

KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI



KARARSIZ BULANIK DİLSEL TERİM SETLERİ İLE YEŞİL
KAMU TEDARİK SÜRECİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ VE ARAÇ
SEÇİMİ PROBLEMİNE UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Mehmet ÇAKIR

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Ankara – 2016

TEZ TANITIM FORMU

TEZİN TARİHİ : 08.09.2016

TEZİN TİPİ : Yüksek Lisans Tezi.

TEZİN BAŞLIĞI : Kararsız Bulanık Dilsel Terim Setleri İle Yeşil Kamu Tedarik Süreci İçin Bir Model Önerisi ve Araç Seçimi Problemine Uygulaması.

TEZİN YAPILDIĞI BİRİM: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Tedarik ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı.

SPONSOR KURULUŞ: -

DAĞITIM LİSTESİ: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama, Onay, Dağıtım ve Muhafaza Esasları Kılavuzunda Belirtilen Yerlere.

TEZİN ÖZETİ: Araç seçimine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde modellerin genellikle maliyet odaklı olarak kurulduğu görülmektedir. Hızla tükenen doğal kaynaklar hesaba katıldığında modellerin çevreyi de hesaba katma zorunluluğu kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu çalışmada kırsal alanda güvenlik hizmeti veren bir kamu kurumunun envanterine dahil edilmek üzere ihtiyaçları en uygun seviyede karşılayacak ve yeşil tedarik anlayışından ödün vermeyecek şekilde arazi tipi araç seçimi yapılmıştır. Çalışmada; arazi tipi araç seçim problemi kararsız bulanık dilsel terim setleri (KBDTS) ile oluşturularak, uzman görüşlerine dayalı karşılaştırmalar yapılmıştır. Uzman görüşleri salt sayısal aralıklarla değil, insan doğasına daha uygun olan KBDTS ile alındığı ve içerikten bağımsız bir dizi gramer kuralı ile değerlendirildiği için problem çözümü gerçek hayata daha yakın bir sonuç ortaya koymuştur. Sonuçlar üzerinde yapılan duyarlılık analizi neticesinde modelin ihtiyaç duyulabilecek değişikliklere karşı esnekliği sınanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Araç Seçimi, Kararsız Bulanık Dilsel Veri Setleri, Bulanık Mantık, Sürdürülebilirlik, Çok Kriterli Karar Verme, Yeşil Kamu Tedariki.

SAYFA SAYISI: 106.

GİZLİLİK DERECEİ: Tasnif Dışı.

Bu tezde belirtilen görüş ve yorumlar yazara aittir. Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ya da diğer kamu kuruluşlarının görüşlerini yansıtmamaktadır.



KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI



KARARSIZ BULANIK DİLSEL TERİM SETLERİ İLE YEŞİL
KAMU TEDARİK SÜRECİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ VE ARAÇ
SEÇİMİ PROBLEMİNE UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Mehmet ÇAKIR

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Ankara – 2016

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

KARA HARP OKULU

SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mehmet ÇAKIR'ın “Kararsız Bulanık Dilsel Terim Setleri İle Yeşil Kamu Tedarik Süreci İçin Bir Model Önerisi ve Araç Seçimi Problemine Uygulaması” konulu tez çalışması, jürimiz tarafından Tedarik ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği / çokluğu ile kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan : Doç.Dr. Mehmet KABAK

Üye : Doç.Dr. Yusuf Tansel İÇ

Danışman : Doç.Dr. Metin DAĞDEVİREN

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

/ 09 / 2016

Önder Haluk TEKBAŞ

Prof.Dr.Müh.Alb.

Enstitü Müdürü

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

TEŞEKKÜR

Öncelikle araştırıp, öğrendikçe mutlu olduğum bu yola çıkabilmem için bana imkân sağlayan, mensubu olmakla her zaman gurur duyduğum değerli kurumuma minnettarım. Bilgiye ulaşmak kadar ona şekil vermenin ve onu aktarmanın da bir hayli zor olduğunu çalışma süresince yaşayarak öğrenmiş bulunmaktayım.

Bu çalışmayı bitirebilmek için yola çıkmanın yeterli olmadığını düzenli olarak planlı şekilde zaman ayırmaksızın yolda yürümenin mümkün olmadığını da yine yaşayarak öğrenmiş bulunmaktayım. Bu sebeple bana bu zamanı kazandıran ve yaklaşık üç aylık süreçte düzenli olarak çalışmaya zaman ayırabilme imkânı sağlayan ve bu süreçte çalışmama sürekli katkılar yaparak destek sağlayan başta tez danışmanım Doç.Dr. Metin DAĞDEVİREN olmak üzere Doç.Dr. Mehmet KABAK ve Doç.Dr. Özkan BALI'ye teşekkürü borç bilirim.

Son ama en önemlisi olarak bizim için çok uzun bir müddet ayrı kaldığım eşim ve gelecekte bu çalışmanın çok daha iyilerini yapacağına inandığım oğlumdan ödünç aldığım zaman için özür diliyor ve bana bu süreçte her daim destek olan eşime sonsuz sevgilerimi sunuyorum.

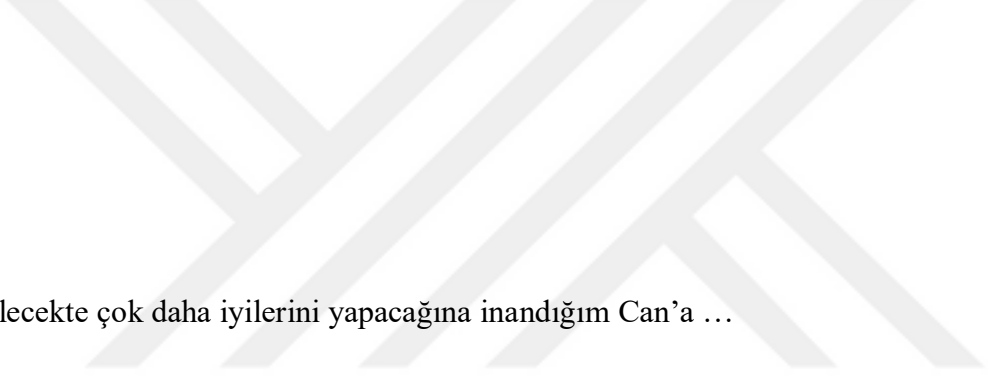
BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

ETİK BEYANI

Akademik ahlak ve etik kuralları çerçevesinde Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na bağılı kalarak hazırladığım özgün bir çalışma olan tezimi sunar, bu kurallar uyarınca verileri elde ettiğimi, yararlanılan kaynaklara atıfta bulunduğumu, atıflarımı kaynaklarda gösterdiğimi ve sonuçları belirtilen kurallardan ayrılmadan sunduğumu onurumla beyan eder bu çalışmanın yalnızca bireysel görüşlerimi yansıtmakta olduğunu, Türk Silahlı Kuvvetleri, Kara Harp Okulu ve Savunma Bilimleri Enstitüsü'nün görüş, konum ve strateji ya da fikirlerini yansıtmadığını bildiririm.

Mehmet ÇAKIR

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.



Gelecekte çok daha iyilerini yapacağına inandığım Can'a ...

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
ANKARA 2016

KARARSIZ BULANIK DİLSEL TERİM SETLERİ İLE YEŞİL KAMU
TEDARİK SÜRECİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ VE ARAÇ SEÇİMİ
PROBLEMİNE UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet ÇAKIR

ÖZET

Tecrübeli personel ile birlikte bu personelin kullandığı araç, gereç ve teçhizatlar asayişi sağlamak amacıyla icra edilen güvenlik hizmetlerinin verimliliğini etkileyen en önemli unsurlardır. Kırsal alanda gerçekleştirilecek güvenlik hizmetlerinde zorlu doğa koşulları sebebiyle araçların önemi bir kat daha artmaktadır. Bu alanda faaliyet gösteren suçlular da bu durumun farkında olduğundan arazi şartlarını kendi lehlerine çevirebilmek için modern araç teknolojilerinden faydalanmaktadır. Güvenliği sağlamakla görevli kurumların bu suçlular karşısında henüz mücadeleye bile başlamadan yenik duruma düşmemesi için aynı şekilde modern araç teknolojilerini kendi envanterinde bulundurması şarttır. Bu sebeple çetin arazi şartlarında dahi sağlamlık ve güç ile modern teknoloji ve güvenlik ekipmanlarını bir arada bulunduran bir araç gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Öte yandan özellikle Avrupa ülkeleri ve akabinde tüm dünyada önemli hale gelen sürdürülebilirlik kavramı da sahip olduğumuz kıt kaynaklar sebebiyle göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir konudur. Bu sebeple kurum envanterine dahil edilecek aracın sürdürülebilirliğin sacayağı kabul edilen sosyal, ekonomik ve ekolojik kriterler genelinde yeşil tedarik kriterlerini de karşılaması son derece önemlidir. Bahsedilen özelliklerinden ötürü bu çalışmada kırsal alanda güvenlik hizmeti veren bir kamu

kurumunun araç envanterine dahil edilmek üzere kurum ihtiyaçlarını en uygun seviyede karşılayacak arazi tipi araç seçimi yapılmak istenmektedir.

Günümüzde çevreye duyarlılık ve maliyet gibi birçok çatışan kriter olduğundan karar verme sürecinde basit yöntemlerle çözüme ulaşmak zorlaşmaktadır. Büyük problemleri parçalara bölerek bu durumun üstesinden gelebilmek için kullanılan çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinde ise karar vericiler belli kalıpların içinde bırakılmak durumunda kalmaktadır. Böyle olunca kriter ya da alternatif değerlendirmeleri insan doğasından uzaklaşarak sadece sayısal ifadeler halini almaktadır. Ayrıca çözüm yöntemi karmaşıktıkça akademik çevreler dışında kullanım ve anlaşılma oranı da azalmaktadır. Bu olumsuzlukların üstesinden gelebilmek için ÇKKV metodolojisi tabanında ele alınan problemin çözümüne yönelik uzman görüşlerinin salt sayısal aralıklarla değil insan doğasına daha uygun olan kararsız bulanık dilsel ifadelerle alındığı ve içerikten bağımsız bir dizi gramer kuralı ile değerlendirildiği bir model kullanılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada; sadece sayısal olarak değil insan yapısına daha uygun ve anlaşılabilir dilsel ifadelerle değerlendirilmiş olan ve geleceğe yönelik farklı senaryoları da karşılayan en uygun araç seçimi yapılmıştır. Seçilen alternatif tek bir yönden değil her yönüyle kurumun istediği özelliklerin bir yansıması olduğundan ve problemin çözüm yöntemi yalnızca akademik çevrelerle kısıtlı kalmayıp kurum yöneticileri tarafından da anlaşılabilir değerlendirmelerle yapıldığından bu sonuçlar kurum için kıymetli hale gelmektedir.

Anahtar Kelimeler : Araç Seçimi, Kararsız Bulanık Dilsel Veri Setleri, Bulanık Mantık, Sürdürülebilirlik, Çok Kriterli Karar Verme, Yeşil Kamu Tedariki.

Tez Yöneticisi : Doç.Dr. Metin DAĞDEVİREN

Sayfa Sayısı : 106.

T.C.
TURKISH MILITARY ACADEMY
DEFENCE SCIENCE INSTITUTE
DEPARTMENT OF SUPPLY AND LOGISTICS MANAGEMENT
ANKARA 2016

**A PROPOSED MODEL OF GREEN PUBLIC PROCUREMENT WITH
HESITANT FUZZY LINGUISTIC TERM SETS AND ITS APPLICATION FOR
VEHICLE SELECTION PROBLEM**

MASTER THESIS

Mehmet ÇAKIR

ABSTRACT

Experienced personnel and the vehicles, tools and equipment which they use are most important components reflecting efficiency of law enforcement duties. Vehicles' importance is much more higher in duties which take place in rural areas that have extremely tough conditions. Criminals, awared about tough contiditions, try to take advantage of these natural conditions by using modern technologies. It is a must to have that modern vehicle technologies by law enforcement authorities too in order not to lose before the beginning. Therefore, it is apparent that there is a need for a vehicle which has both power with stability and safety with modern technology for even rough conditions of nature.

On the other hand sustainability, which is popular subject especially for European countries and also the rest of the world, is a very important issue which can not be ignored because of nonrenewable resources. Due to this reason it is extremely important to select a vehicle meeting requirements of sustainability's triple bottom line (social, economic and ecologic benefits) and the criterion of green public procurement. As a result of these, this study aims to select the optimal four by four pick up car which meets all needs of a public law enforcement authority.

Nowadays it is difficult to carry out decision procedures with simple methods because of many conflicting criterias like ecologic and economic ones. In multi criteria decision making methods in which decision makers divide those complex problems to small parts in order to solve them easily, decision makers generally are stucked in given schemes. As a result of this solutions are getting far from the real human nature and become just numerics. Furthermore solution method's complexity makes the study just for the academic authorities not for end users. To cope with these disadvantages this study proposes a model in which expert's preferences are not only unlimited with numerical walls but also they are flexible in the means of hesitant fuzzy linguistic term sets and context-free grammar in the basis of multi criteria decision making techniques.

Consequently this study aims to select the best vehicle, firstly using not only quantitative criteria but also linguistic ones which are more compatible with human cognitive processes and secondly meeting some possible future scenarios. Results of this study will be useful for the related public authority because of two reasons; first they are appropriate with not just one or several aspects but all aspects which were intended by the related authority and secondly the solution method is comprehensible not only for academics but also for the related public authority itself.

Anahtar Kelimeler : Vehicle Selection, Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets, Fuzzy Logic, Sustainability, Multi Criteria Decision Making, Green Public Procurement.

Supervisor : Assoc. Prof. Metin DAĞDEVİREN

Number of Pages : 106.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ETİK BEYANI	iii
ÖZET	vii
İÇİNDEKİLER	xi
ÇİZELGELER	xiii
ŞEKİLLER	xv
KISALTMALAR	xvii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	5
1.1. ARAÇ SEÇİMİ.....	5
1.2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	7
1.3. YEŞİL KAMU TEDARİKİ.....	10
İKİNCİ BÖLÜM	17
2.1. KARAR VERME	17
2.2. KARAR VERME SÜRECİ.....	18
2.3. KARAR VERME TÜRLERİ	20
2.4. ÇKKV ÇEŞİTLERİ	24
2.5. BULANIK MANTIK.....	32
2.6. BULANIK KÜME.....	33
2.7. DİLSEL KARAR VERME	34
2.8. DİLSEL KARAR VERME ÇÖZÜM AŞAMALARI	37
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	39
3.1. ÖNERİLEN MODEL	39
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	47
4.1. GİRİŞ	47
4.2. HİYERARŞİNİN OLUŞTURULMASI	47
4.3. ANA KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	65
4.5. KRİTER GRUPLARININ KENDİ İÇİNDE KARŞILAŞTIRILMASI	73
4.7. ALTERNATİFLERİN HER BİR KRİTERE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	77
4.8. KARŞILAŞTIRMALARIN BİRLEŞTİRİLMESİ VE YORUMLANMASI ..	84
4.9. DUYARLILIK ANALİZİ	86
4.10. SENARYOLAR.....	94

SONUÇ VE ÖNERİLER	97
KAYNAKÇA	100



ÇİZELGELER

	<u>SAYFA</u>
Çizelge-1: AHP İkili Karşılaştırma Ölçeği	30
Çizelge-2: Rassallık İndeksi	31
Çizelge-3: Arazi Aracı Seçim Kriterleri	49
Çizelge-4: Bölgelere Göre Güvenlik Çarpışma Testleri	57
Çizelge-5: Birinci Uzman Karşılaştırmaları	66
Çizelge-6: İkinci Uzman Karşılaştırmaları	67
Çizelge-7: Üçüncü Uzman Karşılaştırmaları	68
Çizelge-8: Uzman Karşılaştırmalarının Aralık Değerleri Olarak İfadesi	70
Çizelge-9: Dilsel İfadeler İçin Kullanılacak Ölçek	71
Çizelge-10: Kötümser ve İyimser Grup Kararları	72
Çizelge-11: Dilsel Aralıklardan Kriter Ağırlıklarına Tüm Hesaplamalar	73
Çizelge-12: Ekonomik Kriteri Dilsel İfadeler	74
Çizelge-13: Ekonomik Alt Kriteri Dilsel Aralıklar	75
Çizelge-14: Ekonomik Ana Kriteri Grup Kararları	76
Çizelge-15: Ekonomik Kriteri Kendi İçindeki Önem Sıralaması	77
Çizelge-16: Alternatifler İçin Birinci Uzman Karşılaştırmaları	79

Çizelge-17: Alternatifler İçin İkinci Uzman Karşılaştırmaları	80
Çizelge-18: Alternatifler İçin Üçüncü Uzman Karşılaştırmaları	81
Çizelge-19: Envantere Uyum Kriterine Göre Alternatiflerin Dilsel Aralıkları	82
Çizelge-20: Envantere Uyum Kriterine Göre Grup Kararları	83
Çizelge-21: Envantere Uyum Kriterine Göre Alternatif Ağırlıkları	84
Çizelge-22: Alternatiflerin Genel Sıralamaları	85
Çizelge-23: Dış Özellikler Ana Kriteri Değişimine Göre Diğer Kriterler	87
Çizelge-24: Senaryolar Sonucunda Alternatif Ağırlıkları	95

ŞEKİLLER

	<u>SAYFA</u>
Şekil-1: Sürdürülebilirliğin Sacayağı Olarak Sosyal, Ekonomik ve Ekolojik Amaçlar	8
Şekil-2: Sektörlere Göre Salınım Miktarları	14
Şekil-3: Karar Süreci Adımları	18
Şekil-4: Karar Verme Süreci	19
Şekil-5: Bilgi ve Belirsizliğin Karşılaştırılması	20
Şekil-6: ÇKKV Sınıflandırması	24
Şekil-7: Hiyerarşik Yapı	30
Şekil-8: Yapılması Gereken Bir İşin Uzunluğu Kavramı	34
Şekil-9: Kelimelerle İşlem Süreci	35
Şekil-10: Dilsel Set ve Karşılık Değerleri	36
Şekil-11: Dilsel Karar Verme Çözüm Algoritması	38
Şekil-12: Çözüm Adımları	40
Şekil-13: İçerikten Bağımsız Gramer İçin Kullanılacak Backus-Naur Formu	41
Şekil-14: Arazi Aracı Açıları	54
Şekil-15: 2011-2015 Yılları Arası Ülkemiz Ulaştırma Sektörü	

Co ₂ Salınımının Toplam Salınımdaki Payı	62
Şekil-16: Arazi Aracı Seçim Hiyerarşisi	64
Şekil-17: Dış Özellikler Kriteri Duyarlılık Analizi	88
Şekil-18: Kullanım Konforu Duyarlılık Analizi	89
Şekil-19: Performans Kriteri Duyarlılık Analizi	90
Şekil-20: Güvenlik Kriteri Duyarlılık Analizi	91
Şekil-21: Satış Sonrası Hizmet Kriteri Duyarlılık Analizi	92
Şekil-22: Çevre ve Sosyal Etkiler Kriteri Duyarlılık Analizi	93
Şekil-23: Teknik/Fiziki Özellikler Kriteri Duyarlılık Analizi	93

KISALTMALAR

GSYH : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

YKT : Yeşil Kamu Tedariki

KİK : Kamu İhale Kurumu

EPA : Environment Protection Agency/Çevre Koruma Ajansı

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development/ Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

TEKAT : Temiz ve Enerji Etkin Kara Araçlarının Teşviki

ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme

TOPSIS : Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution/ İdeal Çözüme Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği

AHP : Analytic Hierarchy Process/Analitik Hiyerarşi Süreci

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

GİRİŞ

Sanayi devrimi ile başlayıp hızını gitgide artıran endüstrileşme ve beraberindeki teknolojik gelişmeler hayatımızı oldukça kolay hale getirmiştir. Yalnızca insan gücü ile yapılabilmesi hayal dahi edilemeyecek işler kolaylıkla yapılır hale gelmiş, böylelikle insanlar para ve zamandan büyük oranda tasarruf etmeye başlamıştır.

Endüstrileşme ve teknolojinin sağladığı faydalar karşısında hesaba katılması gereken diğer bir özelliği ise çevreye olan olumsuz etkileridir. Devletler bu etkileri en aza indirmek ve çevre bilinci oluşturabilmek maksadıyla birtakım arayışlara girmiş ve böylece sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır.

Dünyanın atalarımızdan miras değil torunlarımızdan emanet olduğunu söyleyen Afrika deyişindeki ana fikri taşıyan sürdürülebilirlik kavramının etkin olduğu alanlardan biri de satın alma ya da başka bir deyişle tedarik konusudur. Sürdürülebilirlik kavramı bu alanda sürdürülebilir satın alma ya da yeşil satın alma olarak karşımıza çıkmaktadır. Avrupa Birliği uyum sürecinde uygulanması gereken önemli hususlardan biri olarak karşımıza çıkan yeşil satın alma kamu satın almaları için olmazsa olmaz bir özellik arz etmektedir.

Kamu satın almaları için yapılan harcamalar devletlerin en büyük giderlerinden biridir. Avrupa Birliği kurucu ülkelerinden biri olan Almanya için kamu alımları gayri safi yurt içi hasılanın neredeyse yarısını oluşturmakta; Avrupa Birliği geneli için ise kamu alımlarının % 16 gibi büyük bir oransal payı bulunmaktadır (Day, 2005). Türkiye Cumhuriyeti'ndeki duruma bakacak olursak; sadece 2015 yılı ilk 6 ayı içinde yaklaşık 80 milyar Türk Lirası tutarında kamu alımı yapılmıştır (Kamu İhale Kurumu, 2015). Aynı dönem GSYH'sı için Türkiye İstatistik Kurumu'nun verdiği resmi rakam ise yaklaşık 926 milyar TL'dir (Türkiye İstatistik Kurumu [web], 2015).

