., Maknoon, R. & Zavadskas, E. K. (2015). Multiple nash equilibriums and evaluation of strategies. New application of MCDM methods. *Journal of Business Economics and Management*, 16(2), 290-306.
- Henig, M. I. & Buchanan, J. T. (1996). Solving MCDM Problems: Process Concepts. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5, 3-21.
- Hill, P. H., Bedau, H. A., Chechile, R. A., Crochetiere, W. J., Kellerman, B. L., Ounijan, D., Pauker, S. G., Pauker, S. P. & Rubin, J. Z. (1979). *Making Decision: A Multidisciplinary Introduction*. Addison-Wesley Publishing Company, USA.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications - A State-of-the-Art Survey*. Springer-Verlag, Berlin.

- Iwaro, J., Mwashia, A., Williams, R. G. & Zico R. (2014). An integrated criteria weighting framework for the sustainable performance assessment and design of building envelope. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29, 417-434.
- Jahan, A. & Edwards, K. L. (2013). Weighting of dependent and target-based criteria for optimal decision-making in materials selection process: biomedical applications. *Materials and Design*, 49, 1000-1008.
- Jia, J., Fischer, G. W. & Dyer, J. S. (1998). Attribute weighting methods and decision quality in the presence response error: A simulation study. *Journal of Behavioral Decision Making*, 11, 85-105.
- Kakiashvili, T., Koczkodaj W. W. & Woodbury Smith, M. (2012). Improving the medical scale predictability by the pairwise comparisons method: Evidence from a clinical data study. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 105(3), 210-216.
- Kersulienė, V. & Turskis, Z. (2011). Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection. *Technological and Economic Development of Economy* 17(4), 645–666.
- Kersulienė, V., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA), *Journal of Business Economics and Management* 11(2), 243–258.
- Kirkwood, C. W. (1997). *Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis with Spreadsheets*, Duxbury Press, Belmont, CA.
- Koçel, T. (2011). *İşletme Yöneticiliği*, 13. Baskı. Beta Basım A. Ş., İstanbul.
- Kułakowski, K. (2013). A heuristic rating estimation algorithm for the pairwise comparisons method. *Central European Journal of Operations Research*, 23(1), 187-203.
- Kułakowski, K., Szybowski, J. & Tadeusiewicz, R. (2014). Tender with success – the pairwise comparisons approach. *Procedia Computer Science*, 35, 1122-1131.
- Lu, J., Zhang, G., Ruan, D. & Wu, F. (2007). *Multi-Objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques*. Imperial College, London.
- Malczewski J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Making*. John Wiley and Sons, New York.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*. 20(7), 703-726.
- Mustajoki, J., Hamalainen, R. P. & Salo, A. (2005). Decision support by interval SMART/SWING incorporating imprecision in the SMART and SWING methods. *Decision Sciences*, 36, 317-339.

- Olson, D. L. (1996). *Decision Aids for Selection Problems*. Springer-Verlag, New York.
- Öztürk, D. ve Batuk, F. (2007). Criterion weighting in multicriteria decision making. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1), 86-98.
- Peterson, G. L. & Brown, T. C. (1998). Economic valuation by the method of paired comparison, with emphasis on evaluation of the transitivity axiom. *Land Economics*, 74(2), 240–261.
- Poyhonen, M. & Hamalainen, R. P. (2001). On the convergence of multiattribute weighting methods. *European Journal of Operational Research*, 129, 569-585.
- Riabacke, M., Danielson, M. & Ekenberg, L. (2012). State of the art prescriptive criteria weight elicitation. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Decision Sciences, Volume 2012*, 1-24.
- Roberts, R. & Goodwin, P. (2002). Weight approximations in multi-attribute decision models. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11, 291-303.
- Ruzgys, A., Volvaciovas, R., Ignatavicius, C. & Turskis, Z. (2014). Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. *Journal of Civil Engineering and Management* 20(1), 103–110.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234-281.
- Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*, 2nd Edition. RWS Publications, Pittsburgh.
- Salo, A. A. & Hamalainen, R. P. (1997). On the measurement of preferences in the analytic hierarchy process. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6(6), 309-319.
- Shanian, A., Milani, A. S., Carson, C. & Abeyaratne, R. C. (2008). A new application of ELECTRE III and revised Simos' procedure for group material selection under weighting uncertainty. *Knowledge-Based Systems*, 21(7), 709–720.
- Simon, H. A. (1960). *The New Science of Management Decision*. Harper and Brothers, New York.
- Simos, J. (1990a). L'évaluation environnementale: Un processus cognitif negocié. These de doctorat, DGF-EPFL, Lausanne.
- Simos, J. (1990b). Evaluer l'impact sur l'environnement: Une approche originale par l'analyse multicritere et la negociation. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Sinn, H. W. (1980). A rehabilitation of the principle of insufficient reason. *Quarterly Journal of Economics*, 94(3), 493–506.