Rakamlar ve oranlar incelendiğinde kamu harcamaları ülkelerin toplam gelirlerinin büyük bir kısmına tekabül ettiği görülmektedir. Bu sebeple kamu harcamaları üzerinde yapılacak müdahaleler ülkelerin genel seyrinde de etkili olacaktır. Ayrıca kamu harcama süreçlerinde kullanılacak olumlu ya da olumsuz düzenlemeler kamu dışı yapılan

yatırım ve harcamalara da örnek teşkil edeceğinden kamu tedarikleri diğer pazar aktörlerine iyi örnek olacak ve hatta onları yönlendirecek şekilde yapılmalıdır.

Sivil sektörün aksine kamu otoritelerinin tedarik aşamasındaki hareket sahasına yönelik saydamlık, rekabet, eşit muamele, güvenilirlik, gizlilik, kamuoyu denetimi, ihtiyaçların uygun şartlarla ve zamanında karşılanması ve kaynakların verimli kullanılması gibi ilkeler sıkı bir şekilde belirlenmiştir (Kamu İhale Kanunu (KİK), 2002: madde 5). KİK’de belirtilen ilkelerden biri olan kaynakların verimli kullanılması zorunluluğu sadece ilk satın alma maliyeti düşük olan en ucuz mal ya da hizmetin alınması ile alakalı değildir. Buradaki maliyet hesabına bir ömür devri maliyeti mantığıyla yaklaşılmalı ve hatta yapılacak tedarik faaliyetinin çevreye verebileceği zararlar da asgari seviyede tutulmaya çalışılmalıdır. Böylelikle para tasarruf ederken çevreye en az zarar verilmiş; ham madde ve enerji tasarrufu yapılmış, atık ve kirlilik faktörleri en aza indirgenmiş ve sürdürülebilirlik anlayışı diğer pazar aktörleri ve üreticilere örnek olacak seviyede gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu şekilde akılcı bir bakış açısı ile yapılacak kamu tedarikleri Avrupa Birliği ülkeleri arasında gittikçe yaygınlaşan yeşil kamu tedariki (Green Public Procurement – GPP - YKT) kavramına karşılık gelmektedir.

Yeşil ya da sürdürülebilir kamu tedariki olarak adlandırılan süreçlerde kamu otoriteleri yalnızca maliyetin değil aynı zamanda çevreye verilen zararların da minimizasyonunu amaçlamaktadır. Yıllar boyunca tedarik, çevresel faktörlerden bağımsız şekilde çalışmıştır. Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme potansiyeline ket vurmada günümüz ihtiyaçlarını karşılama şeklinde özetlenebilecek bir amacı olan sürdürülebilir gelişim konsepti ile bu çalışma şekli değişmiş ve YKT anlayışı ortaya konmuştur.

Bu çalışmada öneminden bahsedilen yeşil kamu tedariki kapsamında güvenliği sağlamakla görevli bir kamu kurumuna için arazi tipi araç seçimi yapılmıştır. Bu sayede söz konusu kurumun mevcut bütçesi dâhilinde ekonomik, teknik ve çevreye duyarlılık anlamında en uygun aracı satın alması yanında sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlılık konularında da diğer kamu kurumu ve sivil piyasa aktörlerine örnek teşkil etmesi hedeflenmiştir. Araç seçimi çok kriterli bir karar problemi olarak ele alınmış, yeşil kamu

tedarikini gerçekleştirebilmek maksadıyla olağan çalışmalarda rastlanmayan teknik ve çevreye duyarlılıkla ilgili kriterler de eklenmiştir.

Bu çalışmanın şimdiye kadar yapılan çalışmalardan ayrıldığı nokta alternatif ve kriterlerin kesin rakamlarla değil dilsel metotlarla değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme kararsız bulanık dilsel terim setleri ve bu setleri düzenleyen içerikten bağımsız bir dizi gramer kuralı ile yapılmıştır. Genelde maliyet odaklı yapılan araç seçimine tüm dünyayı ve insanları ilgilendiren çevresel faktörlerin de dahil edilmesi ve araç özelliklerinin dilsel metotlar kullanılarak insan doğasına uygun şekilde ifade edilmesi çalışmayı literatürdeki örneklerinden ayırmaktadır.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır;

Çalışmanın birinci bölümünde araç seçimi kavramı ile sürdürülebilirlik ve yeşil kamu tedariki kavramlarının genel anlam ve özelliklerine yer verilmiştir. İkinci bölümde karar verme, bulanık mantık ve dilsel karar verme genelinde; ÇKKV ve kararsız bulanık dilsel terim setleri ele alınmış, bunların genel özellikleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde önerilen model tanıtılarak modelle ilgili adım adım açıklamalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde önerilen modele dair bir uygulama yapılmış sonrasında ise modelin duyarlılık analizi ve son olarak bir takım senaryolar dahilinde değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmanın son bölümünde çıktılar tartışılmış, çalışmaya getirilebilecek eklemelere ve konuyla ilgili gelecekte yapılabilecek çalışmalara dair önerilere yer verilmiştir.

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

BİRİNCİ BÖLÜM

ARAÇ SEÇİMİ, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL KAMU TEDARİKİ

1.1. ARAÇ SEÇİMİ

Araç seçimi literatürde kendisine uzun süredir yer bulan bir konudur. Ancak güvenliği sağlamakla görevli kamu kurumları için kullanılacak araç seçimi gibi özel konular söz konusu olduğunda çok fazla çalışma bulunamamaktadır. Mevcut araç seçim çalışmalarında genel olarak kriterler maliyet minimizasyonu üzerine kurulmuş ve çevre etkileri hesaba katılmamıştır.

Yaklaşık yarım asır önce araç tasarımı ile ilgili ortaya koyulan bir çalışmada asayışı sağlamak için kullanılacak araçların genel fonksiyonları şöyle sıralanmıştır (Clark ve Ludwig, 1970):

- Devriye görevi alan memurları istenilen yere, suçluları ilgili birimlere ve gerektiği zaman yaralıyı en yakın sağlık teşkiline ulaştırma,
- Suçlu takibi,
- Karargâh ve devriye ekibi arasındaki iletişimi sağlama,
- Hava şartlarından koruma sağlayan bir barınak,
- Devriye ekibinin gerektiğinde kullanacakları silahlarını güvenle taşıyabilecekleri bir mobil depo,
- Gerektiğinde ifade alma veya tutanak tutma gibi işlemler için kullanılabilecek bir mobil ofis,
- Basit bir çatışma anında koruma sağlayabilecek, kalkan görevi görececek bir yapı.

Görüldüğü üzere kullanılacak araçtan o yıllarda dahi birçok fonksiyon talep edilmektedir. Günümüzde ise karar vericiler hızla tükenmekte olan yenilenemeyen kaynaklar, bu kaynakların bilinçsizce kullanımı ile çevreye verilen zarar ve bunların sadece bugüne değil gelecek nesillere de yaşatacağı olumsuz etkileri büyük ölçüde fark

etmişlerdir. Bu farkındalığın da etkisiyle araçlardan beklenen özelliklere sürdürülebilirlik kapsamında sosyal ve çevresel etkiler de eklenmiştir.

Papahristodoulou (1997) veri zarflama analizi ile popüler Alman otomobil dergisinden 121 aracı daha çok menşelerine dayalı olarak incelemiştir. Araç seçiminin önemini bir evden sonra alınabilecek yüksek meblağlı ikinci malvarlığı olmasıyla vurgulayan Byun (2001) seçim kriterleri arasında garanti, güvenlik, performans, ekonomik özellikler gibilerine yer vermiştir. Güngör ve İşler (2005) de aynı şekilde geleneksel seçim kriterleri ile çalışmış, farklı olarak çalışmaya sevgi kriterini araca duyulan duygusal bağ anlamında eklemiştir. Terzi, Hacaloğlu ve Aladağ (2006) ağırlıklarını bir anket çalışması ile belirledikleri araç seçim kriterlerini performans, ekonomiklik, satış sonrası avantajı ve imaj-itibar olarak belirlemişlerdir. Şahin ve Akyer (2011) yakıt tüketimi, fiyat, iç mekan genişliği, hızlanma, maksimum hız, yük kapasitesi, konfor, güvenlik ve servisin varlığı şeklinde 9 kriterden oluşan bir seçim önermiştir. Soba (2012) panelvan araç seçimi yaptığı çalışmada seçim kriterlerini fiyat, yakıt, hız, güvenlik, güç performans olarak belirlemiştir. Apak, Göğüş ve Karakadılar (2012) çalışmalarında ülkemizde son günlerde sıkça duyulan bir konu olan tamamıyla yerli üretim araç projesine dikkat çekerek kalite, güvenilirlik, teknoloji, marka algısı, esneklik, performans ve fiyat kriterlerinden oluşan bir araç seçimi önermiştir.

Geleneksel araç seçim çalışmalarında çevresel etmenlerin kullanılmaması bunların satın alma kararı esnasında dikkate alınmadığını göstermektedir. Oysaki Bayraktaroğlu ve Özgen (2008) tarafından yapılan çalışmada müşterilerin araç satın alacakları firmadan beklentileri arasında ikinci en önemli konu olarak firmanın çevresel faktörlere duyarlı olması konusunun bulunduğunu ortaya koymuştur.

Bireysel müşterilerin bile çevresel faktörlere verdiği önem ortadayken elinde bulundurduğu büyük tedarik gücü ile piyasadaki arz ve talebi dolayısıyla fiyatları şekillendirebilecek, bu konuda ortaya koydukları ile özel sektöre hem örnek olup hem de dolaylı yoldan yaptırım uygulayabilecek kamu kurumlarının çevresel faktörleri satın alma kararlarında devreye sokmak zorunda kalması kaçınılmazdır. Bu kapsamda son yıllarda bahsedilen özellikleri ön plana çıkaran çalışmalara az olsa rastlanmaktadır. Partovi ve Kim (2013) veri zarflama ile yaptıkları araç seçimine karbon ayak izi ve eko-etkinlik kavramlarını da ekleyerek sürdürülebilirlik kavramına yeşil ışık yakmışlardır. Aydın ve

Kahraman (2014) ise toplu taşıma için araç seçimi yaptıkları çalışmada sosyal kriterler ana başlığı altında enerji-etkinliğinden hava kirliliğine kadar 5 farklı kriterle sürdürülebilirlik kavramını seçime dahil etmişlerdir.

Bundan sonraki kısımda sürdürülebilirlik ve yeşil kamu tedariki kavramları detaylı şekilde incelenerek literatür dahilinde oluşturulan araç seçim kriterlerine çevreye duyarlı yeşil kriterlerin eklenmesine dair sebepler ortaya konacaktır.

1.2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

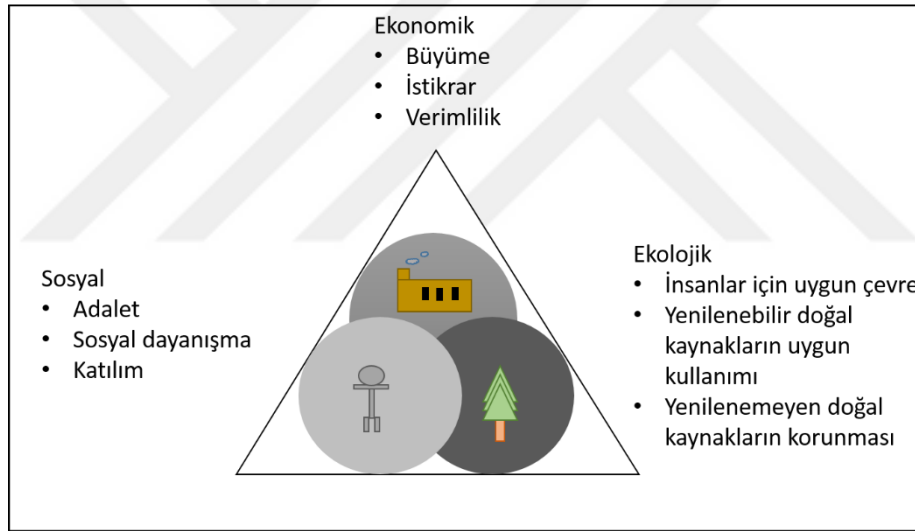
İnsan varlığı doğadaki kaynakları kullanmak söz konusu olduğunda bu kaynakların yenilenip yenilenemeyeceğine ya da bolluğuna ve kıtlığına aldırmaksızın yapacağı işlerden alabileceği maksimum faydayı gözetmiştir. Özellikle sanayi devrimi ile başlayan ve artan bir hızla devam eden üretim çağı boyunca klasik yaklaşım maliyetlerin en aza indirgenerek kazanımların maksimize edilmesi olmuştur. İnsan, kapıldığı üretim ve bunun sonucu tüketim çılgınlığının sarhoşluğu ile çevreye verdiği zararı ve dolayısıyla kendi türünün geleceğini tehlikeye attığını hesaba katmamıştır. Bu durum dünya savaşlarının ikincisinin getirdiği yıkımın ardından girilen reorganizasyon süreci ve bunun sonrasında ortaya atılan; enflasyon artışının durdurulması ve işsizliğin azaltılması gibi fikirlerle sekteye uğrasa da uzun dönem kalkınma politikalarının gündeme gelmesi ve sürdürülebilirlik kavramının gerçek anlamıyla tanımlanabilmesi seksenli yıllara rast gelmektedir (Dulupçu, 2000).

Sürdürülebilirlik Ferrel ve Ferrel (2016) tarafından doğal yaşam ve onunla ilişkiler, organizasyonlar ve yatırım stratejileri arasındaki ilişkilerin korunması olarak ifade edilmektedir. Enerji ansiklopedisinde ise bu kavram; uzun vadede insan aktiviteleri ile vahşi yaşam süreçlerini dengeleyecek, gelecek odaklı yaşam yolları ortaya koyan çok boyutlu ve çok aşamalı bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Enerji Ansiklopedisi, 2012:789). Buradan çıkan anlam en yalın haliyle doğanın dengesini bozmadan ihtiyaçların karşılanmasıdır. Doğanın dengesi bozulmadığı takdirde gelecek nesillerin yaşam imkânları da kısıtlanmamış olacaktır.

Geleneksel pazar anlayışında sürdürülebilirlik kavramının kar maksimizasyonu karşısında hiçbir şansı yoktur. Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın ilk başkanı ve

aynı zamanda eski bir asker ve hukukçu olan William Ruckelshaus; komünist Sovyet şirketleri için kar payı ne kadar önemliyse, kapitalist düzendeki yöneticiler için de sürdürülebilirliğin o derece önemli olduğunu belirterek sürdürülebilirlik ile kar maksimizasyonu çatışmasına vurgu yapmıştır (Hart ve Milstein, 2003).

Sürdürülebilirlik kavramının birçok farklı tanımı yapılsa da (Spörrle ve Bekk, 2015: 286) tüm araştırmacıların hem fikir olduğu konu Elkington (1997) tarafından ortaya konulan ve sürdürülebilirliğin sacayağı olarak kabul edilen ekonomik sosyal ve ekolojik boyutların varlığıdır (Giddings, Hopwood ve O'Brien, 2002; Zink, Steimle ve Fisher, 2008). Şekilde sosyal boyuttaki amaçların tam istihdam, eğitim sağlık vb.; ekonomik boyutta verimlilik büyüme ve son olarak ekolojik boyuttaki amaçların ise insan varlığı için uygun bir çevre, sınırlı kaynakların korunması olduğu görülmektedir (Soubotina, 2004: 9).



Şekil-1: Sürdürülebilirliğin Sacayağı Olarak Sosyal, Ekonomik ve Ekolojik Amaçlar (Soubotina, 2004: 9).

Bu üç kavram arasında herhangi bir önem sıralaması yapılması mümkün değildir. Bu kavramlar birbirinden ayrı düşünülemeyeceği için sacayağı (triple bottom line - drei-säulen-modell) şeklinde adlandırılmaktadır. Sosyal adaletin olmadığı bir dünyada sadece bir zümrenin ekonomik açıdan gelişmesi ya da dünyanın bir bölümü gösterdiği teknolojik gelişmeler sayesinde çok hızlı bir ekonomik gelişme ve istikrar sağlarken başka bir coğrafyada onarılamayacak tahribatlara yol açması sacayağının yanlış kurulduğunu

göstermektedir. Sürdürülebilir bir dünya için bu üç kavramın da uygulanması gerekmektedir.

Meadows ve arkadaşları (1972) kısıtlı kaynakların dünyadaki yaşamın gelişimine hangi noktaya kadar yetebileceğine dair bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada yenilenemeyen kaynakların insan varlığını ne zamana kadar hayatta tutabileceğine dair bir simülasyon yapılmış ve konuya dair önemli noktalarla ilgili farkındalık yaratılmak istenmiştir. Yetmişli yıllardan itibaren ciddi şekilde gündeme gelen ekonomik kalkınma ve çevre arasındaki ilişkinin bir çelişki olduğu fikri 1972 yılında yapılan çalışmaya da fon sağlayan dev otomobil üreticisinin karbon salınımı ile gündeme gelmesiyle geçerliliğini bugün de korumaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramının asıl kilometre taşlarından biri sayılan olay ise kavramın sürdürülebilir kalkınma şeklinde ilk kez gündeme geldiği, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987 yılında hazırlanan “Bizim Ortak Geleceğimiz” isimli rapor ya da daha çok bilinen adıyla Brundtland Raporu olarak kabul edilmektedir (Dulupçu, 2001).

Brundtland Raporu’nun sürdürülebilir kalkınma ile alakalı bölümünde konu gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme imkânlarını engellemeden bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilme olarak açıklanmaktadır (Our Common Future, 1987). Ayrıca Gro Harlem Brundtland; değişim için küresel bir ajanda diye başladığı yönetici açılış konuşmasında uzun vadeli sürdürülebilirlik planlarının ne denli önemli olduğuna vurgu yapmaktadır.

Konuyla doğrudan ilgili olarak önemli bir tarih de 1992 yılını göstermektedir. Bu tarihte Birleşmiş Milletler Rio De Jenerio’da yapılan konferansta çevreyi koruma adına önemli kararlar almıştır. Bu kararların üretim ve endüstri ile ilgili olan kısmı ise iki temel hedefe işaret etmektedir: temiz üretimin ve sorumluluk sahibi bir girişim modelinin desteklenmesi (United Nations Conference on Environment & Development, 1992). Yapılan uluslararası organizasyonlar konunun önemini ve dünya genelinde konuya ne kadar önem verildiğini göstermektedir.

Literatürde sürdürülebilirlik kavramının temelleri Brundtland raporu ve Rio zirvesine dayandırılrsa da bu kavramın kökeni aslında çok daha eskidir. İngilizce "sustainability" olarak ifade edilen kelime "sustainable yield" yani sürekli verim kelimesinden türetilmiş olup bu kelime ise Almanca "nachaltig" kelimesinin çevirisidir (Grober, 2007).

Sürdürülebilirlik kavramı Brundtland raporundan ya da Rio Zirvesi'nden çok uzun zaman önceden beri ormancılık alanında kullanılmaktadır. Mevzubahis organizasyonlarla sürdürülebilirlik kavramının gündeme oturmasının en büyük sebebi nasıl ki fosil yakıtların sınırlılığı ve yenilenemez olmasının fark edilmesiye "nachaltig" kavramı da mevcut zamanın şartlarına göre en önemli hammadde kaynaklarından biri olan kereste ile ilgilidir.

Saksonya kraliyet madenciliğinin başında bulunan Hans Carl von Carlowitz'in 1713 yılında yazdığı ve ormancılık ile ilgili ilk kaynaklardan biri olan 'Sylvicultura oeconomica' isimli kitapta bu kavramı yerine yenisini dikebileceğin, ya da yerine yenisini koyabileceğin kadar ağaç kesme olarak tanımlamaktadır (Grober, 2007). Carlowitz (1713) incelendiğinde en önemli kaynaklarının İngiltere'nin kereste darboğazını çözüme kavuşturan John Evelyn'in 1664 tarihli "Sylva, or A Discourse of Forest-Trees and the Propagation of Timber in His Majesty's Dominions" isimli kitabı ve Fransa kralı XIV. Louis'in mali danışmanı olan Jean Baptiste Colbert'in sözde Fransa'nın çöküşü olacak kereste kıtlığına çözüm üretmek için yazdığı 1669 tarihli 'Ordonnance' olduğu görülmektedir. Bu gösteriyor ki sürdürülebilirlik 17. yüzyıldan beri kullanılan bir kavram olup ülkelerin, zamanın şartlarına göre doğan ihtiyaçlarından meydana gelmiştir.

1.3. YEŞİL KAMU TEDARİKİ

İnsanlar göçebe yaşamı bırakıp toplu halde yaşamaya başladığından beri ihtiyaç duydukları tüm malzemeleri kendileri yapmak yerine yalnızca en iyi yaptıkları şeyleri kendileri yaparak geri kalanı başka yollardan tedarik etmeye başlamıştır. Tedarik mal veya hizmet alımı olarak açıklanabileceği gibi kamu tedarikini de mal veya hizmetin devlet kaynakları kullanılarak, kamu bütçesinden yararlanılarak alınması şeklinde tanımlamak doğru olacaktır (Basweti, 2013).

Kamu tedariki; politik kararlarla yönlendirilen ve pratikte yerel satın alma aktörleri tarafından gerçekleştirilen yasal süreçler olarak da tanımlanabilir (Dolva, 2007: 9). Bir diğer tanım da İngiltere Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Eylem Planı'nda (2006) "kamu ihtiyaçlarının sadece organizasyona değil tüm toplum ve ekonomiye fayda sağlayacak ve aynı zamanda çevreye verilen zararı en aza indireyecek şekilde tedarik edilmesi" olarak yapılmıştır.

Kamu ihtiyaçları tedarik edilirken dikkat edilmesi gereken noktalar zaman, yer, miktar ve kalite olarak özetlenebilir fakat kamu tedarik sisteminin özel tedariklerden çok daha önemli olduğu bir nokta daha vardır. Bu nokta tedarik sistemlerinin yeşil olmasıyla alakalıdır. Buradaki yeşilden kasıt sadece çevreye zarar vermeme ile sınırlı değil, sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve ekolojik olarak üç boyutuyla da bağlantılıdır.

Geleneksel tedarik anlayışında satın almadan sorumlu aktörler sadece fiyat ve kalite gibi etmenleri hesaba katarken çevresel gelişmeler yeşil kriterlerin de denkleme dahil edilmesini gerektirmiştir (Büyüközkan, 2012; Salem, Hasnan, Osman, 2011). Bu noktada Yeşil Kamu Tedariki (YKT)'nin temeli tedarik edilecek mal ve/veya hizmetler için tedarik sürecine çevreye duyarlı kriterlerin de eklenmesidir (Uttam ve Roos, 2015).

Ayrıca YKT sadece ofislerde geri dönüşüm malzemesinden üretilmiş kağıtlar kullanmak ya da ağaç dikme kampanyaları düzenleyen şirketlerden mal ya da hizmet almak değil aynı zamanda sosyal ekonomik ve ekolojik manada kısıtlı kaynakları tutumlu kullanmaktır (Prenen, 2008).

YKT ile ilgili ilk çalışmalar 2003 yılında "Bütünleşmiş Ürünler Politikası üzerine Komisyon Bildirimi" ve 2008 yılında "Yeşil Kamu Alımları Hakkında Avrupa Komisyonu Bildirimi" isimleriyle gerçekleştirilmiştir (Sevinç,2013:8). Özellikle ikinci bildirim 2010 yılına kadar birlik üyesi ülkelerin kamu ihalelerinin yarısının yeşil olmasını öngördüğü için YKT ile ilgili önemli bir belge olarak kabul görmektedir (Public Procurement For A Better Environment, 2008).

Yakın tarihlerde de YKT ilgili dünya kamuoyu ve özellikle Avrupa Birliği çalışmaları devam etmektedir. Avrupa Birliği'nin konuyla ilgili ortaya koyduğu en önemli çalışma "Green Procurement, Yeşil Tedarik" olarak gösterilebilir. Bu çalışmada

tedarik aktörlerine öncelikle yeşil tedarik unsurları tanıtılmakta sonrasında ise yeşil tedarik gereksinimlerini sağlayabilecek bir ihale dokümanında tedarik edilecek malzemeye bağlı olarak bulunması gereken şartlar sıralanmaktadır (Buying Green Handbook, 2011). Yeşil tedarik kılavuzu olarak adlandırabileceğimiz bu çalışmayla tedarik noktasındaki karar vericilerin hangi tedarikçiyi seçeceği bir puanlama yöntemi ile belirlenmesi önerilmektedir. Buna göre arzu edilen her özellik belli bir tabanda puanlandıktan sonra tedarikçi puanları hesaplanacak ve en yüksek puanı alan firma ihaleyi almaya aday olacaktır.

Aynı temel işleve sahip, mal, hizmet ve yapım işleri arasında, yaşam döngüsü boyunca benzerlerine kıyasla daha az çevresel etkisi olan mal, hizmet ve yapım işlerinin kamu idareleri tarafından satın alınma süreci olarak tanımlanabilecek YKT ülkemizde de etkisini göstermeye başlamaktadır (Sevinç, 2013: 10).

Konu tüketicilerin yeşil satın almaya yönelimi gibi noktalara gelince ülkemizde çeşitli çalışmalar (Çabuk vd., 2008; Bayraktaroğlu ve Özgen, 2008) görülse de kamu alımlarına yönelik stratejik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Dünya geneline bakıldığında da çalışmaların kamudan çok özel sektöre yoğunlaştığı görülmektedir (Igarashi vd., 2013). Bunun sebebi günümüzde firmaların yeşillik vurgusu yaparak kar marjlarını arttırabilmeleri, yani yeşilliği bir reklam aracı olarak kullanabilmeleridir. Oysa kamu alımları ülkelerin harcamalarının çok büyük kısmını oluşturmaktadır. Örneğin Almanya'da kamu tedariki için harcanan para yurt içi gayri safi hasılanın yarısını oluşturmaktadır (Buying Green Handbook, 2011). Bu kadar etkili bir gücü kontrol etmekle ülkeler tüm ekonomiyi kontrol edebilirler. Bu sebeple özellikle Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında kamu tedarikini yönetebilmek ve özellikle yeşil kamu tedarikini sağlayarak özel sektöre de bu konuda örnek olarak sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için önemli çabalar sarf edilmektedir (Dolva, 2007: 6).

YKT kullanılarak yapılan satın almalar ile birçok fayda sağlanabilmektedir. Bu faydaları Elkington'un (1997) sürdürülebilirlik sacayağı altında aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür (Procura, 2007).

Ekonomik fayda: Enerji, su ve kaynak etkin yatırımlar yapıldığında uzun vadede düşük tüketim giderlerini yakalamak mümkündür. Bu konunun evinize eski nesil bir

buzdolabı almak yerine yeni nesil bir buzdolabı olarak enerjiden ettiğiniz tasarruftan pek bir farkı yoktur.

Çevre ve sağlık faydası: Mahallî temelli çevre ve sağlık problemlerini hiç olmazsa en aza indirmek için YKT'nin avantajlarından faydalanılabilir. Örneğin tüm belediye otobüsleri çevreye duyarlı şekilde seçilirse o bölgenin havası daha az kirlenmiş ve bölge insanları daha az karbondioksit salınımına maruz kalmış olacaktır.

Sosyal fayda: Çalışma koşulları ve işçi haklarındaki değişimler tüm sosyal ortamda değişikliğe sebep olacaktır. Bu değişiklikler sayesinde yaşam ve iş kalitesinin artması kaçınılmazdır.

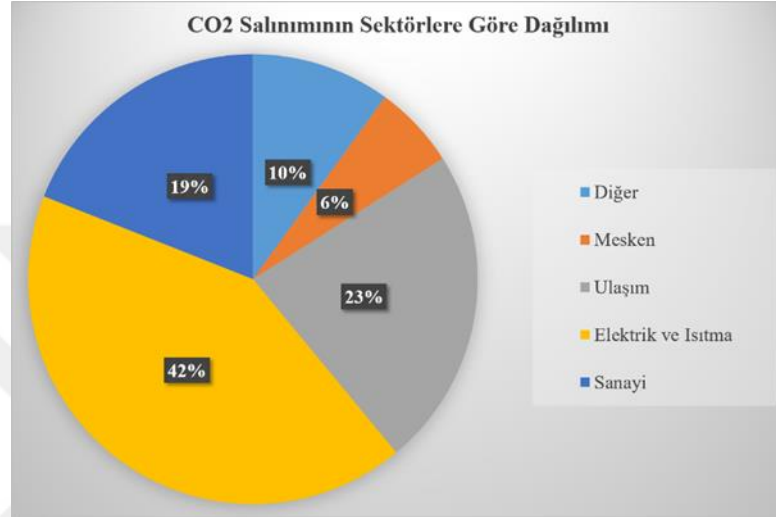
Kamu kurumlarının pazardaki payı yadsınamayacak kadar fazla olup yapacağı tedariklerle pazara yön vermesi kaçınılmaz bir gerçektir. Örneğin OECD ülkelerinin GSYH'nin yaklaşık %13 ile %20 arasındaki bir oranını, Avrupa Birliği ülkelerinininkinin ise yaklaşık 2 trilyon Euro 'lük bir rakam ile %17'sini kamu tedarik faaliyetleri oluşturmaktadır (Alvarez ve Rubio, 2015; Smith, 2016; Testa, Iraldo, Frey ve Daddi, 2012).

Kamu kurumları yeşil tedarike yönelirse öncelikle bu büyük tedarik faaliyetleri genel pazarın yeşil olmasına büyük katkı sağlayacaktır. Bu durumun diğer önemli noktası ise kamu kurumlarının özel şirketlere de örnek teşkil etmesi ve onları yeşile yönlendirmesi olacaktır. Böylece yeşil mal ve hizmetlerin bir yandan potansiyeli arttırılacak bir yandan da bunların üretim ve tüketimi için kamu teşviki sağlanmış olacaktır (Testa, Annunziata, Iraldo ve Frey, 2016). Başka bir ifadeyle YKT'nin piyasanın tamamına nüfuz etmesi öncelikle yeşil olmayan ürün ve ara ürünlerin kullanımının azalmasına sebep olacak sonrasında ise oluşturduğu talep ile Pazar aktörlerinin piyasada tutunabilmek için zorunlu olarak yeşil ürünler üretmesini ve sonuç olarak da bu yeşil ürünlerin ucuzlayıp yaygınlaşmasını sağlayacaktır (Testa vd., 2012).

Çevre sorunlarının en önemlilerinden biri fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan gazlardan kaynaklanmaktadır. Her ne kadar metan (CH₄) ve nitroksit (N₂O) gibi farklı gazlarla birlikte açığa çıksa da, literatürde genelde hesaplamalar CO₂ salınımları

üzerinden yapılmakta, diğer zararlı CO₂ eşiti alınarak toplam salınım hesaplanmaktadır (Hersterbeg, Bunn ve Lapin, 2009).

Bu hesaplara göre CO₂ salınımlarının en büyük ikinci adresi %23 gibi bir oranla ulaştırma sektörü olmakla birlikte bu sektörün en büyük payını ise karayolu ulaştırması oluşturmaktadır.



Şekil-2: Sektörlere Göre Salınım Miktarları (Uluslararası Enerji Ajansı, 2015).

Genel olarak ikinci en büyük pay ulaştırma sektörünün ve de buradaki en büyük pay da karayolu ulaşımının olduğu düşünülerek bunlara yapılacak bir olumlu yönde bir müdahalenin genel toplamı büyük ölçüde değiştirilebileceği yadsınamaz bir gerçektir. Buna ülkemizdeki CO₂ salınım miktarlarının 1990 yılına göre 2013 yılında %123,3 oranında artmasını da eklediğimizde YKT önemi ortaya çıkmaktadır (Uluslararası Enerji Ajansı,2015). Aynı değişim Avrupa Birliği ülkeleri için incelendiğinde örneğin Almanya için 2013 salınım miktarı 1990 yılına göre %19,2, Danimarka için %23,8 ve İsveç için %28 oranında azalmıştır. İncelenen veriler Avrupa ülkelerinin YKT süreçlerinde genel olarak başarılı olduğunu göstermektedir.

Temiz ve Enerji Etkin Kara Araçlarının Teşviki (TEKAT) 2009 yılında Avrupa Birliği'nce üye ülkeler için çıkarılan bir direktiftir. Bu direktifin amacı adından da anlaşılacağı üzere bir teşvik politikası oluşturabilmektir. Bu amaç doğrultusunda uzun vadede piyasayı genel ulaştırma maksatlı kullanılan ve büyük miktarlarda üretimi yapılan otomobil, kamyon ve otobüsleri temiz ve enerji-etkin üretebilmek için gereken yatırımı

yapmaya teşvik edebilmek hedeflenmektedir. Böylelikle az enerji tüketen dolayısıyla az CO₂ salınımı yayan ve çevreyi daha az kirleten araçların üretimi ve kullanımı sağlanacaktır.

Direktifin genel amacından başka üç önemli noktasından da bahsetmek gerekmektedir:

- Temiz ve enerji-etkin araçlar geleneksel araçlardan pahalıdır. Bu araçlar için yeterli talebi yaratmak beraberinde getireceği ölçek ekonomisi ile fiyatların düşmesini sağlayacaktır (TEKAT, 2009: md. 13).
- Direktif üye ülkelere YKT süreçlerini gerçekleştirebilmek ve temiz ve enerji-etkin araçların kullanımını teşvik edebilmek için gerekli bilgi ve tecrübeyi paylaşmayı amaçlamaktadır (TEKAT, 2009: md. 14).
- Gerçekleştirilecek YKT süreçleri için müşterek şekilde uyumlu kriterler belirlenebilirse piyasayı olumlu etkileyeceği su götürmez bir gerçektir (TEKAT, 2009: md. 15).

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

İKİNCİ BÖLÜM

KARAR VERME, BULANIK MANTIK VE DİLSEL KARAR VERME

2.1. KARAR VERME

Yaşayan her varlık yaşam döngüsü boyunca bilinçli ya da bilinçsiz olarak birçok karar verme süreci ile karşı karşıya kalmaktadır. Karar verme; bir çok alternatifin mevcut bulunduğu bir kümeden asgari bir ölçüte ya da bir amaca göre optimal olan alternatifin seçilmesi olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz ve Dağdeviren, 2010). Söz konusu varlık insan olduğunda amaçlar çok farklılaşabileceği için karar verme süreci oldukça karmaşık bir hal almaktadır. Bu konuyla ilişkin tarihten güzel örnekler bulmak mümkündür.

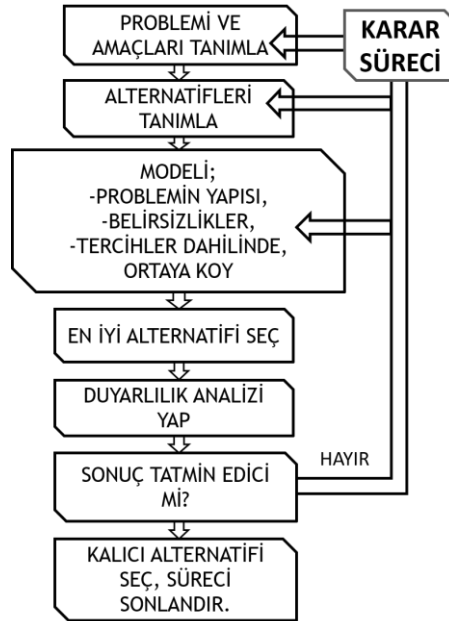
Evrimle ilgili ortaya koyduğu fikirleri hala her kesimden insanı meşgul eden Charles Darwin bilimsel meseleleri bir kenara bırakıp eline aldığı bir kâğıda evlilik kurumunun olumlu ve olumsuz yönlerini yazarak tarihe karar verme ile ilgili her ne kadar basit olsa da önemli bir not düşmüştür (Gigerenzer ve Todd, 1999: 7). Darwin'in basitçe amacını ortaya koymuş ve evlendiğinde olacakları bir tarafa evlenmediğindikileri bir tarafa olacak şekilde iki sütun halinde yazarak karşılaştırmaya gitmiştir. Sonuç olarak evlendiği takdirde olumlu kazanımlarının kıyasla daha fazla olacağını kendine kanıtlayan Darwin evlenmeye karar vermiştir.

Karar verme seçim, yatırım, geliştirme ve planlama gibi çok farklı alanlarda görevli hem şirketler hem de insanlar için çok sık kullanılan bir kavramdır (Rodriguez, Martinez ve Herrera, 2013). En basit işlerle ilgili karar vermesi gereken bir yöneticiden tutun da ülkeleri yöneten siyasilere, stratejik kararlar vermesi gereken generallere kadar karar vericilerin işleri gerçekten zordur.

2.2. KARAR VERME SÜRECİ

Günümüzdeki karar verme süreçlerini incelediğimizde, en basit satın alma kararlarından devlet yönetimi ile ilgili stratejik kararlara kadar, basit karar verme tasarımlarıyla işin üstesinden gelmenin bir hayli zor olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü organizasyonlar birden fazla ve büyük ölçüde birbiri ile çelişen amaçları aynı anda gerçekleştirmek ve üstelik bu işlemi bazı kısıtlar dahilinde tutmak istemektedir. Tüm bu kargaşayı Darwin gibi sadece bir parça kâğıt ve kalemle çözemeyeceğimiz, en fazla yedi yahut bu rakamın iki aşağısı ve ya iki yukarısı sayıdaki seçenekle ilgili mantıklı hükümler verebileceğimiz daha 50'li yıllarda ortaya konmuştur (Miller, 1956). Miller'ın ortaya koyduğu teori milenyumdan sonra geçerliliğini korumuş (Saaty ve Ozdemir, 2003), günümüzde halen daha geçerliliğini koruduğu gözükmektedir.

Her ne kadar tüm işlevleri tek başına yerine getiren adım adım sonuca götüren tek başına kabul görmüş bir algoritma olmasa da (Zavadskas vd., 2014), karar vermenin; tüm olası seçenekleri göz önünde bulunduran, belli bir mantık düzleminde ve sayısal bir yöntemle yürütülmesi gereken bir süreç olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil-3: Karar Süreci Adımları (Clemen, 1996: 6).

Şekil-3’de bir karar sürecinin baştan sona adımları genel olarak gösterilmektedir. Problemin tanımlanması ile birlikte sorun ortaya konacaktır. Böylece ilk adımda amaç

ortaya konmuş olacaktır. Amaç ve hedeflerin belirlenmesi ortaya konan sorunun hangi kısmına çözüm bulunacağını ve öncelikleri belirlemek açısından önemlidir.

Amaç ve hedeflerin belirlenmesi ile seçilecek sıralamak alternatiflerin ortaya konması aşamasına geçilebilir. Alternatifler karar vericilerin aralarından seçim yapılabileceği yollardan her birisi için kullanılan tanımdır (Triantaphyllou, 2000: 2). Modelleme ve çözüm aşamasında kullanılacak metodolojiye göre bir tasarım yapılarak model ortaya konularak çözüme gidilir. Bir sonraki aşamada yapılacak duyarlılık analizi ile sonuçların istenilen düzeyde olup olmadığı kontrol edilerek duruma göre yorum, nihai seçim ve uygulama yapılır.

Karar verme sürecinin gerçekleşebilmesi için belli bileşenlere ihtiyaç olduğu açıktır. Bu bileşenler öncelikle bir metod, karar verici ya da karar vericiler, kriterler, alternatifler ve karar ortamı olarak sıralanabilir (Ecer, 2007: 20). Daft (2010: 222) karar verme sürecini karar verme ihtiyacının hissedilmesi ile başlayıp sırasıyla amaç ve kriterlerin belirlenmesi, alternatiflerin belirlenmesi, uygun alternatifin seçilmesi, seçilen alternatifin uygulanması, kararlarla ilgili değerlendirme ve geri besleme şeklinde bir döngü şeklinde tanımlamıştır.

Şekil-4’de de görüldüğü üzere karar verme ihtiyacının hissedilmesi, ilk basamak olduğundan sürecin başlaması için önemlidir. Proaktif bir karar süreci sorunlar başlamadan karar verme gereksiniminin hissedilebilmesi için iç ve dış etkenler iyi analiz edilmelidir.



Şekil-4: Karar Verme Süreci (Daft, 2010: 223).

Amaç ve kriterlerin belirlenmesi aşaması diğer basamakların gidişatını da belirleyecek olduğundan önem arz etmektedir. Alternatifler söz konusu planlı karar verme süreçleri olduğunda zaten belirlenmiş olsalar da bu aşama karar vericilerin yaratıcılık ve yenilikçiliğinin ortaya çıktığı aşama olarak değerlendirilmektedir (Ecer, 2007: 21).

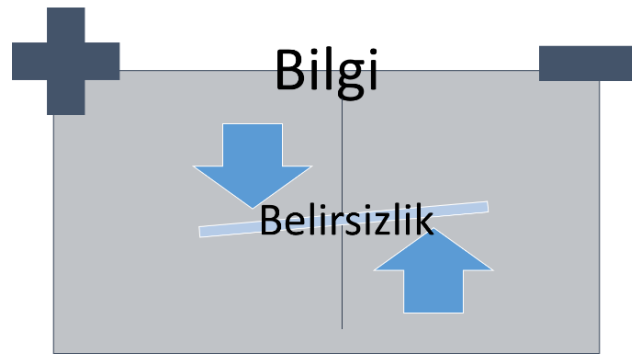
Çünkü hazır olarak verilen alternatifler ehvenişer yani ikinci en iyi ya da başka bir tabirle kötü olanlar içindeki en iyiyi bulmaya zorlamaktadır (Zeleny, 2011).

2.3. KARAR VERME TÜRLERİ

Karar verme; içinde bulunulan durum, ulaşmak istenilen amaç ya da amaçlar ve bu kararı kim ya da kimlerin vereceği ile ilgili olarak bölümlere ayrılabilir. Bu noktada karar verme türleri çalışmanın içeriğine uygun olması açısından mevcut bilgi, karar verici/karar vericiler ile kriter sayısı açısından incelenecektir.

2.3.1. Mevcut Bilgi Açısından

Karar verme mevcut durum ve eldeki istihbarata göre belirlilik ve belirsizlik durumunda karar verme olarak ikiye ayrılır. Bilginin azaldıkça belirsizliğin arttığı tersi durumda ise fazlaştığı bu durum şekildeki gibi özetlenebilir.



Şekil-5: Bilgi ve Belirsizliğin Karşılaştırılması

2.3.1.1. Belirlilik Altında Karar Verme

Belirlilik kavramından kast edilen nokta karar vericinin ihtiyaç duyacağı tüm bilgilere ulaşabilmesidir. Belirlilik hali ise iki ya da daha fazla alternatifin hangi sonuçla karşılanacağını bilgisine sahip olunması ve elde edilecek sonucun da kesin olarak bilinmesidir. Yani meydana gelmesi beklenen tek bir olay vardır ve meydana gelme ihtimali kesindir (Uyar, 2012: 21). Bu tarz durumlarla gerçek hayatta karşılaşmak pek mümkün gözükmemektedir.

2.3.1.2. Belirsizlik Altında Karar Verme

Günlük yaşantı esnasında verilen kararlara baktığımızda bunların hepsinin belirsizlik içerdiği kolaylıkla gözlemlenebilir. Alternatifler hakkındaki bilgilerin eksik, gerçekleşmesi kuvvetle muhtemel olayların ise tam bilinmiyor olması durumunda verilen kararlardır (Ecer, 2007: 25). Belirsizlik iyi bir kararın kötü sonuçlar getirmesi olarak da tanımlanabilir (Daft, 2010: 216). Yani belirsizlik durumunda, alternatiflerin hangi sonuçlar doğurabileceği bilinir fakat bunlarla hangi periyotlarla karşılaşılacağı hususunda belirsizlik söz konusudur (Uyar, 2012: 21). Olacakların kesinliği ve olma ihtimalleri bilinmediği durumlarda belirsizlik altında karar verme durumu geçerlidir (Demirer, 2012: 6).