- Stillwell, W. G., Seaver, D. A. & Edwards W. (1981). A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility decision making. *Organizational Behavior and Human Performance*, 28, 62-77.
- Strager M. P. (2002). Integrating criteria preferences and spatial data to prioritize lands for preservation in cacapon river watershed. West Virginia, Final Report to the Canaan Valley Institute, Task Order NRAC 2002-09.
- Tayyar, N. ve Arslan, P. (2013). Hazır giyim sektöründe en iyi fason işletme seçimi için AHP ve VİKOR yöntemlerinin kullanılması. *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 340-358.
- Thurstone, L. L. (1994). A law of comparative judgment. *Psychological Review*, 101(2), 266–270.
- Tideman, T. N. (1987). Independence of clones as a criterion for voting rules. *Social Choice and Welfare*, 4(3), 185–206.
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Springer Science & Business Media, Dordrecht.
- Tzeng, G. H. & Huang, J. J. (2011). *Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications*. CRC Press, USA.
- Tzeng, G. H., Chen, T. Y. & Wang, J. C. (1998). A weight-assessing with habitual domains. *European Journal of Operational Research*, 110, 342-367.
- Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F. & Zhao, J. H. (2009), Review on multi-criteria decision aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 2263–2278.
- Wang, Y. M., Chin, K. S. & Jiang, P. (2011). Weight determination in the cross-efficiency evolutaion. *Computers & Industrial Engineering*, 61, 497-502.
- Weber, M. & Borcharding, K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. *European Journal of Operational Research*, 67, 1-12.
- Wu, Z., Sun, J., Liang, L. & Zha, Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy. *Expert Systems with Applications*, 38, 5162–5165.
- Yıldırım, B. F. (Ed.) ve Önder, E. (Ed.) (2004). *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Dora Yayınevi, Bursa.
- Yoon, K. & Hwang, C. L. (1995). *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*. Sage Publications, London.
- Young, H. P. (1990). Condorcet's theory of voting. *Mathematiques et Sciences Humaines*, 111, 45–59.

- Zardari, N. H., Ahmed, K., Shirazi, S. M. & Yusop, Z. B. (2015). *Weighting Methods and their Effects on Multi-Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management*. Springer, New York.
- Zhang,H., Gu, C., Gu, L. & Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy - A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32(2), 443-451.
- Zimmermann, H. J. (2001). *Fuzzy Set Theory And Its Aplications*, 4th Edition. Springer Science & Business Media, New York.
- Zionts, S. (1979). MCDM-If not a roman numeral then what?. *Interfaces*, 9(4), 94-101.