Belirsizliğin tam olarak üstesinden gelmek pek tabii mümkün olmamakla birlikte sahip olunması durumunda belirsizliğin etkisini azaltacak bazı hususlar bulunmaktadır. Geçmişe dönük istatistikler, uzman görüşleri ve hatta kişisel tecrübeler bu hususlar arasında gösterilebilir (Brownley, 2013: 5). Belirsizlik içeren kararların verilebilmesi problemin iyi tanınması en önemli adımdır.

2.3.2. Karar Vericiler Açısından

Karar verenler açısından karar verme iki şekilde incelenebilir. Birinci seçenek olarak karar verici tek bir kişi olabilir. Bu durumda karar verici bireysel bir karar verme sürecinin sonunda kararını verecektir. Büyük bir hızla gelişen modern bilgi teknolojilerinin de etkisiyle giderek daha karmaşık hale gelen problemler karşısında tek bir karar verici ya da tek bir uzmanın karar sürecini yürütmesi pek mümkün

görünmemektedir (Wan ve Dong, 2015). Bu durumun üstesinden gelebilmek için ikinci bir seçenek olarak birden fazla karar vericinin olduğu bir heyet, jüri olarak ortak bir karar verme süreci sonunda verdiği karar grup kararı olarak adlandırılmaktadır.

2.3.2.1. Bireysel karar

Birey kavramı kendini kararını verip bunun sorumluluğunu üstlenen kişi olarak tanımlanabilir. Bu durumda bireysel karar, kararın bir kişi tarafından verildiği karar türüdür. Bireysel kararlarda genelde faydayı en çoklama ya da en fazla tatmini elde etme eğilimi görülmektedir (Demirer, 2012: 9). Bu eğilim kararı veren kişinin yaşam görüşü, fikirleri ve tecrübeleri bağlamında şekillenmektedir. Bireysel kararın grup kararına kıyasla bazı olumlu ve olumsuz yanları mevcuttur.

Ortada tek bir karar olduğu için herhangi bir işlem yapılmadan kullanılması mümkün olmakla birlikte farklı görüşlerin sentezine imkân vermemesi ve taraflı olabilecek olması nedeniyle daha objektif olacak olan grup kararına göre zayıf kalabilmektedir. Buna rağmen grup kararına göre çok daha hızlı sonuç vermesi ve yanlışlık fark edildiği an düzeltilmesi bakımından grup kararına tercih edilebilir (Ecer, 2007: 26).

2.3.2.2. Grup kararı

Grup kavramını ortak bir amaç etrafında birleşmiş olan topluluk olarak tanımlayabiliriz. Grup kararları değerlendirilirken önceleri çoğunluğun verdiği karar dikkate alınmıştır. Bu yöntemde çoğunluğun verdiği karar her zaman en iyi karar olmayabilir. Bu sebeple bu yöntemi kullanmak demek en iyi kararları alsalar bile azınlığın verdiği kararları umursamamak demektir (Saaty ve Shang, 2007). Grup kararı için iki önemli nokta söz konusu olmaktadır. Bunlar gruptaki her bir görüşün grubun tamamını temsil edecek şekilde nasıl toplanacağı ve seçimlerden grup seçiminin nasıl inşa edileceğidir (Saaty, 2008).

Grup kararının sağladığı avantajlardan ancak her üyenin grup kararına etkisinin sağlanması ile faydalanılabilir. Bunun için her grup üyesinin görüşünü dikkate alan yöntemler kullanılması şarttır. Grup kararı şeklinde verilen kararların tarafgir olma

ihtimali azalarak objektiflik ihtimali artar, fazla sayıda karar alternatifi üretilerek, kararların benimsenmesini daha kolay hale gelir, kararlardan her bir katılımcının etkilendiği vurgulanabilir.

2.3.3. Kriter Sayısı Açısından

Karar verme; kriter sayısı açısından tek ve birden fazla kriterli karar verme olarak iki gruba ayrılabilir. Bazı yazarlar tek kriterli karar vermeyi bir karar vermeden ziyade ölçüm ya da araştırma faaliyeti olarak görmüş en az iki kriterin varlığı olmadan karar vermeden bahsedilemeyeceğini vurgulamıştır. Bundan sonraki bölümde literatür genelinde ve çalışmanın konusu özelinde daha önemli olan ÇKKV yöntemleri üzerinde durulacaktır.

2.3.3.1. Çok Kriterli Karar Verme

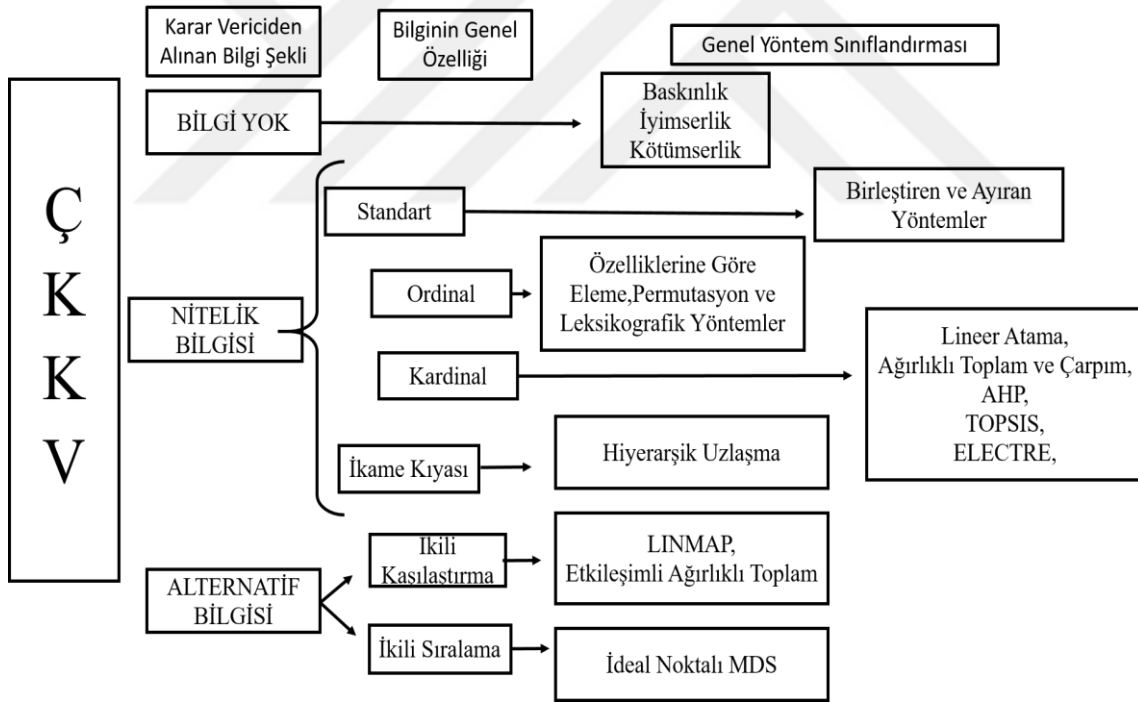
Teknolojinin ilerlemesi ile değişen ve gelişen ihtiyaçlar sayesinde problemler de farklılaşmış ve karmaşıklaşmıştır. Bu soruna getirilecek çözüm için hem nitel hem de nicel bilgilerin gerekli olması ve hem birbiriyle çelişen amaç sayılarının hem de bunlara yönelik kriter sayılarının artmasıyla ÇKKV teknikleri ortaya çıkmıştır (Yavaş, Ersöz ve Kabak, 2014).

Karar verme sürecinin doğasında zaten birden fazla kriter olduğu bu sebeple diğer tekniklerin bir karar verme süreci değil ancak analiz, ölçüm ya da araştırma olarak isimlendirilebileceği görüşü de ortaya konmaktadır. Zeleny (2011) yalnız en ağır olanı seçmek istediğimiz bir sepet dolusu elmadan söz eder ve bunu sadece tartarak yapabileceğimizi ki bunun bir karar verme süreci olmadığını ifade eder. Bu fikir karar verme süreçleri için ÇKKV tekniklerinin önemine işaret etmektedir. Sonuç olarak bilgisayar programlarının gelişmesi ile kullanım alanı giderek artan ÇKKV, çatışan kriterlere sahip birden fazla alternatifi seçme, sıralama ve karşılaştırmalarını yapan metodolojiler olarak tanımlanabilir (Stewart, 1992; Levy, 2005).

2.4. ÇKKV ÇEŞİTLERİ

Bu bölümde genel kabul görmüş bazı ÇKKV teknikleri ile ilgili açıklamalar yapılacaktır. Bunlardan baskınlık, İyimserlik, Kötümserlik, Ağırlıklı Toplam ve Çarpım ve Leksikografik (alfabetik) temel ve basit yöntemlerken; TOPSIS, AHP gibi yöntemler bu temel yöntemlerin mantığında inşa edilmiş, bilgisayar teknolojileri ve paralelinde programlama tekniklerinin gelişmesiyle sürekli artan daha karmaşık bir arka plana sahip yöntemlerdir.

Literatürde ÇKKV sınıflandırmaları daha çok karar vericiden alınan bilgiye göre yapılmış olup sınıflandırılan toplam yöntem sayısı doğal olarak çalışmanın yapıldığı tarihe göre değişiklik göstermektedir (Chen ve Hwang, 1991: 24; Demirer, 2012: 17, Triantaphyllou, 2000: 4).



Şekil-6: ÇKKV Sınıflandırması (Chen ve Hwang, 1991: 19).

2.4.1. Baskınlık

Bu yöntemde diğerine kıyasla bir seçenekteki tüm ölçütler en az eşit ve en az bir ölçüt daha iyi olduğu takdirde baskın kabul edilir ve diğer seçenek elenir. Bu şekilde

baskın olmayan seçenekler elenerek tek baskın seçenek kalana kadar devam edilir. Bu yöntem her ne kadar basit ve kullanışlı olsa da kötü yanı bazen elenen seçeneklerden birinin baskın seçenektan daha iyi olabilmesidir (Hwang ve Yoon, 1981: 58).

2.4.2. İyimserlik

Maximax olarak da bilinen bu yöntemde her alternatifin en iyi olduğu kriter belirlenir. En iyi kriterlerin en iyisine sahip olan alternatif seçilir. Buradaki temel mantığı futbolcuların en iyi olan özelliğiyle (pas, şut veya top sürme) değerlendirilip birbiri arasında buna göre değerlendirilmesine benzetmek mümkündür (Chen ve Hwang, 1991: 29).

2.4.3. Kötümserlik

Nasıl ki bir zincir en zayıf halkası kadar ya da bir sistem en kötü ögesi kadar güçlü ise bu yöntemde de öncelikle her alternatifin en kötü kriteri belirlenir. Bunlar arasında en iyi olan alternatif ise basit olarak çözümü oluşturacaktır. Bu yöntemin iyi yanı benzeri olan iyimserlik yöntemi ile aynı şekilde basit ve kullanışlı olmasıdır. Yine her iki yöntemin kötü yanı ise alternatiflerin sadece bir özelliklerine göre seçilmesi, diğer özelliklerin hiç dikkate alınmamasıdır.

2.4.4. Ağırlıklı Toplam ve Çarpım

Her iki yöntemde de kriterlerin her birine diğer kriterlerle karşılaştırılarak bir ağırlık verilir ve alternatifler buna göre değerlendirilir. Yöntemlerin farkı ise sırasıyla birinde ağırlıklı ortalamaların toplanarak diğerinde çarpım yoluyla elde edilmesidir. Her iki yöntem de kriterler karşılaştırılabilir ve nümerik olduğunda kullanılabilir olduğundan kısıtlı olsa da kolay kullanımı ve basitliği sebebiyle en çok tercih edilen temel yöntemlerdendir. Yöntemlere ilişkin Chen ve Hwang'ın (1991: 36) formülasyonları sırasıyla gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ A_i \mid \max_i \sum_{j=1}^n w_j x_{ij} / \sum_{j=1}^n w_j \right\}$$

2.1

$$A^* = \left\{ A_i \mid \max_i \left(\prod_{j=1}^n (x_{ij})^{w_j} \right) \right\}$$

2.2

Denklemlerde “n” kriter sayısını “w” ise kriter ağırlıklarını ifade etmektedir. Basit bir mantıkla anlaşılacağı üzere yöntemlerin zayıf yönü ağırlıklandırma kısmıdır. Eğer ağırlıklar yanlış hesaplanırsa bu tüm süreci olumsuz etkileyecektir. Yöntemler arasındaki bir fark ise ağırlıklı toplamın zayıf yönünü oluşturur. Ağırlıklı toplamda tüm birimler aynı olmalıdır yoksa bu ilkökul öğretmenin dediği gibi elmayla armutu toplamaktan farksız olacaktır (Triantaphyllou, 2000).

2.4.5. Leksikografik Yöntem

Leksikografik, Grek kökenli bir kelime olup sözlük sıralaması anlamında kullanılmaktadır. Sıralama yöntemi kelimeleri kendi arasında alfabetik sıraya sokmaya benzediği için bu isimlendirme kullanılmıştır. Alternatifler en önemli görülen kritere göre sıralanır, eğer bu kriterde eşit olanlar varsa bir sonraki en önemli kritere göre tekrar değerlendirilirler. İşleme bu şekilde tek alternatif kalana ya da tüm alternatifler irdelenene kadar devam edilir. Bu yöntemin başarılı şekilde uygulanabilmesi için kriterler arasında baskınlık farkı olması gerekir. Örnek vermek gerekirse araç seçimi için karar vericinin öncelikle en ucuz sonra da en güvenli aracı almak istemesi gerekir ki sırasıyla maliyet ve güvenlik kriterlerine göre leksikografik bir sıralama yapılabilirsin. Bu yöntemleri diğerlerinden ayıran nokta, kriterleri sırayla, her birini tek tek değerlendirerek alternatifler arasında karşılaştırmalar yapmasıdır (Demirer, 2012).

2.4.6. TOPSIS

Bu yöntemde temel olarak iki noktaya göre çözüm yapıldığı söylenebilir. Bu noktalardan biri pozitif ideal çözüm noktası diğeri de negatif ideal çözüm noktasıdır.

Çözüm alternatifi pozitif ideal çözüm noktasına en yakın negatif ideal çözüm noktasına ise en uzak mesafede olacağı varsayılır (Hwang ve Yoon, 1981: 128). Açılımı olan İdeal Çözüme Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) kelime grubundan da anlaşılacağı gibi bu yöntemde temel yaklaşım Pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak seçeneği yani uzlaşık çözümü bulmaktır.

Yöntemin aşamaları en basit haliyle şu şekilde özetlenebilir (Chen ve Hwang, 1991: 38):

1. Karar matrisini oluştur,
2. Normalize edilmiş puanları hesapla,

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

2.3.

3. Ağırlıklı normalize edilmiş puanları hesapla,

$$\left(\sum_{i=1}^n w_i \right) = 1$$

2.4.

4. Pozitif ve negatif ideal çözümleri bul,

$$A^* = \left\{ \left(\left(\max_i v_{ij} \right) | j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} | j \in J' \right) \right\}$$

2.5.

$$A^- = \left\{ \left(\left(\min_i v_{ij} \right) | j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} | j \in J' \right) \right\}$$

2.6.

5. Uzaklıkları hesapla,

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$$

2.7.

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

2.8.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

2.9.

6. Sırala.

Günümüz teknolojisinde bu yöntem için çeşitli ücretsiz yazılımlar da bulunmaktadır (Expert Choice [web], 2016). Bu yazılımların yanı sıra TOPSIS MS Excel programı ile de basit formüller kullanılarak çözülebilir.

2.4.7. Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP)

İnsanların karmaşık bir sorunla karşı karşıya kalıp ne yapacaklarına karar veremediklerinde tüm problemi tek seferde değil de parçalar halinde çözmeleri her zaman daha kolaydır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP, Analytic Hierarchy Process), problemleri isminden de anlaşılacağı üzere hiyerarşik yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan ÇKKV tekniğidir (Özdemir ve Gasimov, 2004).

Bu yöntemde kriterler bağımsız kabul edilerek, kendi aralarındaki ilişkileri dikkate alınmamakta ve karar verme problemleri hiyerarşik bir yapıda oluşturulmaktadır (Yavaş vd., 2014). Literatüre bakıldığında bu yöntemin seçim, sıralama, değerlendirme,

planlama gibi farklı alanlarda çok geniş bir yelpazedeki farklı konuların karmaşık karar problemlerine çözüm yöntemi olarak seçildiği görülmüştür (Vaidya ve Kumar, 2006).

Zayıf noktası olarak ikili karşılaştırmalarda kullanılan 1-9 ölçeğinin gerçeğe yakın değerleri yansıtamayabileceği durumlar işaret edilirken, AHP yönteminin faydaları ise şu şekilde sıralanabilir (Saaty, 1988):

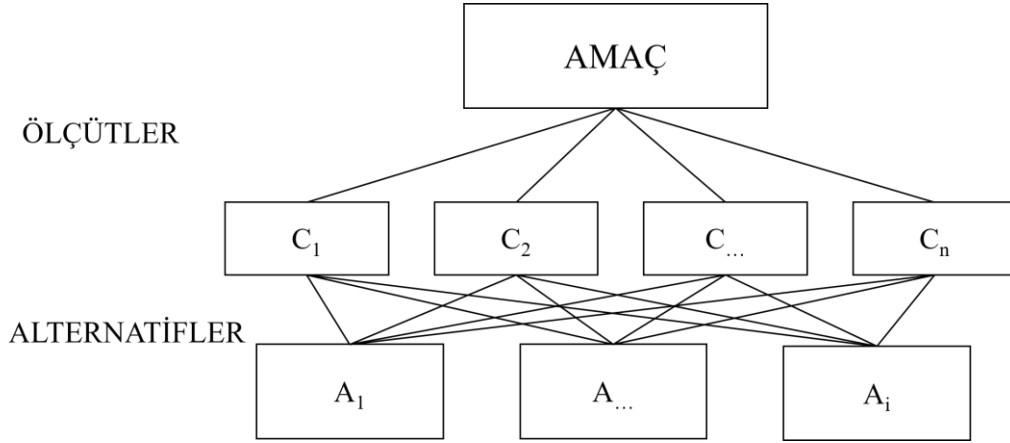
1. Kullanıcıya karmaşık bir problemi anlaşılır hale getirecek bir form sunar.
2. İkili karşılaştırmalar esnasında karar vericinin kendi hükümleri kullanılır. Böylelikle süreçte sadece sayısal veriler değil aynı zamanda kişisel fikir ve düşünceler de dikkate alınmış olur
3. Karşılaştırmalara yönelik tutarlılık testi yapılabilmesi mümkündür.
4. Karar vericilere bir fayda maliyet analizi yapma imkânı sunar. Karar verici sadece ikili karşılaştırma yaptığı noktaya odaklanacağından daha sağlıklı bir sonuç ortaya çıkar.

Bunların yanında bu yöntemin zayıf yanı olarak gösterilip eleştirilen konu ise yöntemde kullanılan 1-9 ölçeğinin bazı durumlarda tam gerçeği yansıtamayabileceğidir.

AHP'nin uygulaması için 3 önemli aşama olan hiyerarşinin oluşturulması, ikili karşılaştırmaların yapılması ve sentez aşamalarının iyi anlaşılması gerekmektedir:

- Hiyerarşinin oluşturulması

Bu aşamada amaç, kriterler, varsa alt kriterler ve de alternatifleri gösteren ve her bölümü birbirinden bağımsız öğeler içermesi bakımından karar ağacından oldukça farklı olan hiyerarşik yapı yukarıdan aşağıya oluşturulmaktadır (Saaty, 1990).



Şekil-7: Hiyerarşik Yapı

- İkili karşılaştırmaların yapılması

AHP'de ikili karşılaştırmalar, hiyerarşide yer alan öğelerin bir üst düzeydeki öğenin üzerindeki etkilerinin gücüne kıyasla göreceli önemlerinin hesaplanmasıdır (Demirer, 2012: 33). Bu sebepten kendisiyle karşılaştırılan bir öğenin alacağı değer ancak bir olabilir. Bu noktada yapılacak olan karşılaştırmalar için Saaty (1977) çizelge-1'de bulunan ölçeği önermiştir

Çizelge-1: AHP İkili Karşılaştırma Ölçeği(Saaty,1977).

Önem	Tanımı	Açıklamalar
1	Eşit derecede önemli	İki kriter eşit öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Kriterlerden biri kıyasla biraz üstündür.
5	Kuvvetli derecede önemli	Kriterlerden biri kıyasla oldukça üstündür.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter oldukça üstündür ve baskınlığı pratikte kanıtlanmıştır.
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerine üstünlüğü tartışılmaz derecededir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşmayı sağlamak için bu değerler kullanılacaktır.

Çizelge-1 kullanılarak yapılacak karşılaştırmaların tutarlılığını ölçebilmek için Saaty (2004) Çizelge-2’deki rastsal indekse göre hesaplanan tutarsızlık oranının en fazla 0,10 olması gerektiğini ortaya koymuştur. Eğer bu rakam 0 ise karşılaştırmaların tam tutarlı olduğu söylenebilir fakat uygulama da bu durum pek sık gerçekleşmez.

Çizelge-2: Rassallık İndeksi (Saaty,2004)

Kriter Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassallık İndeksi	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

2.10

Bu eşitlikte tutarlılık indeksi (CI)’nın rassallık indeksi (RI)’ya bölümü ile tutarlılık oranı (CR) elde edilir.

Tutarlılık indeksini bulmak için kullanılacak eşitlik ise,

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

2.11

Bu eşitlikte λ_{maks} en büyük öz değeri, n ise değerlendirmeye alınan kriter sayısını göstermektedir. En büyük öz değeri hesaplamak için şu adımlar takip edilmektedir:

- I. İkili karşılaştırma matrisi ile öncelikler vektörü çarpılır.
- II. Bulunan vektör öncelikler vektöründe kendisine karşılık gelen değere bölünerek yeni bir vektör bulunur.
- III. Hesaplanan bu yeni vektörün elemanlarının toplamı toplam eleman sayısına bölünerek en büyük özdeğer bulunmuş olur.

- Sentez

Bu aşama normalize matrislerin elde edilmesi ve normalize edilen matrislerin her satırda satır ortalamalarının hesaplanmasıyla başlar. Bulunan satır ortalamaları kriterlerin görelî önemlerini ifade etmektedir. Bu şekilde her alternatif için ve kriterler için hesaplama yapılır. Bulunan matrislerin matris çarpımıyla ağırlıklı toplam ya da toplamsal öncelikler bulunur. Alternatiflerin kabul sırası buna göre yapılır.

2.5. BULANIK MANTIK

Aristo mantığı olarak da bilinen klasik mantık varsayımında her şey kesin olarak bir kümeye aittir ya da değildir. Örnek olarak bir elmayı düşünelim; elma ya kırmızıdır ya da değildir. Elektronik aletlerin çalışma prensibini de oluşturan bu yapı ikili sistemdir, ya akım iletilir (1), ya da iletilmez (0). Aristo tarafından milattan birkaç yüzyıl önce etraflıca yorumlanan bu mantık günümüzde bazı şeyleri tanımlamakta eksiklikler yaşamaktadır. Bir sınıf dolusu öğrenciye erkekler veya kadınlar el kaldırsın dediğimizi düşünelim, eller düşünmeden kalkacaktır. Şimdi aynı sınıfa matematik derslerini sevenler el kaldırsın dediğimizi hayal edelim, bazı eller düşünmeden kalkarken bazıları hiç hareket etmeyecek bazıları ise kalkar gibi olup tereddüt edip inecektir. İşte burada bulanıklıktan bahsedebiliriz. Öğrencilerin bazıları matematik dersini sevdiklerinden ya da sevmediklerinden eminken bazıları ise matematiğin sadece bir alanını seviyor ya da kimya derslerine göre daha az severken edebiyat derslerine kıyasla daha fazla seviyor olabilir.

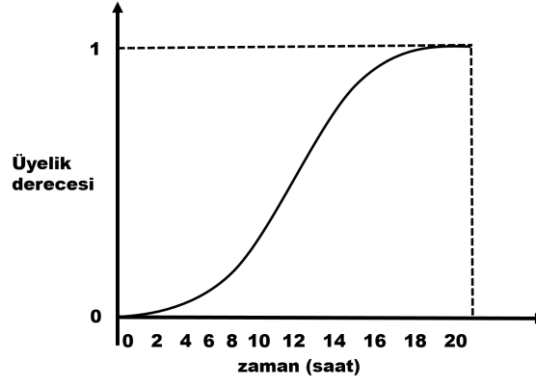
Farkında olmasak da günlük yaşam esnasında kullandığımız pek çok kavram bulanık yapıdadır. Hava durumunu tarif ederken, bir insanın dış görünüşünü betimlerken ya da başımıza gelen basit bir olayı anlatırken bile bulutlu, karla karışık yağmurlu, yaşlı, genç, zayıf, sıksa, az, fazla, çok fazla vb. hiçbir şekilde kesinlik belirtmeyen bulanık kavramlar kullanırız. Gördüğümüz kişinin dış görünüşüne göre ona uzun kısa dememiz ya da araba kullanırken ilerideki ışığa göre hızı belli miktarda arttırıp azaltmamız insan beyin yapısının belirsizlik ve kesinlik içermeyen olaylar karşısındaki davranış biçimine birer örnek olarak gösterilebilir (Altaş, 1999).

Bulanık mantık ilk şeklini, akademik dünyada Zadeh olarak bilinen bilim insanı Lütü Ali Askerzade tarafından 1965 yılında Information and Control dergisinde yazılan makale ile bulmuştur (Çitli, 2006: 3). Alanında büyük bir yankı uyandıran bu makalede Zadeh kedi, köpek ve atların kesin olarak hayvanlar kümesinin alt elemanları olarak kabul görürken deniz yıldızı veya bakteri gibi yaşam formlarının bu kümeye dahil edilip edilmeme konusundaki kararsızlıktan bahsederek bulanık mantığın çıkış noktasını özetleyen güzel bir giriş yapmıştır (Zadeh, 1965). Bulanık mantık Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya konulmasına rağmen yine Zadeh (1973, 1975) tarafından bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlere nasıl uygulanabileceğini anlatan makalelere değin kullanımına çok sık rastlanmamaktadır (Altaş, 1999). Günümüzde ise bulanık mantık uygulamaları biyoloji ve tıptan çevre bilimine, ekonomi ve finanstan psikolojiye kadar geniş bir alanı kapsamaktadır.

2.6. BULANIK KÜME

Üyelik fonksiyonları ile tanımlanan bulanık kümeler bulanık mantık kavramının en temel ögesidir (Altaş, 1999). Bu noktadaki üyelik tam dahil olma aşamasında 1 üyelik olmaması durumunda sıfır ile temsil edilirken üyelik değeri anlaşılabilirliği gibi 0 ile 1 arasında değişmektedir (Cox, 1994: 2).

Örnek olarak yapılması gereken bir işin uzunluğunu ele alalım ve uzunluk olarak saatler üyelik fonksiyonumuzun elemanı olsun. Şekil-8'i incelediğimizde 2 saat sürecek bir işin uzun denemeyecek kadar kısarken 10 saat sürecek işin ortalama uzunlukta olduğunu, yapılması 18 saat ve daha fazla sürecek işlerin ise kesinlikle uzun sürecek işler olduğunu görürüz.



Şekil-8: Yapılması Gereken Bir İşin Uzunluğu Kavramı

Burada vurgulanmak istenen konu işin konusunun ne olduğuna göre uzun ya da kısa olarak değerlendirilebileceğidir. Örneğin öğrencilere hafta sonu yapılması için verilen bir ödev ile 3 katlı bir binanın tamamlanması için gereken süre görece farklıdır ve ikisi aynı şekilde değerlendirilemez. Ev ödevi için belki 10 saat çok uzun bir süreken aynı sürede inşaatın belki temellerinin hazırlığı ancak tamamlanabilir.

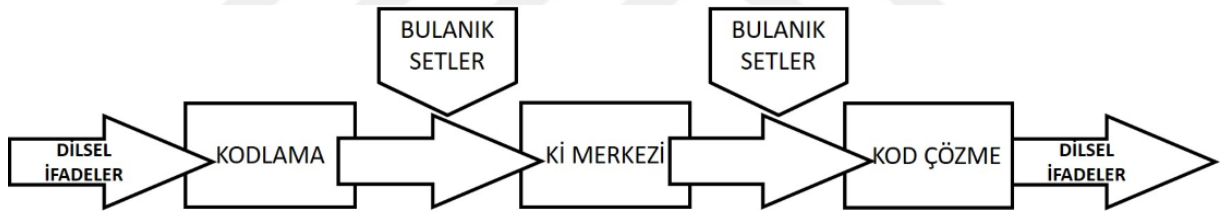
2.7. DİLSEL KARAR VERME

Günlük hayatta çok farklı problemlerle karşılaşır ve bunları çözmek için rakamları ve rakamsal işlemleri kullanırız. Örneğin akaryakıt istasyonuna girerken hızlı şekilde aracımızın deposunda ne kadar boş yer olduğunu düşünür bu rakama tekabül eden akaryakıt için kaç para ödeyeceğimizi tahmin eder, buna göre kasaya belli miktarda parayı uzatıp yine kafamızdaki hesaba göre belli miktarda bir para üstü almayı bekleriz. Bu süreçteki tüm adımlar yalnızca rakamlar kullanılarak hesaplanıp çözüme kavuşturulabilir.

Bazı durumlarda ise problemleri çözüme kavuşturmak için bu rakamlar ve onların kendi aralarındaki ilişkilerine dayanan basit hesaplamalar tek başına yeterli olmaz. Akaryakıt istasyonunda harcadığımız zamanı düşünürsek planlı bir faaliyeti olmayan birisi için çok kısa bir zamanken toplantıya yetişmesi gereken biri için uzun bir zaman olabilir. Kasada size para üstünü uzatan çalışan sizin için kısa boylu iken kasanın diğer tarafını görmek için parmak uçlarında duran 5 yaşındaki oğlunuz için çok uzun boylu olabilir. Bu tanımlamaları yapabilmek için belli bir ölçüt yoktur yani hangi uzunluğun

kısa hangisinin uzun olduğu olaylara göre değişkenlik gösterir. Bu noktada sorunu çözebilecek yöntem bulanık dilsel yaklaşımdır (Herrera ve Martinez, 2000).

Bulanık dilsel yaklaşım niteleyici terimler yani dilsel değişkenler kullanarak problemleri niceleyici sınırlardan çıkarıp insan doğasına yaklaştırmaktadır. Bu aşamada kelimelerle işlem yapma ("computing with words", "Kİ") kavramı gündeme gelmektedir. Şekil-9'da özetlenen bu kavramın temelleri Zadeh (1973) ile atılmış olup sonrasında birçok çalışmada farklı şekillerde irdelenmiştir (Martinez, Rodriguez ve Herrera, 2016: 10). Kİ belirsizlik içeren problemleri rakamlar yerine halihazırda var olan ya da geliştirilen bir dil kullanarak insan doğasına benzer şekilde çözüme kavuşturmayı amaçlamaktadır (Martinez vd., 2016: 3). Özetle bulanık mantık ile ayrılmaz bir bütün olan Kİ; ilk olarak Zadeh (1973)'in bahsettiği ve hesaplamalar için rakamlar yerine kelimelerin kullanılmasını öngören yöntemdir (Zadeh, 1996). Örnekle açıklamak gerekirse yaş kavramı 16, 26, 36, 66, 76 gibi rakamlarla değil de genç, yaşlı, orta yaşlı, çok yaşlı, epey genç gibi kelimelerle ifade edildiği takdirde bir dilsel değişken halini almaktadır (Zadeh, 1975).



Şekil-9: Kelimelerle İşlem Süreci

Mendel vd.'nin (2010) "Kelimelerle işlem benim için ne ifade ediyor?" isimli ortak çalışmasında Zadeh insanların iki önemli özelliğine işaret etmiştir. Bu özelliklerden ilki insanların bilgilerin yetersiz olduğu genellikle belirsizliğin hâkim olduğu bu dünyada iletişim kurarak sebep ve sonuçları analiz edip rasyonel kararlar verebilmesidir. İkinci özellik ise hiçbir hesaplama yapmadan hem fiziki hem de zihinsel anlamda performans sergileyebilmesidir. Zadeh genel olarak Kİ'nin çıkış noktasının bu iki muazzam özellik olduğunu ifade etmektedir.

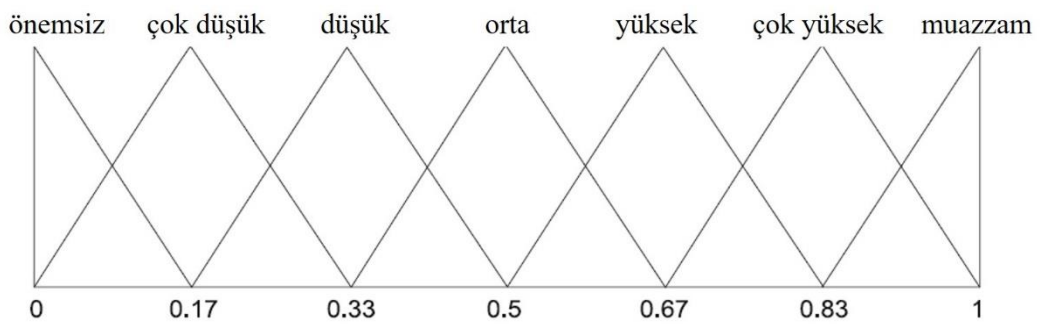
Bu bilgiler ışığında Kİ'nin amacının karar sürecini gerçek dünyadaki insan davranışlarına uyumlu hale getirerek dilsel karar verme sürecini ortaya koymak olduğu

söylenbilir. Bu bağlamda yöntemin 3 ana dayanak noktası şu şekildedir (Mendel vd., 2010):

1. İnsanoğlunun bildiklerinin büyük çoğunluğu kelimelerle aktarılabilir.
2. Kelimeler rakamlara kıyasla daha az kesinlik belirttiği için Kİ kesin olmayan bilgileri işlemek için daha uygun bir yöntemdir.
3. Kesinlik her zaman maliyet gerektirir. Eğer kesinlik şart değilse ya da bir noktaya kadar tolere edilebilecekse Kİ kullanılarak rakamlar yerine kelimeleri kullanmak maliyetleri düşürecektir.

Bir dilsel değişken genellikle $(H, T(H), U, G, M)$ şeklinde gösterilen bir beşli set halinde ifade edilir. Buradaki H değişkenin ismiyken T(H) H değişkeninin veri setini, U değişkenin ait olduğu değişkenler kümesinin bütünü, G gramer kuralını ve son olarak M'de anlam dizilimi kuralını ifade eder (Zadeh, 1975). İyi bir dilsel değişken tanımlayabilmek için kullanılacağı alana uygun şekilde gramer ve anlam dizilimi kurallarını da içeren dilsel tanımlayıcılar seçilmesi ya da tanımlanması gereklidir. Bu işlem problemin şekline göre değişmekle birlikte genelde iki şekilde yapılmaktadır:

Sıralı yaklaşım: bu yaklaşımda dilsel veri seti $S=\{S_0, \dots, S_g\}$ şeklinde hiyerarşik biçimde sıralı olarak tanımlanır. Şekilde 7 terimden oluşan bir set ve karşılık gelen değerleri tanımlanmıştır.



Şekil-10: Dilsel Set ve Karşılık Değerleri

Bu set $S=\{S_0: \text{önemsiz (ö)}, s_1: \text{çok düşük (çd)}, s_2: \text{düşük (d)}, s_3: \text{orta (o)}, s_4: \text{yüksek (y)}, s_5: \text{çok yüksek (çy)}, s_6: \text{muazzam (m)}\}$ şeklinde ifade edilebilir. Bu durumda bazı operatörlere de ihtiyaç olacağı değerlendirilmektedir. Bunlar negatifleme,

maksimizasyon ve minimizasyon operatörleri olup aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Martinez vd,2016:5).

Negatifleme operatörü:

$$\text{Neg}(s_i) = s_j \rightarrow j = g - i(g + i \text{ kardinal})$$

2.12.

Maksimizasyon operatörü:

$$\text{maks}(s_i, s_j) = s_i \text{ eğer } s_i \geq s_j$$

2.13.

Minimizasyon operatörü:

$$\text{min}(s_i, s_j) = \text{eğer } s_i \geq s_j$$

2.14.

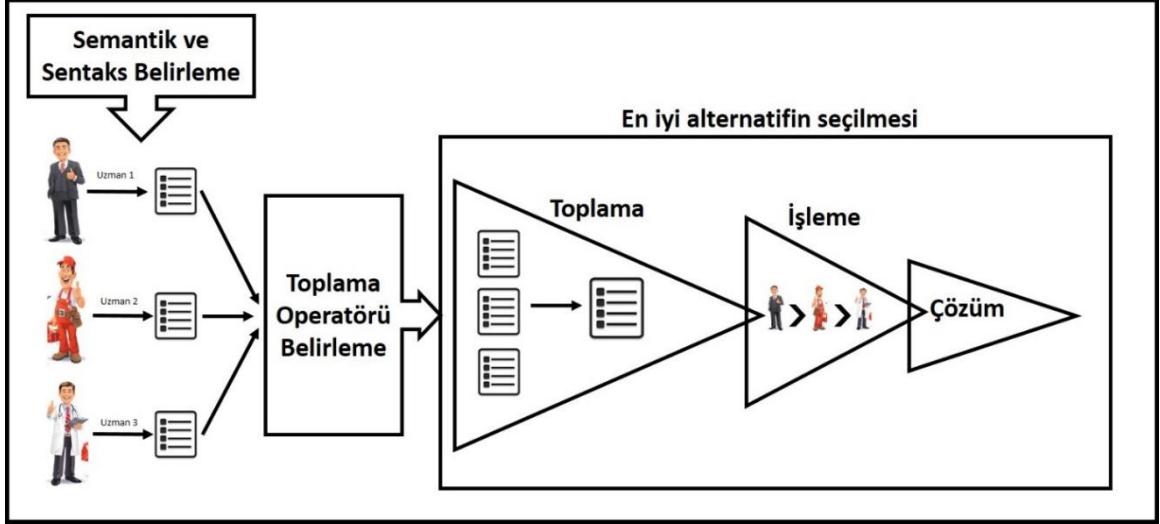
İçerikten bağımsız gramer: Dilsel setler arasındaki ilişkileri düzenleyerek, dilsel setlerden anlamlı ifadeler üretebilmek için, kullanıldığı alanla bağımsız şekilde çalışabilecek bir dizi gramer kuralına verilen isimdir. (V_n, V_t, I, P) şeklinde dörtlü bir seri ile tanımlanan gramer kuralı (G) genelde genişletilmiş bir Backus-Naur formu şeklinde ifade edilmektedir. Burada V_n sentaktik (söz dizimsel) değişkenleri, V_t terminal ifadeleri, I başlangıç sembolünü ve P ise dilsel setlerin üretim kurallarını ifade eder. Backus-Naur formu ise John Backus ve Peter Naur tarafından temelleri 1950'li yıllarda atılan ve bilgisayar programlama dillerinin çalışma mantığını özetleyen sistemdir.¹

2.8. DİLSEL KARAR VERME ÇÖZÜM AŞAMALARI

Yönteme yönelik çözüm aşamaları basitçe toplama ve işletme aşamaları olarak iki aşamada ifade edilebilir (Roubens, 1997). Toplama aşamasında uzman kişilerden kriter ya da alternatifler için önceden belirlenmiş kurallara uygun olarak karşılaştırmalar

¹ Backus-Naur formları ve John W. Backus ile ilgili ayrıntılı bilgi için Koojimans(1950) incelenebilir.

toplanır. İşletme aşamasında ise uzmanlardan alınan karşılaştırmalar problemin doğasına uygun olarak seçilmiş yöntemlere göre işleme tabi tutularak seçim ya da sıralamaya gidilir.



Şekil-11: Dilsel Karar Verme Çözüm Algoritması (Martinez vd., 2016:8).

Herrera ve Martinez (2000) bu basit çözüme iki yeni öge daha ekleyerek aşağıda açıklanan ve Şekil-11’de özetlenen 3 aşamalı çözüm algoritmasını ortaya koymuştur:

1. Dilsel terim seti ve semantiğinin seçimi: uzmanlar karşılaştırmaları yapabilmeleri için kullanacakları söz dizimi kurallarının seçilmesini ifade eder. Dilsel terimler için toplama operatörünün seçimi: her problemin yapısı farklı olduğundan probleme uygun olarak uzmanların yaptığı karşılaştırmaların nasıl toplanacağını belirlediği kurallar bütünü ifade eder.
2. En iyi alternatifin seçilmesi:
 - a. Toplama aşaması: uzmanlardan alınan görüşlerin toplanması aşaması olup problemin doğasına göre bir toplama operatörü kullanımını gerektirir.
 - b. İşletme aşaması: Toplanan görüşleri alternatif ağırlıkları olarak işleme koyup sıralamanın yapılmasıdır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.1. ÖNERİLEN MODEL

ÇKKV tekniklerinin temelinde yatan mantık bir bütün halindeyken çözülmesi zor ve karmaşık olan problemleri parçalara ayırıp belli bir hiyerarşi dahilinde çözmektir. Karar verme sürecini kolaylaştıran adımlardan bir tanesi de bahsedilen hiyerarşik yapıdır. Dilsel karar verme sürecinde ise bu hiyerarşideki en önemli parça olan uzman görüşleri dilsel terimler şeklinde alınmaktadır. Kararsız bulanık dilsel terim setleri (KBDTS) sayesinde uzmanlar rakamlarla kısıtlı kalmadan, kararsız olduğu hususları da belirtebilecek şekilde görüşlerini paylaşabilmektedir. Böylece yöntem hem esneklik hem de zenginliğiyle ön plana çıkmaktadır.

Herrera ve Viedma (2000) tarafından dilsel karar verme problemleri için üç aşamalı bir yöntem önerilmiştir:

1. Dilsel terim seti ve semantik seçimi

Uzmanların görüşlerini hangi kurallar dahilinde vereceğinin belirlendiği bir anlamda yöntemin dilinin oluşturulduğu bu adımda dilsel terimlerin anlamlandırılabilmesi ve aralarındaki ilişkilerin nasıl olacağının belirlenebilmesi için gerekli altyapı oluşturulmaktadır.

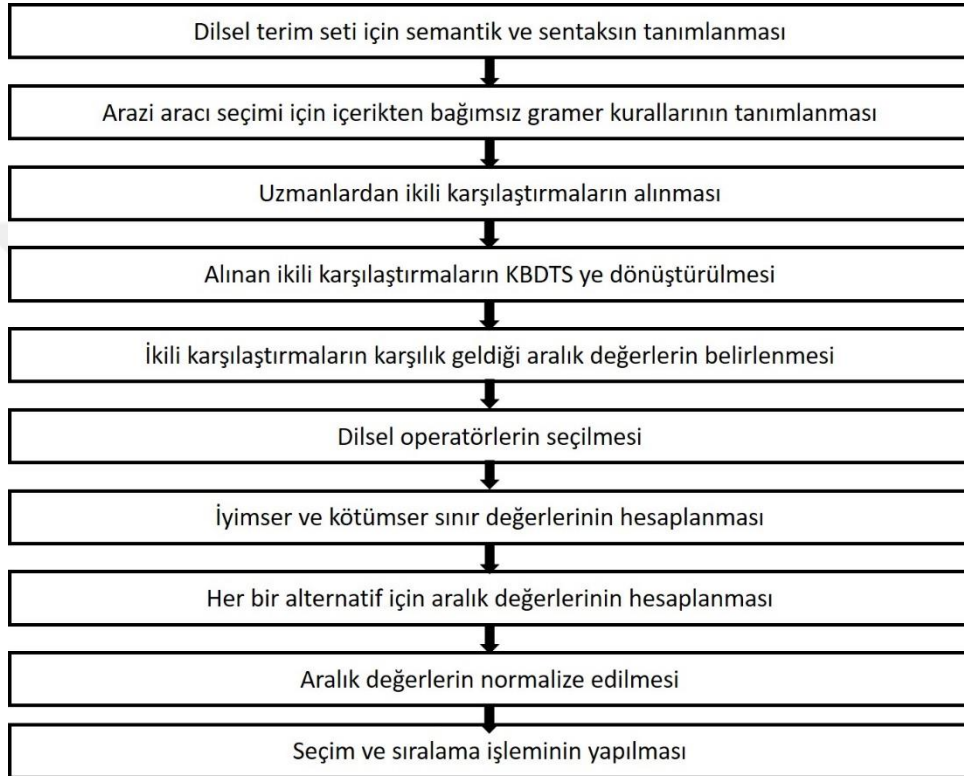
2. Dilsel bilgiler için uygun operatörlerin seçimi

Alınan dilsel ifadeleri işleme koyabilmek için uygun operatörlerin seçiminin yapıldığı aşamadır. Literatürde çok sayıda farklı işlevleri, avantaj ve dezavantajları bulunan operatörler mevcuttur (Yavuz, Öztaysi, Onar ve Kahraman, 2015).