EK-1 ÇALIŞMA ANKETİ

Otomobil Seçimiyle İlgili Kriterlerin Değerlendirilme Anketi

Bu araştırmada üç farklı ağırlık belirleme yöntemini birbiri ile karşılaştırarak kullanımı en kolay ve en etkin olan yöntemi bulmak amaçlanmıştır. Çalışma konusu olarak ta birçok kişinin aşına olduğu otomobil seçim konusu kullanılmıştır. Yeni bir otomobil satın almak; fiyat aralığınıza uygun birçok model olduğunu düşündüğümüzde oldukça zaman alıcı ve karmaşık hale gelmiştir. Böyle durumlarda otomobil seçimi için belirleyeceğiniz kriterler, satın alacağınız otomobilin belirlenmesinde büyük rol oynayacaktır. Kapsamlı bir araştırma sonucunda, otomobil seçimine en uygun beş kriter sizlere sunulmuştur. Bu kriterleri yöntemlere uygun olacak şekilde değerlendirmeniz isteniliyor.

*Kriterleri değerlendirirken, fiyatları birbirine çok yakın olan birkaç otomobil arasından seçim yaptığınızı varsayınız.

Kriterler (alfabetik sırayla):

- **Görsel Çekicilik:** Otomobilin rengi, iç ve dış dizaynı gibi özelliklerdir.
- **Güvenlik:** Otomobilin darbelere karşı dayanıklılığı, alarm sistemi, hava yastıkları, fren sistemi vb. araç içi ve dışı güvenlik özellikleridir.
- **Konfor:** Otomobilin genişliğinin yanında kullanım rahatlığı ve kolaylığı açısından sağlanan özelliklerdir.
- **Performans:** Otomobilin beygir gücü, motor hacmi, hızı, fren ve yol tutuşu vb. özellikleridir.
- **Yakıt tüketimi:** Otomobilin 0-100 km arası harcamış olduğu ortalama yakıt miktarıdır.

1. BÖLÜM: Demografik Bilgiler

Cinsiyeti	<input type="checkbox"/> Erkek	<input type="checkbox"/> Kadın				
Otomobil kullanım tecrübeniz	<input type="checkbox"/> Yok	<input type="checkbox"/> 1 yıldan az	<input type="checkbox"/> 1-5 yıl	<input type="checkbox"/> 5-10 yıl	<input type="checkbox"/> 10 yıldan fazla	
Kaç kez otomobil satın aldınız?	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5 ve üstü

1- Kesinlikle Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
2- Katılmıyorum					
3- Kararsızım					
4- Katılıyorum					
5- Kesinlikle Katılıyorum					
	1	2	3	4	5
Otomobillere olan ilgi ve alakanız yüksektir.					
Otomobiller hakkındaki bilgi düzeyiniz yüksektir.					

2. BÖLÜM: Kriter Ağırlık Belirleme Yöntemleri: Aşağıda üç farklı kriter ağırlık belirleme yöntemi verilmiştir. Yöntemler A, B ve C yöntemi olarak adlandırılmıştır. Her yöntem için ilgili bölümlerde verilen ifadeleri yanıtlayınız.

A Yöntemi: Bu yöntemde en önemli olan kriter veya kriterlere 100 puan verilir. Sonrasında kalan kriterler, en önemli olarak belirlenen kriter veya kriterlerle kıyaslanarak önemlerine göre 0-99 arasında puanlandırılır. Aşağıdakilerden sizin için **EN ÖNEMLİ OLAN kriter veya kriterlere 100 PUAN** veriniz. Sonrasında **KALAN KRİTERLERİ, EN ÖNEMLİ OLARAK BELİRLEDİĞİNİZ KRİTER VEYA KRİTERLERLE KİYASLAYARAK** önemlerine göre **0-99** arasında puanlarını belirleyiniz. **Örneğin;** sizin için en önemli kriter Konfora ona 100 puan veriniz ve kalan kriterleri Konforla karşılaştırarak puanlandırma yapınız.