3. En iyi alternatifin seçimi

Bu aşama dilsel verilere ve uygulanan yöntemdeki performansına bağlı olarak en iyi alternatifi seçimi ya da alternatiflerin sıralamasının yapılmasını ifade etmektedir.

Dilsel karar verme süreci ile ilgili çalışmalar incelenerek Şekil-12'deki toplam 10 adımdan oluşan çözüm yöntemi oluşturulmuştur. Bundan sonraki kısımda önerilen modeli oluşturan bu adımlar açıklanacaktır.



Şekil-12: Çözüm Adımları

Adım 1: Semantik ve sentaks tanımlanması

TDK güncel Türkçe sözlükte sırasıyla anlam bilimi ve söz dizimi olarak tanımlanan semantik ve sentaks dilsel sürecin tamamında etkili olacağı için önemli bir basamaktır. Bu adımda uzman kişilerin görüşlerini belirtirken söyleyeceği birkaç kelimenin kendi arasındaki önem sırası ve bu yargıların yöntem içinde tam karşılığının ne olacağı belirlenecektir.

S kısaltması ile gösterilen semantik ve sentaks önerilen model için aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır: $S=\{\text{önemsiz (ö), çok düşük (çd), orta (o), yüksek (y), çok yüksek (çy), muazzam (m)}\}$.

Adım 2: İçerikten bağımsız gramer kurallarının tanımlanması

İçerikten bağımsız gramer bilgisayar programlama dilleri sayesinde çok gelişmiş olan ve genel manada, tanımlanan dilsel terimler arasındaki işlemleri düzenleyen bir yapı olup kısaca G ile gösterilmektedir (Zadeh, 1975). İçerikten bağımsız gramer kuralları; (V_N, V_T, I, P) şeklinde dörtlü bir seri olarak tanımlanan sırasıyla sentaktik değişkenler, terminal ifadeler, başlangıç sembolü ve üretim kurallarından meydana gelmektedir.

$G_H=\{V_N, V_T, I, P\}$ şeklinde gösterilen içerikten bağımsız gramer kuralları için sentaktik değişkenler tek terim, bileşik terim, tekli ilişki, ikili ilişki ve bağlaç şeklinde $V_N=\{(\text{tek terim}), (\text{bileşik terim}), (\text{tek ilişki}), (\text{ikili ilişki}), (\text{bağlaç})\}$ olarak tanımlanmaktadır. Terminal ifadeler ise $V_T=\{\text{daha az, daha fazla, en az, en fazla, arasında, ile, } S_0, S_1, \dots, S_g\}$ olarak tanımlanırken başlangıç sembolü I ise sentaktik değişkenler evreninin bir elemanı $I \in V_N$ şeklinde tanımlanmaktadır.

$$P = \left\{ \begin{array}{l} I ::= \langle \text{tek terim} \rangle \mid \langle \text{bileşik terim} \rangle \\ \langle \text{bileşik terim} \rangle ::= \langle \text{tekli ilişki} \rangle \langle \text{tek terim} \rangle \mid \langle \text{tek terim} \rangle \langle \text{tekli ilişki} \rangle \mid \langle \text{tek terim} \rangle \langle \text{bağlaç} \rangle \langle \text{tek terim} \rangle \langle \text{ikili ilişki} \rangle \\ \langle \text{tek terim} \rangle ::= s_0 \mid s_1 \mid \dots \mid s_g \\ \langle \text{tekli ilişki} \rangle ::= \text{en az} \mid \text{en fazla} \mid \dots \text{'dan az} \mid \dots \text{'dan fazla} \\ \langle \text{ikili ilişki} \rangle ::= \text{arasında} \\ \langle \text{bağlaç} \rangle ::= \text{ile} \end{array} \right.$$

Şekil-13: İçerikten Bağımsız Gramer İçin Kullanılacak Backus-Naur Formu

Gramer kuralları için ikinci bölümde bahsedilen Backus-Naur formu kullanılmaktadır. Şekil-13’de formun genel yapısı görünmektedir. Buradaki köşeli

ayraçlar tercih edilebilecek her bir seçeneği ayırırken düz çizgi şeklindeki " | " işareti ise veya anlamında kullanılmaktadır (Rodriguez vd., 2012).

İlk satırda ya tek terim ya da bileşik terim seçilebileceği anlatılırken ikinci satırda ise bileşik terimin nasıl olabileceği anlatılmaktadır. Tek terim seçilirse tek başına "yüksek" ya da "muazzam" dilsel tanımlamaları seçilebilmektedir.

Bileşik terim kullanılacağına ise önerilen algoritma üç farklı seçenek sunmaktadır. Tekli ilişki ve tek terim ya da tek terim ve tekli ilişki kombinasyonları seçildiğinde örneğin "orta" terimi için "en az orta", "en fazla orta", ortadan fazla" veya "ortadan az" şeklinde dört farklı tanımlama yapılabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta "en az ..." ve "...dan fazla" kullanıldığında sıralamadaki en büyük terimin, "en fazla ..." ve "...dan az" kullanıldığında en küçük terimin kullanılmaması gerektiğidir.

Tek terimle birlikte bağlaç yapısı kullanıldığında ise öncelikle tek terim sonrasında bağlaç sonrasında sırasıyla başka bir tek terim ve ikili ilişki tanımlamaları kullanılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise yapının iki tarafındaki terimlerdir. Yapının sol tarafındaki terimin sıralamada her zaman sağ taraftaki terimden küçük olması gerekmektedir. Dikkat edilmesi gereken noktalar Backus_Naur formatının doğru çalışabilmesi için gereken şartlardır.

Örneğin “çok yüksek ile çok düşük arasında”, “önemsizden az” ve “en fazla önemsiz” ifadeleri yanlıştır. İlk ifade “çok düşük ile çok yüksek arasında” ikincisi ve üçüncü ifadeler ise eğer “önemsizden az” ve “en fazla” yapıları kullanılacaksa “önemsiz” harici bir dilsel değişkenle kurulmalıdır.

Adım 3: Uzmanlardan ikili karşılaştırmaların alınması

Bu aşamada ana kriterlerin kendi aralarında, alt kriter gruplarının kendi aralarında ve son olarak alternatiflerin her bir kriter için ikili karşılaştırmalarını yapabilmek maksadıyla uzman görüşü alınmaktadır. Bu bağlamda grup karar verme özelliklerine uygun olarak en az iki kişiden ve birçok askeri organizasyonda da örneği görülen en az üç ve tek sayıda üye olması mantığıyla üç uzmandan oluşan bir grup karar verme heyeti önerilmiştir.

Adım 4: Alınan ikili karşılaştırmaların KBDTS' ye dönüştürülmesi

Uzmanlardan alternatif ve kriterleri karşılaştırabilmek için toplanan görüşlerin önerilen metodolojide kullanılabilmesi için bir dönüşüm gerekmektedir. Bu dönüşümü sağlamak için E_{GH} şeklinde gösterilebilecek bir fonksiyon önerilmektedir (Rodriguez, vd., 2013).

$$E_{GH}(\text{yüksek}) = \{\text{yüksek}\}$$

$$E_{GH}(\text{önemsiz ile orta arasında}) = \{\text{önemsiz, çok düşük, düşük, orta}\}$$

$$E_{GH}(\text{en az yüksek}) = \{\text{yüksek, çok yüksek, muazzam}\}$$

$$E_{GH}(\text{düşükten fazla}) = \{\text{orta, yüksek, çok yüksek, muazzam}\}$$

Örneklerde görüldüğü üzere E_{GH} fonksiyonu uzmanlardan alınan ham dilsel ifadelerin içeriğini anlayabilmemize imkan sağlamaktadır. Bu şekilde dönüştürülen ifadeler bir sonraki aşamada kullanılmaya hazır hale gelmektedir.

Adım 5: İkili karşılaştırmaların karşılık geldiği aralık değerlerin belirlenmesi

Bir önceki aşamada KBDTS şekline dönüştürülen dilsel ifadeler bu aşamada birer aralık, zarf şekline getirilmekte böylece birden fazla terime sahip dilsel ifadelerden bir alt ve üst sınırı olan dilsel aralıklar ya da başka bir ifadeyle dilsel zarflar elde edilmektedir.

Adım 6: Dilsel operatörlerin seçilmesi

Dilsel değişkenler kullanılarak çözüme gidilen ÇKKV problemleri için kilit noktalardan biri dilsel operatörlerdir (Wei, Zhao, Tang, 2014). Dilsel operatörler rakamsal ifadeleri dilsel ifadelere ya da dilsel ifadeleri rakamsal ifadelere dönüştürebilen fonksiyonlardır.

Literatürde çalışmalardaki kriterlere göre değişen pek çok operatör bulunmaktadır (Herrera ve Martinez, 2000; Wei vd., 2014). Önemli dilsel operatörler arasında Herrera,

Viedma ve Verdegay (1996) tarafından önerilen LOWA (Linguistic Ordered Weighted Averaging-Dilsel Sıralı Ağırlıklı Ortalama), Yager (1998) tarafından önerilen LWM (Linguistic, Weighted Median-Dilsel Ağırlıklı Orta), Herrera ve Viedma(1997) tarafından önerilen LWA (Linguistic Weighted Averaging-Dilsel Ağırlıklı Ortalama) örnek gösterilebilir. Bu çalışma da ise literatürde bir başka operatör örneği olarak karşımıza çıkan ve Herrera ve Martinez (2000) tarafından önerilen aritmetik ortalama operatörü kullanılacaktır. Aritmetik ortalama operatörü basit fakat hiçbir veri kaybı yaşamadan çözüme götüren bir operatördür.

Eğer $\times = \{(s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)\}$ bir dilsel set olursa bu setin aritmetik ortalaması;

$$\bar{x}((s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)) = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) \right) = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i \right)$$

3.1.

Adım 7: İyimser ve kötümser sınır değerlerinin hesaplanması

Dilsel operatörle toplanan ifadelerin bu aşamada alt ve üst sınırları belirlenmektedir. Alt sınırlar dilsel ifadelerin minimum değerlerini yansıtan kötümser hesaplamalar ile bulunurken üst sınırlar ise dilsel ifadelerin maksimum oldukları noktaları gösteren iyimser hesaplamalar vasıtasıyla bulunmaktadır.

Adım 8: Her bir alternatif için aralık değerlerinin hesaplanması

Bu aşamada iyimser ve kötümser hesaplar neticesinde belirlenen değerler her bir alternatif için alt ve üs sınır olarak kabul ederek aralık değerleri hesaplanır. Hesaplanan aralık değerlerinin orta noktaları bulunarak ağırlıkları hesaplanır.

Adım 9: Aralık değerlerinin normalize edilmesi

Ağırlıkları hesaplanan dilsel aralık değerleri bu aşamada normalize edilir. Normalize edilen ağırlık değerlerinin toplamı 1 olmalıdır. Böylece sıralama veya seçim aşamasına geçilebilir.

Adım 10: Seçim ve sıralama işleminin yapılması

Onuncu ve son aşama olan sıralama ve seçim aşamasında normalize edilen ağırlıklar üzerinden sıralama veya seçim işlemi yapılacak, böylece en arzu edilen alternatifler bulunacaktır.



BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. GİRİŞ

Araç seçimi; hizmet verme şekli ulaştırmaya dayalı birçok organizasyonun kafaya yorması gereken bir karar sürecidir. Bu süreci simule edebilmek için literatürdeki araç seçim ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Çalışmaların genel olarak geleneksel yöntemle maliyet minimizasyonu etrafında şekillendikleri görülmektedir.

İncelenen çalışmalardaki kriterlerden kurumun ihtiyaçlarına uygun olabileceği değerlendirilenler çalışmaya dahil edilmiştir. Bu kriterlere çevre faktörlerin hesaplamalara dahil edildiği çalışmalardan yine kurum ihtiyaçlarına uygun olacağı değerlendirilenler eklenmiştir. Son olarak literatürdeki araç seçimi çalışmalarında rastlanmayıp çalışmaya katkı sağlayan uzmanlarla yapılan uzun süreli toplantılar neticesinde bazı kriterler de çalışmaya eklenmiştir. Bu süreçte özellikle asayiş sağlamla görevli olan kurumun ihtiyaçları ve YKT sürecinin gerektirdikleri göz önünde bulundurulmuştur.

4.2. HİYERARŞİNİN OLUŞTURULMASI

Bölümün başında anlatılan çalışmalar sonucunda sürdürülebilirliğin sacayağı olarak ifade edilen, YKT sürecinin temeli kabul edilen sosyal, ekonomik ve ekolojik amaçlara ulaşmayı sağlayacak bir hiyerarşi tasarımı oluşturulmuştur. Hiyerarşik yapı sayesinde problemin tanımı ve çözümü herkesin anlayabileceği şekilde safhalar halinde gerçekleştirilecektir. Sosyal, ekonomik ve çevre faktörlerine göre oluşturulan hiyerarşi ile hem kurumun ihtiyacı en iyi şekilde karşılanacak hem de çevreye ve kamu ekonomisine en az zarar verilmiş olacaktır.

Bu kapsamda 8 (sekiz) ana kriter altında toplam 42 (kırk iki) araç seçim kriteri oluşturulmuştur. Ana kriterler; dış özellikler, kullanım konforu, performans, güvenlik, ekonomik, satış sonrası hizmet, çevre ve sosyal etkiler ve son olarak teknik/fiziki özellikler olarak belirlenmiştir. Birinci bölümün araç seçimi kısmında aktarılan literatürdeki araç seçimi kriterlerine uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucu belirlenen kriterlerin de eklenmesiyle ortaya konulan arazi aracı seçim kriterleri Çizelge-3’de gösterilmektedir.

Dış özellikler ana kriteri altında; etkileyicilik, envantere uyum, renk / logo, devriye ekipman, boya olarak beş alt kriter belirlenmiştir. Kullanım konforu ana kriteri altında; iç mekan, yükleme/boşaltma, sürüş, görüş, donanım ve güven duygusu olarak altı alt kriter oluşturulmuştur. Performans ana kriteri altında güç, hız, açılar, menzil, manevra ve tırmanma, arıza sıklığı ve ses izolasyonu şeklinde yedi alt kriter belirlenmiştir. Güvenlik ana kriteri altında; şasi, durma mesafesi, teknoloji, çarpışma testi, kilitler ve yol tutuşu olarak toplam altı alt kriter oluşturulmuştur.

Ekonomik ana kriteri altında satın alma, yakıt tüketimi, bakım-onarım giderleri ve kullanım ömrü olarak dört alt kriter oluşturulmuştur. Satış sonrası hizmet ana kriteri altında; servis ağı, yedek parça, kademe, garanti, servis kalitesi şeklinde beş alt kriter oluşturulmuştur. Çevre ve sosyal etkiler ana kriteri altında gürültü kirliliği, CO₂ salınımı, geri dönüşüm ve marka sosyal sorumluluğu olarak dört alt kriter belirlenmiştir. Son olarak teknik/fiziki özellikler ana kriteri için yükseklik, uzunluk ve genişlik, sudan geçiş, kapasiteler ve diferansiyel olarak beş alt kriter belirlenmiştir.

Belirlenen kriterler karşılaştırılırken karmaşaya yer vermemek adına bütün kriterler fayda olarak düzenlenecektir. Örneğin, satın alma kriteri için karşılaştırma yapılırken önem derecesi yüksek olan alternatifin kurumun lehine olan daha düşük fiyatlı olanı temsil etmesi esas kabul edilecektir.

4.2.1. Dış Özellikler

Beş alt kriterden oluşan dış özellikler ana kriteri aracın genel anlamda dışarıdan bakıldığında görülebilecek özellikleriyle ilgilidir. Dışardan görülebilecek bu özelliklerin yalnızca bir estetik kaygıdan ibaret olması mümkün değildir. Bu yüzden dış özelliklerde bu estetiği uzun süre muhafaza edebilecek ve dış yapısıyla asayişi sağlama görevini icra etmeye imkan verecek kriterler bulunmaktadır.

Çizelge-3: Arazi Aracı Seçim Kriterleri

Ana kriterler	Alt kriterler	Ana kriterler	Alt kriterler
Dış özellikler (D)	(D1) Etkileyicilik (D2) Envantere uyum (D3) Renk / logo (D4) Devriye ekipman (D5) Boya	Ekonomik (E)	(E1) Satın alma (E2) Yakıt tüketimi (E3) Bakım-onarım giderleri (E4) Kullanım ömrü
Kullanım konforu (K)	(K1) İç mekan (K2) Yükleme/boşaltma (K3) Sürüş (K4) Görüş (K5) Donanım (K6) Güven duygusu	Satış sonrası hizmet (S)	(S1) Servis ağı (S2) Yedek parça (S3) Kademe (S4) Garanti (S5) Servis kalitesi
Performans (P)	(P1) Güç (P2) Hız (P3) Açılar (P4) Menzil (P5) Manevra ve tırmanma (P6) Arıza sıklığı (P7) Ses yalıtımı	Çevre ve sosyal etkiler (Ç)	(Ç1) Gürültü kirliliği (Ç2) CO ₂ salınımı (Ç3) Geri dönüşüm (Ç4) Marka sosyal sorumluluğu
Güvenlik (G)	(G1) Şasi (G2) Durma mesafesi (G3) Teknoloji (G4) Çarpışma testi (G5) Kilitler (G6) Yol tutuşu	Teknik/fiziki özellikler (T)	(T1) Yükseklik (T2) Uzunluk ve genişlik (T3) Sudan geçiş (T4) Kapasiteler (T5) Diferansiyel

4.2.1.1. Etkileyicilik

Bu kriter insanları herhangi bir işi yapma veya yapmamaya teşvik edecek güdülerini kullanmayı hedeflemektedir. Önleyici kolluk, yani suç oluşmadan önce önlemeyi amaçlayan kolluk kavramının sağlayacağı avantajlardan faydalanmak adına heybetli bir görünüm gerekmektedir. Böylece araç suç işleme düşüncesinde olanlara caydırıcı bir görüntü verirken halka da güven duygusu aşılayacaktır.

4.2.1.2. Envantere Uyum

Bu kriter kurumun halihazırda envanterinde bulunan araçlara benzerliği ifade etmektedir. Benzerlik hem yedek parça ve ya komple sistem uyumu hem de bakım onarım tekniklerini kapsamaktadır. Mevcut araçların bu özelliklerine benzer şekilde alım yapılacak olursa hem zaman hem de para tasarrufu sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Benzer yedek parçalar yedek parça alımı esnasında çeşitliliği azaltarak işleri kolaylaştıracaktır. Benzer bakım onarım teknikleri ise arızaların kurum imkânlarıyla giderilebilmesini sağlayacaktır.

4.2.1.3. Renk-Logo

Kurumların kullanımındaki araçlar kuruma ait işaretlerle donatılmaktadır. Çoğu zaman bu işaretlerin beraberinde aracın tamamının kurumun istediği renkte olması istenmektedir. Tedarik sürecinde maliyet minimizasyonu dahilinde hesaba katılmayan bu kriterler sonrada üçüncü parti işletmelere yaptırılmaktadır. Bu şekilde yapılan uygulamalar otomotiv sektöründeki uygulamalardan farklı olduğu için uzun süreli olmamakta ve zamanla ilave ekonomik kayıpları getirmektedir. Bunu engelleyebilmek adına kurumun istediği renk tonu ve araç üzerinde yapılacak ilave logo tasarımlarının tedarik sürecine dahil edilmesi önerilmektedir. Bu kriter firmaların bahsedilen özellikleri karşılayabilme oranını ifade etmektedir.

4.2.1.4. Devriye Ekipman

Devriye esnasında kullanılacak telsiz, siren, megafon vb. cihazların araçla bütünleşik olması da önemli bir konudur. Bu özellikler sonradan kıta imali dediğimiz usullerle ya da üçüncü parti işletmelere yaptırıldığı zaman araç garanti sürecinde sıkıntılar

yaşanabilmekte ya da montajı yapılan ekipman devriye personeli ya da vatandaşın yaralanmasına sebep olabilmektedir. Bunları önleyebilmek için bu ekipmanların araçta hazır şekilde bulunması ya da bunlarla ilgili sistem altyapılarının kurulu olmasının büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kriter bahsedilen özelliklerin firma tarafından ne derecede karşılanabileceğini ölçmektedir.

4.2.1.5. Boya

Kurumun kullanacağı araçlar yedi gün yirmi dört saat esasına göre çalışacağı düşünüldüğünde her an maruz kalacağı güneş, yağmur gibi etkiler sebebiyle boya renginde solmalar yaşanabileceği bir gerçektir. Araç etkileyciliğini de yitirmemek adına piyasada bu özelliğiyle kötü ün yapmış firmalar yerine boya kalitesini ön planda tutan firmalar tedarik sürecine dahil edilmelidir. Bu kriter bahsedilen ölçütler dolayısıyla önem arz eden boya kalitesini ifade etmektedir.

4.2.2. Kullanım Konforu

İnsanların bir araçtan beklentisi işlerini yaparken onlara kolaylık sağlamasıdır. Kullanım esnasında ilaveten ortaya çıkacak uğraşlar olduğu takdirde aracın sağladığı kolaylıkların oluşturduğu rahatlık da azalmaktadır. Örneğin hızla ve güvenle istediğimizi yere ulaştırmamızı sağlayan aracın koltukları çok rahatsız olduğu takdirde istediğimiz noktaya vardığımızda gereksiz bir yorgunluğa katlanmak zorunda kalırız.

4.2.2.1. İç Mekan

Bu kriterin karşılığı otomotiv sektöründe diz mesafesi olarak tabir edilen kavram başta olmak üzere genel olarak iç mekandaki rahatlıkla alakalıdır. Sürüş sırasındaki bu rahatlığın kullanıcı personeli işini daha iyi yapmaya sevk edeceği tahmin edilmektedir. Bu açıdan, kriter iç mekandaki diz, boy mesafeleri ve koltuk genişliği gibi kavramların uygunluğunu ifade etmektedir.

4.2.2.2 Yükleme-Boşaltma

Asayışı sağlama hizmetinde kullanılacak bu araçlarla, görevin niteliğine göre bazen suçlular, bazen suç delilleri, bazen de ikisi birlikte taşınmak zorunda kalınacaktır. Bu sebeple yolcu ve yükün bindirilip indirilmesine elverişli bir yapı tercih sebebi olmaktadır. Bu kriter kapı ve bagaj kapağının bahsedilen özellikler dolayısıyla yükleme-boşaltmaya yatkınlığını ifade eder.

4.2.2.3. Sürüş

Araçlardaki sürüş doğrudan etki eden sürüş dinamiklerini oluşturan yapılar çok önemlidir. Asayışı sağlamak için kullanılacak araçlarda ise personelin tamamen işine odaklanabilmesi için bu özelliklerin çok daha ergonomik olması gerekmektedir. Bu kriter doğrudan sürücü personelin kullanımına etki edecek direksiyon ve pedalların sürücü dostu olması ve hatta far açma kapama butonlarının yerleşimine kadar sürücüye kolaylık sağlayacak ekipmanlarla alakalıdır.

4.2.2.4. Görüş

Hem sürücü hem de diğer ekip personelinin yola hakimiyeti açısından görüş açılarının genişliği önemlidir. Aynı zamanda durumsal farkındalık açısından da görüş açıları önem arz etmektedir. Bu kriter hem doğrudan hem de aynalar vasıtasıyla aracın sürücü ve diğer personele sağladığı ön, arka ve yanlara olan görüşün kalitesini ifade eder.

4.2.2.5. Donanım

Bazı markalar ülkemizde satışa sunduğu araçlara çeşitli kaygılarına dayanarak diğer ülkelerde sunduğu donanım özelliklerini eklememektedir. Oysa ki suçluların her türlü teknolojik imkandan faydalandıkları bu günlerde güvenlik güçlerinin de onların arkasında kalmaması gerekmektedir. Bu özellik baz donanım olarak tabir edilen standart donanımlara eklenebilecek donanım özelliklerinin genişliğini ifade etmektedir.

4.2.2.6. Güven duygusu

Motorlu araçlarda sürüş sırasında sürücü ve yol arasında bir etkileşim olmaktadır. Gelişen teknolojilerle mekanik sistemlerden elektronik sistemlere geçilmiş olsa da halen bu etkileşim önem arz etmektedir. Sürücü yoldan aldığı tepkilere göre gerektiğinde yavaşlama, hızlanma, ani fren yapma gibi kararlar verebilmektedir. Bu etkileşim sayesinde sürücünün aracı kontrol edebilme hissi güven duygusu olarak belirlenmiştir. Bu kriter aracın sürücü ve diğer personele sağladığı güven duygunu ifade etmektedir.

4.2.3. Performans

İngilizce kökenli performans kelimesi kısaca ortaya konulan iş demektir. Araç seçim çalışmalarında performans kriteri altında genellikle aracın maksimum güç ve hız değerleri sıralanırken bu çalışmada bir arazi aracının karakteristiğini yansıtan bazı kriterlerin de bulunması gerektiği düşünülmektedir.

4.2.3.1. Güç

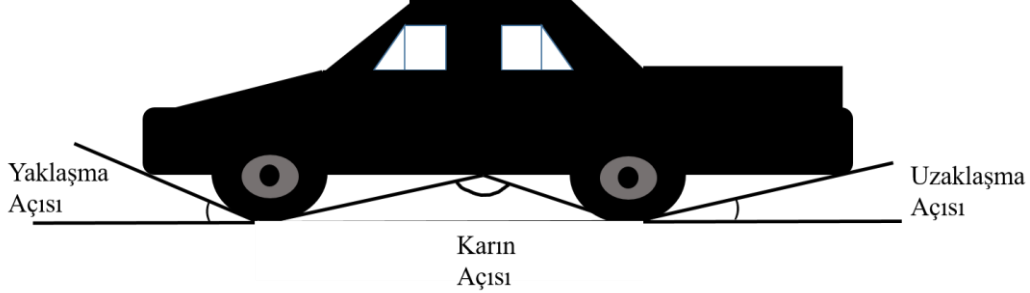
Güç genelde motorun kendi içinde oluşan yanma sonucunda ortaya çıkardığı kavram olmakla birlikte eğer aktarma sistemleri (şanzıman) uygun bir tasarıma sahip değilse aynı gücü tekerleklerde görebilmek mümkün olmamaktadır. Bu sebeple bu kriter hem motorun gücüne hem de bu gücün yola aktarılmasındaki pratiğe karşılık gelecek şekilde düzenlenmiştir

4.2.3.2. Hız

Profesyonel olmayan sürücüler tarafından kullanıldığında felaketle sonuçlanabilecek hız kavramı bazı durumlarda suçlu takibinde çok önemli rol oynamaktadır. Bu kriterle kastedilen arazi aracının güvenli bir şekilde maksimum olarak ulaşabileceği hızla birlikte durağan vaziyetten belli bir hıza ulaşacağı süreyi ifade etmektedir.

4.2.3.3. Açılar

Konu arazi araçları olduğunda açı kavramı son derece önemli hale gelmektedir. Bu açılar yaklaşma, uzaklaşma ve karın açılarıyla birlikte tırmanma ve yan eğim açılarını da kapsamaktadır. Şekil-14’de aracın ön kısmından arkaya doğru sırasıyla yaklaşma, karın ve uzaklaşma açıları görülmektedir.



Şekil-14: Arazi Aracı Açıları

4.2.3.4. Menzil

Sivil kullanımdaki araçlarda bir depo yakıtla ne kadar gidileceğinin çok fazla önemi yoktur. Çünkü ülkemizde yaygın olarak kullanılan yakıt türlerini neredeyse her yerde bulabilmeniz mümkündür. Araç seçimi yapılan kurum ise stratejik seviyede yapılan akaryakıt tedarikleri ile yakıtını tek bir firmanın şubelerinde almaktadır. bu özel durum da hesaba katıldığında bu kriter önemli hale gelmektedir.

4.2.3.5 Manevra ve Tırmanma

Zorlu arazi şartları çoğu zaman suçluların kendi avantajlarına kullanabilecekleri bir husustur. Bunun önüne geçebilmek için bu çetin şartlara uygun araçlar gerekmektedir. Bu kriter sarp ve engebeli arazide aracın kolayca ilerlemesine imkan verecek manevra ve tırmanma kabiliyetinin ölçüsü olarak hazır bulunmaktadır.

4.2.3.6. Arıza Sıklığı

Otoritelerce farklı dallara göre en iyi kabul edilen sistemler bile arıza durumlarını yaşamaktadır. Arıza olmadan önce önlemek için her türlü tedbiri almak ve arızaları en kısa sürede gidermek için gerekli imkan ve kabiliyetlerimiz mevcut olsa da en baştan arıza sıklığı en az olan aracı tedarik etmek de gayet önemlidir. Bu kriter tedarik edilecek

aracın görevden uzak kalacağı arızalı durumların hangi yoğunlukta oluşabileceğini ölçmektedir.

4.2.3.7. Ses İzolasyonu

Ses izolasyonu araç kabinin içini motor da dahil olmak üzere dışarıdaki gürültüden arındırılması anlamına gelmektedir. Bu konu her ne kadar doğrudan araç performansının bir göstergesi olmasa da araçta uzun süre görev yapacak olan personelin hem konforu hem de sağlıklı iletişimi için önem arz etmektedir. Bu noktada ses izolasyonu kriteri kabin içindeki gürültünün azlığını ifade etmektedir.

4.2.4. Güvenlik

Kamu güvenliğini sağlamakla görevli personelin öncelikle kendi güvenliğinden emin olması gerekmektedir. Bunun için tedarik edilecek aracın dünya standartlarında kabul görmüş güvenlik donanımına sahip olması ve yine dünyanın farklı bölgelerinde kabul görmüş güvenlik testlerinden geçmiş olması gerekmektedir. Güvenlik ile ilgili kriterler kurum personeli için olduğu kadar dışarıdaki insanlar için de önem arz etmektedir. Güvenlik donanımındaki bir eksiklikten dolayı vatandaşın malına ya da daha da kötüsü canına verilebilecek bir zarar kabul edilemez

4.2.4.1. Şasi

Şasi araçların karoserinin üzerine inşa edildiği iskeleti ifade etmek için kullanılan terimdir. Günümüzde şasi sağlamlığından ziyade çarpışma etkilerini soğurma özelliği açısından geliştirilmeye çalışılmaktadır. Çarpışma etkilerini doğrudan içindeki insanlara yansıtmayan bir şasi kaza sonra hayatta kalmayı önemli oranda etkilemektedir. Bu kriter şasi teknolojisi ve sağlamlığını ölçmektedir.

4.2.4.2. Durma Mesafesi

Frene basıldığı andan aracın hareketsiz kaldığı ana kadar aldığı yol şeklinde tanımlanabilecek olan durma mesafesi lastik teknolojileriyle olduğu kadar frenleme

teknolojileriyle de doğrudan alakalıdır. Bu mesafenin kısa olması kadar mesafenin alınması esnasında aracın dengesini yitirmemesi de hayli önemlidir. Bu kriter durma mesafesi ve güvenli bir duruşa karşılık gelmektedir.

4.2.4.3. Teknoloji

Günümüzde otomotiv sektöründeki teknolojiler her geçen zamanda hızla gelişmeye devam etmektedir. Örneğin 10 yıl önce pek bilinmeyen elektronik araç dengeleme sistemleri, bugün Avrupa bölgesinde zorunlu bir standart haline gelmiş ve 1 Kasım 2014 tarihinden beri bu sistemi barındırmayan araçların satışına yönelik engellemeler getirilmiştir (661 Numaralı Avrupa Birliği Düzenlemesi, 2009: 25).

4.2.4.4. Çarpışma Testi

Çarpışma testleri araçların içine geçek sürücü ve yolcuları canlandırmak üzere deneysel mankenlerin konularak gerçeğe yakın şekilde çarpışmanın canlandırılması prensibi genelinde yapılmaktadır.

Çizelge-4 dünya üzerinde genel kabul görmüş çarpışma testleri bulunmaktadır. Bu testlerde genel olarak çarpışma öncesi araç güvenlik donanımları puanlanıp çarpışma sonrasında ise mankenlerin aldıkları hasarlar puanlanarak test sonucunda araçlara puan verilmektedir. Bu kriter seçimi yapılacak araçların çarpışma testlerindeki genel puanlarına ek olarak uzmanlar tarafından test videolarının izlenmesiyle birlikte araçların sağlamlık ve güvenlik açısından değerlendirilmesine yöneliktir.

Çizelge-4: Bölgelere Göre Güvenlik Çarpışma Testleri

Çarpışma Testi Tam İsmi ve Kısaltması	Menşei
Australasian New Car Assessment Program (ANCAP)	Avustralya
Auto Review Car Assessment Program (ARCAP)	Rusya
China New Car Assessment Program (C-NCAP)	Çin
European New Car Assessment Programme (Euro NCAP)	Avrupa
Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC) in Germany	Almanya
Japan New Car Assessment Program (JNCAP)	Japonya
New Car Assessment Program (NCAP)	ABD

4.2.4.5. Kilitler

Sivil kullanımdaki araçlarda insanlar araçlarını dışarıdan kilitlemek isterler çünkü içeride bir tehlike yoktur. Asayişin sağlamakla görevli bir kurumun kullanacağı araçta ise suçluların sevki yapılacağı ve silah, teçhizat vs. taşınacağı için sadece kapı değil camlar ve bagaj kilidinin de merkezi sisteme bağlı ve gerektiğinde araçtaki en yetkili kişi tarafından kontrol edilebilir olması gerekmektedir. Bu kriter seçim yapılacak araçtaki tüm kilitlerin bu özellikleri ile ilgilidir.

4.2.4.6. Yol Tutuşu

Seçimi yapılacak aracın yolda güvenle ilerleyebilmesi için yol tutuşunun iyi olması istenmektedir. Yol tutuşu kavramı önemini özellikle yüksek hızlar ve bozuk, kaygan zemin ya da keskin virajlar gibi uç koşullarda belli etmektedir. Bu kavram aracın ağırlık merkezi, yol tutuşu için geliştirilmiş ilave donanım, lastik çeşidi gibi birçok farklı kavramla bağlantılı olarak özellik göstermektedir. Yol tutuşu kriteri seçimi yapılacak arazi aracının bahsedilen çerçevede yol tutuş kabiliyetinin önemini ifade etmektedir.

4.2.5. Ekonomik

Geleneksel seçim ve optimizasyon çalışmalarının ağırlık merkezi olan ekonomik olma kriteri hem doğrudan kuruma getireceği mali yük açısından hem de dolaylı olarak

yerşil kamu tedariki kapsamında kaynakların etkin kullanımı bakımından önem arz etmektedir. Ekonomik kriterler satın alma, yakıt tüketimi, bakım onarım giderleri ve kullanım ömrü olarak 4 alt kriterden oluşmaktadır.

4.2.5.1. Satın Alma

Satın alma seçimi yapılacak aracın kurum envanterine katılması esnasında yapılacak ilk yatırımı ifade etmektedir. Satın alma maliyeti ile araç için gerekli tüm maliyetler sarf edilmiş olmadığından gerçekçi bir model ortaya koyabilmek için ekonomik ana kriteri altındaki diğer alt kriterler de titizlikle hesaba katılması gerekmektedir. bu kriter kendi başına seçimi yapılacak arazi aracının ilk yatırım maliyetinin kıyasla az olmasını ifade etmektedir.

4.2.5.2. Yakıt Tüketimi

Yakıt tüketimi kendi başına hem ekonomik hem de çevresel bir kriter olmakla birlikte genellikle araç maliyeti hesaplanırken kullanıldığı için ekonomik ana kriteri altında bulunması önerilmektedir. Yakıt tüketimi arttıkça açığa çıkan egzoz gazlarının miktarı da artacağından bu kriter aynı zamanda çevresel bir kriter olarak da değerlendirilebilir.

Akaryakıt fiyatlarında sürekli gözlemlenen artışlar bu kriterin önemini gitgide arttırmaktadır. Tedarik esnasında emsallerine göre daha ucuza mal edilen bir aracın yakıt sarfiyatı nedeniyle kuruma daha pahalıya mal olması kaçınılmazdır. Bu sebeple yakıt tüketimi kriteriyle seçimi yapılacak aracın hem fabrikasyon hem de tecrübi olarak kilometredeki yakıt tüketiminin azlığı ifade edilmektedir.

4.2.5.3. Bakım Onarım Giderleri

Hem koruyucu hem de periyodik bakımları kapsayan bakım giderleri ile arıza durumlarında ortaya çıkacak onarım giderlerinin toplamı bakım onarım giderlerini oluşturmaktadır. Seçimi yapılacak arazi aracının arıza sıklığı ile bağlantılı olarak en fazla mali külfet ve ilave zaman kaybı oluşturabilecek kriteri bu kriterdir. Bu sebeple aracın

bakım onarım giderlerini yansıtacak tecrübi verilerinin çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

4.2.5.4. Kullanım Ömrü

Aracın kaza kırma uğramaması dahilinde hurdaya ayrılanaya kadar kullanılabileceği süreyi ifade eden kullanım ömrü tedarik sürecini ilgilendiren en önemli hususlardan bir tanesidir. Tüm maliyetler bu süreç boyunca hesaplanacağı için kullanım ömrü tüm süreci şekillendirecek bir kavram olarak öne çıkmaktadır.

4.2.6. Satış Sonrası Hizmet

Bir mal veya hizmetin satın alınmasına kadar olan karar sürecini etkileyen faktörlerin yanında satın almadan sonraki aşamalar da kullanıcı için önem arz etmektedir. Bu aşamalar genel olarak satış sonrası hizmet ana kriteri altında toplanmaktadır. Satış sonrası hizmet işletmelere ilk satıştan çok daha fazla kar sağlamakta olup, bu miktar kullanım ömrü boyunca satış bedelinin üç katına çıkabilmektedir(Özgüner ve Kurtuldu, 2015). Seçimi yapılacak aracın satış sonrası hizmetleriyle ilgili gereklilikler 6502 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkındaki Kanun ile düzenlenmektedir. Satış sonrası hizmet ana kriteri servis ağı, yedek parça, kademe, garanti ve servis kalitesi olarak beş alt kriter ile incelenmektedir.

4.2.6.1. Servis Ağı

Araç seçimi yapılan kurum görev niteliği sebebiyle ülkenin her bir köşesinde hizmet vermektedir. Bu sebeple kurumun araçları da ülke sathına en geniş şekilde yayılmış esnek yapıda bir servis ağına ihtiyaç duymaktadır. Bu kriter seçimi yapılacak arazi aracının garanti kapsamında yapılacak bakım ve onarımları için yetkili servisler ile muhtemel arıza durumlarında başvurulabilecek özel servislerin ülke genelindeki yaygınlığını ve çokluğunu ifade etmektedir.

4.2.6.2. Yedek Parça

Kullanım ömrü süresince aracın hareketli aksamalarında zorunlu değişiklikler ve muhtemel aksaklıklar neticesinde tek tek veya komple bir sistem şeklinde yedek parça değişiklikleri gerekmektedir. Böyle durumlarda yedek parçanın hem fiyatı hem de kısa zamanda bulunabilirliği görev performansına doğrudan etki etmektedir. Bu kriter seçimi yapılacak arazi aracının ihtiyaç duyabileceği yedek parçaların orijinal olarak kolayca bulunabilirliğini ve ekonomikliğini ifade etmektedir.

4.2.6.3. Kademe

Kurum bünyesinde her türlü malzemenin bakım ve onarımının yapıldığı teknik birimlere yaygın olarak kademe tabiri kullanılmaktadır. Öncelikle kriter herkes tarafından kolaylıkla anlaşılabilmesi için bu şekilde adlandırılmıştır. Bahsedilen bakım onarım teşkilleri kurumun her an elinin altında hazır bulunan yapılardır. Bu yapılar bazen zaman kazanmak ya da ekonomiklik bazen de istihbarat kaynaklı kısıtlılıklar sebebiyle yetkili ve özel servislere tercih edilmektedir. bu kriter ile seçim yapılacak aracın kademe tarafından bakım onarımının yapılabilmesi için araçla ilgili sistemlere kademelerin bilgi ve tecrübesinin çokluğu ifade edilmektedir.

4.2.6.4. Garanti

Satın alınan malzemelerin dayanıklılığını ve üretici firmanın satış sonrası hizmet anlamında güvenilirliği gösteren en büyük etmen garanti şartlarıdır. Otomotiv sektöründe garanti şartları son kullanıcılar tarafından en büyük şikayet konusu olarak gözükmektedir. Örneğin ülkemizde firmalarla ilgili şikâyetlerin derlendiği bir platformda 2016 itibarıyla yaklaşık 2.000.000 adet şikayet bulunmaktadır (Şikayet Var,2016[web]). Durum böyleyken garanti şartlarının titizlikle incelenmesi gerekmektedir. bu kriter garanti süre ve şartlarının araç seçimi yapılacak kurumun ne kadar lehine olduğunu ölçmektedir.

4.2.6.5. Servis Kalitesi

Servisler periyodik bakımlar ve arızaların giderilmesi için çalışan piyasadaki bakım onarım firmalarıdır. Genelde marka bazında çalışan yetkili servislerin yanında birden fazla markaya yönelik hizmet veren özel servis firmaları da bulunmaktadır. İyi bir servis

firması aracın teslim alınmasından tüm işlemlerin bitip sahibine teslim edilmesine kadar olan süreçte müşteri memnuniyetini gözeterek garantili iş yapmak zorundadır. Bu kriterle seçimi yapılacak arazi aracının her türlü bakım onarımının yapılabilceği servislerin genel kalitesinin yüksekliği ifade edilmektedir.

4.2.7. Çevre ve Sosyal Etkiler

Üzerinde yaşadığımız dünyanın doğal kaynakları biz insanlar tarafından bilinçsizce ve hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Üstelik bu bilinçsiz tüketim ortaya çıkardığı sera gazları ile zararını ikiye katlamaktadır. Gelecek nesillerin de dünyada sağlıklı bir yaşam şansına sahip olabilmesi için üretim ve tüketim süreçlerinde çevre ve sosyal etkileri hesaba katmak şarttır. Bunun için bu çalışmada sosyal, ekonomik ve ekolojik üç ayağıyla sürdürülebilirlik temelinde oluşturulan yeşil kamu tedariki anlayışı benimsenmektedir. Bu anlayış çerçevesinde çevre ve sosyal etkiler ana kriteri altında gürültü kirliliği, CO₂ salınımı, geri dönüşüm ve marka sosyal sorumluluğu kriterleri oluşturulmuştur.