Kriterler	Verilen Puan (0-100)
Görsel Çekicilik	
Güvenlik	
Konfor	
Performans	
Yakıt tüketimi	

B Yöntemi: Bu yöntemde kriterler ikişerli olarak karşılaştırılır. Önce karşılaştırılan iki kriterden hangisinin ÖNEMLİ olduğuna karar verilir, daha sonra önemli olan kriterin diğer kriterden KAÇ KAT önemli olduğuna karar verilir. Aşağıda otomobil alırken göz önünde bulundurulmuş beş kriterin ikişerli karşılaştırılmalarından oluşan on ifade verilmiştir. İkişerli olarak verilen bu ifadelerin önem düzeylerini belirleyiniz. **Örneğin;** Görsel çekicilik, Güvenliğe oranla beş kat daha önemliyse sol taraftaki 5'i işaretleyiniz, eğer Güvenlik, Görsel Çekicilikten 3 kat daha önemliyse sağ taraftaki 3'ü işaretleyiniz. Bu iki ifadenin eşit öneme sahip olduğunu düşünüyorsanız 1'i işaretleyiniz.

	Soldaki Önemli					Sağdaki Önemli											
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Görsel Çekicilik																	Güvenlik
Görsel Çekicilik																	Konfor
Görsel Çekicilik																	Performans
Görsel Çekicilik																	Yakıt tüketimi
Güvenlik																	Konfor
Güvenlik																	Performans
Güvenlik																	Yakıt tüketimi
Konfor																	Performans
Konfor																	Yakıt tüketimi
Performans																	Yakıt tüketimi

Ölçek Kullanımı
1- Eşit Önemli
3- Çok Az Önemli
5- Kuvvetli Derecede Önemli
7- Çok Kuvvetli Derecede Önemli
9- Aşırı Derecede Önemli
2, 4, 6, 8- Ara değerlerdir

C Yöntemi: Bu yöntemde önce kriterler en önemliden en önemsiz doğru sıralanır. Daha sonra sıralamada birbirini takip eden iki kriterin yüzdesel olarak ne düzeyde önemli olduğuna karar verilir, bu işlem yapılırken %5'in katları kullanılır. Aşağıdaki kriterleri size göre EN ÖNEMLİDEN EN ÖNEMSİZE olacak şekilde sıralayıp aşağıdaki tabloya yazınız. Sonrasında bu sırayı dikkate alarak BİRİNCİ ile İKİNCİYİ, İKİNCİ ile ÜÇÜNCÜYÜ VB. şekilde sırasıyla kıyaslayarak aralarındaki önem farkını %5'in katları olarak belirtiniz. **Örneğin;** birinci ile ikinci kriter arasında size göre %25'lik bir önem farkı varsa **yani birinci kriter ikincisinden %25 daha önemli ise,** bu sayıyı ilgili alana yazınız. İkinci kriter ile üçüncü kriter arasında %10'luk bir önem farkı varsa bu sayıyı da ilgili alana yazınız.

Kriterler: Görsel Çekicilik, Güvenlik, Konfor, Performans, Yakıt Tüketimi.

Sıra	Kriterler	Önem Farkı (%)
1		
2		1-2 arasındaki:
3		2-3 arasındaki:
4		3-4 arasındaki:
5		4-5 arasındaki:

3. BÖLÜM: Yöntemlerin Karşılaştırılması: Uygulamış olduğunuz üç yöntemi göz önünde bulundurularak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1- Kesinlikle Katılmıyorum 2- Katılmıyorum 3- Kararsızım 4- Katılıyorum 5- Kesinlikle Katılıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
		1	2	3	4	5
Yöntemin kullanımı kolaydır.	A Yöntemi					
	B Yöntemi					
	C Yöntemi					
Yöntemin puanlandırma şekli güven vericidir.	A Yöntemi					
	B Yöntemi					
	C Yöntemi					
Yöntemin puanlandırma şekli, kriterler hakkındaki görüşlerimi doğru yansıtıyor.	A Yöntemi					
	B Yöntemi					
	C Yöntemi					

	A Yöntemi	B Yöntemi	C Yöntemi
GENEL olarak değerlendirdiğinizde EN İYİ yöntem hangisidir.			
GENEL olarak değerlendirdiğinizde EN KÖTÜ yöntem hangisidir.			