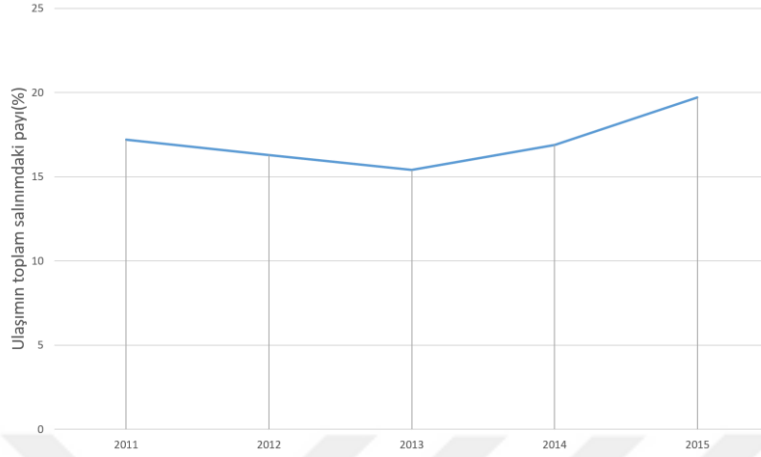
4.2.7.1. Gürültü Kirliliği

Gürültü nöropsikoloji, elektronik ve iletişim alanlarında yoğunluğu zamanla farklılık gösteren ve hiçbir bilgi taşımayan sinyaller olarak tanımlanmaktadır (Kryter,1984:7). Gürültü kirliliği veya ses kirliliği ise maruz kalan canlıların yaşamını olumsuz etkileyen her türlü ses oluşumudur. Bu seslerin en büyük çarpanı ulaşım vasıtaları tarafından oluşturulmaktadır. Gürültünün insan yaşamına olan olumsuz etkileri duyma bozukluklarından kalp rahatsızlıklarına varan geniş bir yelpazede olduğu bilinmektedir. Bu sebeplerle bu kriter seçimi yapılacak aracın gürültü kirliliği kavramına en az katkı yapmasını amaçlamaktadır.

4.2.7.2. CO₂ Salınımı

Küresel ısınmanın en büyük sorumlusu olarak gösterilen karbondioksit gazı salınımları fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu gazların ikinci büyük kaynağı ulaştırma sektörü olduğu belirtilmektedir. Şekil-15’de yıllara göre ülkemizde ulaştırma sektörünün toplam CO₂ salınımı içerisindeki payı yer almaktadır (Data World

Bank[web], 2016). son yıllarda bu payın arttığı görülmektedir. Bu kriter en az seviyede karbondioksit salınımını sağlayacak teknolojiyi kullanan arazi aracını seçmeye yöneliktir.



Şekil-15: 2011-2015 Yılları Arası Ülkemiz Ulaştırma Sektörü Co₂ Salınımının Toplam Salınımdaki Payı

4.2.7.3. Geri Dönüşüm

Lave, Hendrickson ve McMichael (1994) kullanm ömrü biten bir ürünlere 7 farklı işlem uygulanabileceğini belirtmektedir:

- Doğaya serbestçe atma,
- Kanuni bir çöp toplama alanında biriktirme,
- Elektrik üretecek şekilde uygun tesislerde yakma
- Bileşenlerine ayırıp düşük kaliteli bir ürün yapımında kullanma (plastik bardaklardan oturulacak bank yapımı),
- Bileşenlerine ayırıp yüksek kaliteli bir ürün yapımında kullanma (teneke kutuların eritilerek yenilerinin yapılması),
- Parçalarına ayırıp, bazı kısımlarını yenileyerek geri birleştirme (araç su pompalarının yenilenmesi),
- Depozitolu şişelerin tekrar kullanılması.

Burada sıralanan maddelerden ilk ikisi hariç tüm işlemler geri dönüşüm tanımının içerisinde değerlendirilmektedir. İlk işlemlerde ise doğaya, kullanılan ürünlerin üretiminde verilen zarar kullanıldıktan sonra da atılarak ikiye katlanmaktadır. Bu itibarla her bir üretim kararının içinde geri dönüşüm sürecinin de planlanması çok önemli hale

gelmektedir. Geri dönüşüm kriteri seçimi yapılacak arazi aracının üreticisinin bu planlamaları ne kadar dikkate aldığına ölçütüdür. Bir başka deyişle seçilecek aracın geri dönüşüme uygun şekilde üretilmiş olması istenmektedir.

4.2.7.4. Marka Sosyal Sorumluluğu

İşletmeler alan, satan, yatırım yapan ve tüm bu süreçler neticesinde kar elde etmeyi amaçlayan yapılardır. Bu süreçler boyunca işletmeler tüm topluma ait olan toprak, hava ve su gibi kaynaklardan ve insanlardan yararlanmaktadır. Bunların karşılığında ise insanlara mal ve/veya hizmet üretmektedir. Sonuç olarak işletmeler ve insanlar arasında karşılıklı bir etkileşim meydana gelmektedir. Bu sebeple işletmeler bu etkileşimde bir sorumluluk taşımaktadır. Bu sorumluluk etkileşimdeki her tarafa verilen zararı en aza indirmek, her tarafın kazanacakları ise maksimize etmektir. İşletmelerce taraflara yönelen bu negatif etkileri azaltma ve pozitif etkileri maksimize etme, marka sosyal sorumluluğu olarak tanımlanmaktadır (Ferrell ve Ferrell, 2016). Bu kriter seçimi yapılacak arazi aracını üreten markanın sosyal sorumluluk derecesini ifade etmektedir.

4.2.8. Teknik/Fiziki Özellikler

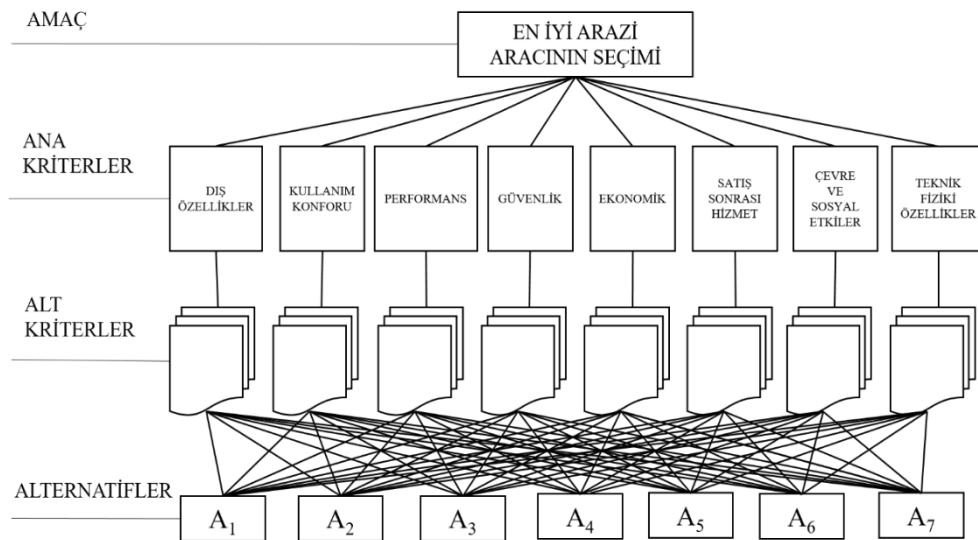
Arazi aracının genelde teknik ve fiziki imkan ve kabiliyetlerini ifade eden özellikler bu kriter altında toplanmaktadır. Bu özellikler yükseklik, uzunluk ve genişlik, sudan geçiş, kapasiteler ve diferansiyel alt kriterlerinden oluşmaktadır. Yükseklik alt kriteri ile seçimi yapılacak arazi aracının yerden yüksekliği karşılanmaktadır. Uzunluk ve genişlik ise aracın hem dış görünüşünü hem de performansını etkileyen ve boydan boya uzunluk ve genişliğini ifade etmektedir.

Tecrübeli kullanıcılar tarafından yapılmayınca en iyi ihtimalle sadece araç motorunun zarar göreceği fakat araç içindeki insanların boğulmasına kadar varabilecek tehlikeli bir kavram olan sulardan geçiş bir arazi aracının olmazsa olmaz özellikleri arasında gösterilmektedir. İlave donanımlarla çok daha kolay gerçekleştirilen bu işlem için gereken araç imkân ve kabiliyetleri aracın üretim karakteristiklerine göre farklılık göstermektedir. Sulardan geçiş kriteri seçimi yapılacak arazi aracının sulardan geçiş performansının yüksekliğini ölçmektedir.

Araç kapasiteleri üretim esnasında kullanılan malzemelerden aracın tasarımına kadar pek çok etken tarafından belirlenmektedir. Çalışmada kapasiteler olarak yolcu taşıma, yük taşıma, çekme vb. kapasitelerin tamamı kastedilmektedir. Bu kriterle araçla ilgili bu kapasitelerin toplamının fazlalığı ölçülmek istenmektedir.

Diferansiyel kelimesi araçların tekerleklerinin dönüşlere uyumlu olarak farklı hızlarda dönmesine imkân sağlayan ayırıcı sistemi tanımlamak için kullanılmaktadır. Virajlarda araçların sağlıklı şekilde dönüşünü tamamlayabilmesi için bu sistemlerin kullanılması şarttır fakat nispeten yumuşak, karlı, çamurlu zeminlerde hareket kabiliyetinin devamını sağlamak için farklı bir sistem gerekmektedir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için tasarlanan kilitli diferansiyeller sayesinde arazi araçları tekerlekleri aynı hızda dönebilmektedir. Diferansiyel kilit sistemleri çeşitli teknolojiler (mekanik, pnömatik, elektronik, otomatik, manuel vs.) kullanmakta olup bu kriter teknolojilerin araca uyumu, arıza sıklığı ve pratikteki başarısını ölçmektedir.

Sekiz ana kriter ve toplam kırk iki alt kriter etrafında oluşturulan hiyerarşi şekil-17’de verilmektedir. Bu hiyerarşiye göre ülkemizde satışı ve satış sonrası desteği mevcut, kendini kanıtlamış yedi arazi aracı markası alternatif olarak modele eklenmiştir. Alternatifler gerçek hayata uygunluk şartına zarar vermemek adına sadece ülkemizde bulunabilen markalardan ve bu markaların kıyasla birbirine denk olan modelleri kıstas alınarak oluşturulmuştur.



Şekil-16: Arazi Aracı Seçim Hiyerarşisi

4.3. ANA KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Problemin hiyerarşisinin oluşturulmasına müteakip yapılacak işlem hiyerarşinin parçalarına önerilen modeldeki algoritmanın uygulanarak çözüme gidilmesidir. Bunun için öncelikle dış özellikler, kullanım konforu, performans, güvenlik, ekonomik, satış sonrası hizmet, çevre ve sosyal etkiler ve son olarak teknik/fiziki özellikler olarak sıralanan ana kriterlerin birbiri ile ikili karşılaştırmaları yapılacaktır. Üç uzmandan ayrı ayrı alınan iki karşılaştırmalar Çizelge-5, Çizelge-6 ve Çizelge-7’de gösterilmektedir. Bunlarda üç uzmanın sırasıyla ana kriterleri birbiri ile karşılaştırmaları görülebilmektedir. Bu karşılaştırmalar önerilen modelde aktarılan semantik ve sentaks tanımlamaları ile içerikten bağımsız gramer kuralları dahilinde oluşturulmaktadır. İlk aşamada oluşturulan bu ikili karşılaştırmalar ayrık birer set halindedir. Bundan sonraki adımda aralıklara dönüştürme işlemi yapılacaktır.

Çizelge-5: Birinci Uzman Karşılaştırmaları

	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	En fazla orta	En fazla düşük önemli	En fazla düşük	Düşük ile yüksek arasında	Orta	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek
K	En az orta	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	Düşük ile yüksek arasında	Orta ile yüksek arasında	En fazla orta	En fazla yüksek
P	En az yüksek	Düşük ile yüksek arasında	-	En fazla orta	En az orta	En az orta	Orta ile çok yüksek arasında	Orta derece önemli
G	En az çok yüksek	En az orta	En az orta	-	En az yüksek	En az çok yüksek	Orta ile çok yüksek arasında	En az çok yüksek
E	Düşük ile yüksek arasında	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	En fazla düşük	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek	Düşük ile yüksek arasında
S	Orta	Düşük ile orta arasında	En fazla orta	En fazla çok düşük	Düşük ile yüksek arasında	-	En fazla yüksek	Düşük ile yüksek arasında
Ç	Düşük ile yüksek arasında	En az orta	Çok düşük ile orta arasında	Çok düşük ile orta arasında	En az düşük	En az düşük	-	En az düşük
T	En az düşük	En az düşük	Orta	En fazla çok düşük	Düşük ile yüksek arasında	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek	-

Çizelge-6: İkinci Uzman Karşılaştırmaları

	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	En fazla çok düşük	En az orta	En az orta	En fazla düşük	Orta
K	Düşük ile yüksek arasında	-	Çok düşük ile çok yüksek arasında	En fazla orta	En az düşük	En az düşük	Düşük ile yüksek arasında	En az düşük
P	En az orta	Arasında çok düşük ile çok yüksek	-	Düşük	En az orta	En az düşük	Düşük ile yüksek arasında	Çok düşük ile çok yüksek arasında
G	En az çok yüksek	En az orta	Yüksek	-	En az çok yüksek	En az çok yüksek	En az orta	En az yüksek
E	En fazla orta	En fazla yüksek	En fazla orta	En fazla çok düşük	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	En fazla orta
S	En fazla orta	En fazla yüksek	En fazla yüksek	En fazla çok düşük	Düşük ile yüksek arasında	-	En fazla orta	En fazla çok yüksek
Ç	En az yüksek	Düşük ile yüksek arasında	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	En az orta	En az orta	-	Çok düşük ile çok yüksek arasında
T	Orta	En fazla yüksek	Çok düşük ile çok yüksek arasında	En fazla düşük	En az orta	En az çok düşük	Çok düşük ile çok yüksek arasında	-

Çizelge-7: Üçüncü Uzman Karşılaştırmaları

	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	En fazla orta	En fazla düşük	En fazla düşük	Düşük ile yüksek arasında	Orta	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek
K	En az orta	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	Düşük ile yüksek arasında	Orta ile yüksek arasında	En fazla orta	En fazla yüksek
P	En az yüksek	Düşük ile yüksek arasında	-	En fazla orta	En az orta	En az orta	Orta ile çok yüksek arasında	Orta derece önemli
G	En az çok yüksek	En az orta	En az orta	-	En az yüksek	En az çok yüksek	Orta ile çok yüksek arasında	En az çok yüksek
E	Düşük ile yüksek arasında	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	En fazla düşük	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek	Düşük ile yüksek arasında
S	Orta	Düşük ile orta arasında	En fazla orta	En fazla çok düşük	Düşük ile yüksek arasında	-	En fazla yüksek	Düşük ile yüksek arasında
Ç	Düşük ile yüksek arasında	En az orta	Çok düşük ile orta arasında	Çok düşük ile orta arasında	En az düşük	En az düşük	-	En az düşük
T	En az düşük	En az düşük	Orta	En fazla çok düşük	Düşük ile yüksek arasında	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek	-

Bundan sonraki adımda uzmanlardan alınan ikili karşılaştırmaların KBDTS şekline dönüştürülmesi gerekmektedir. Böylece uzmanların belirttiği dilsel ifadelerin önerilen modelde oluşturulan algoritmaya göre hangi dilsel setleri kapsadığı ortaya çıkacaktır.

Örneğin; birinci uzman dış özellikleri kullanım konforuna göre yaptığı karşılaştırmasında “en fazla orta” şeklinde görüş bildirmektedir. Bu ifade ayrı set olarak ifade edilmek istenirse {önemsiz, çok düşük, düşük, orta } şeklinde bir set oluşacaktır. Aynı şekilde ikinci uzman aynı karşılaştırmayı “düşük ile yüksek arasında” olarak yapmıştır. Bu karşılaştırmının ayrı set şeklindeki ifadesi {düşük, orta, yüksek} olacaktır.

Son olarak üçüncü uzman dış özellikleri performans ile karşılaştırdığında “en fazla düşük” şeklinde görüş bildirmektedir. Bu dilsel ifade ise {önemsiz, düşük} şeklinde ayrı set olarak ifade edilmektedir. Tüm karşılaştırmalar bu şekilde ayrı setlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu ayrı setler uzmanlardan alınan dilsel ifadelerin karşılık geldiği değerleri yansıtmaktadır.

Ayrı setler bir sonraki adımda minimum ve maksimum değerlerini ifade edecek şekilde bir zarf haline getirilmektedir. Bu zarf dilsel ifadenin başlangıç ve bitiş noktalarını belirleyen bir aralık değeri olmaktadır. Örneğin; birinci uzmanın {önemsiz, çok düşük, düşük, orta } şeklinde ayrı sete dönüştürülen dış özellikleri kullanım konforuna göre yaptığı karşılaştırma [önemsiz-orta] veya kısaca [ö-o] olarak zarflanmaktadır.

Aynı şekilde ikinci uzmanın dış özellikler-kullanım konforu karşılaştırması {düşük, orta, yüksek} ayrı setiyle ifade edilirken, [düşük-yüksek] ya da kısaca [d-y] aralığı şeklinde zarflanmaktadır. Son olarak “en fazla düşük” karşılaştırması ise {önemsiz, düşük} şeklinde ayrı sete dönüştürülüyorken [önemsiz-düşük] ya da kısaca [ö-d] aralığı olarak gösterilmektedir.

Bahsedilen dönüştürme işlemine müteakiben yapılan zarflama sonrasında tüm karşılaştırmalar aralık değerleri şeklini almaktadır. Çizelge-8 uzman karşılaştırmalarının aralık değerlerine dönüştürülmüş durumlarını göstermektedir.

Çizelge-8: Uzman Karşılaştırmalarının Aralık Değerleri Olarak İfadesi

1	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	[ö-o]	[ö-d]	[ö-çd]	[d-y]	[o-o]	[d-y]	[ö-y]
K	[o-m]	-	[d-y]	[ö-o]	[d-y]	[o-y]	[ö-o]	[ö-y]
P	[y-m]	[d-y]	-	[ö-o]	[o-m]	[o-m]	[o-çy]	[o-o]
G	[çy-m]	[o-m]	[o-m]	-	[y-m]	[çy-m]	[o-çy]	[çy-m]
E	[d-y]	[d-y]	[ö-o]	[ö-d]	-	[d-y]	[ö-y]	[d-y]
S	[o-o]	[d-o]	[ö-o]	[ö-çd]	[d-y]	-	[ö-y]	[d-y]
Ç	[d-y]	[o-m]	[çd-o]	[çd-o]	[d-m]	[d-m]	-	[d-m]
T	[d-m]	[d-m]	[o-o]	[ö-çd]	[d-y]	[d-y]	[ö-y]	-
2	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	[d-y]	[ö-o]	[ö-çd]	[o-m]	[o-m]	[ö-d]	[o-o]
K	[d-y]	-	[çd-çy]	[ö-o]	[d-m]	[d-m]	[d-y]	[d-m]
P	[o-m]	[çd-çy]	-	[d-d]	[o-m]	[d-m]	[d-y]	[çd-çy]
G	[çy-m]	[o-m]	[y-y]	-	[çy-m]	[çy-m]	[o-m]	[y-m]
E	[ö-o]	[ö-y]	[ö-o]	[ö-çd]	-	[d-y]	[ö-o]	[ö-o]
S	[ö-o]	[ö-y]	[ö-y]	[ö-çd]	[d-y]	-	[ö-o]	[ö-çy]
Ç	[y-m]	[d-y]	[d-y]	[ö-o]	[o-m]	[o-m]	-	[çd-çy]
T	[o-o]	[ö-y]	[çd-çy]	[ö-d]	[o-m]	[çd-m]	[çd-çy]	-
3	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	[d-m]	[d-y]	[ö-çy]	[ö-d]	[ö-o]	[d-m]	[o-o]
K	[ö-y]	-	[ö-o]	[ö-o]	[ö-d]	[çd-o]	[çy-çy]	[ö-d]
P	[d-y]	[o-m]	-	[d-m]	[ö-y]	[d-y]	[d-m]	[o-o]
G	[çd-m]	[o-m]	[ö-y]	-	[ö-o]	[ö-çy]	[d-m]	[d-y]
E	[y-m]	[y-m]	[d-m]	[o-m]	-	[o-o]	[y-m]	[çd-çy]
S	[o-m]	[o-çy]	[d-y]	[çd-m]	[o-o]	-	[d-m]	[d-çy]
Ç	[ö-y]	[çy-çy]	[ö-y]	[ö-y]	[ö-d]	[ö-y]	-	[ö-o]
T	[o-o]	[y-m]	[o-o]	[d-y]	[çd-çy]	[çd-y]	[o-m]	-

Bundan sonraki aşamada üç uzmanın görüşleri grup kararı şeklinde birleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için kullanılacak toplama operatörü önerilen modelde anlatılan ve Denklem-3.1 ile ifade edilen aritmetik ortalamadır. Toplama operatörünün uygulanmasından önce dilsel ifadelerle karşılık gelecek değerleri de belirlemek gerekmektedir. Çizelge-9'da 0 ile 6 arasında değişen ve dilsel ifadelerle karşılık gelecek değerleri belirten ölçek gösterilmektedir.

Çizelge-9: Dilsel İfadeler İçin Kullanılacak Ölçek

ö	çd	d	o	y	çy	m
0	1	2	3	4	5	6

Bu ölçek ve toplama operatörü kullanılarak uzman görüşlerinden elde edilen aralık değerleri grup kararının oluşturulması maksadıyla kullanılacaktır. Bu maksatla iyimser ve kötümser grup kararları oluşturulacaktır.

Kötümser grup kararının hesaplanabilmesi için örneğin dış özellikler-kullanım konforu karşılaştırmasında yapılacak hesaplama şu şekildedir:

$$K_{12} = \Delta \left(\frac{1}{3} (\Delta^{-1}(\ddot{o}, 0) + \Delta^{-1}(d, 2) + \Delta^{-1}(d, 2)) \right) = \Delta \left(\frac{1}{3} (0 + 2 + 2) \right) = \Delta(1,33) \\ = (\ddot{c}d, +0,33)$$

Aynı şekilde iyimser grup kararları için de toplama operatörü vasıtasıyla dış özellikler-kullanım konforu karşılaştırması için yapılacak hesaplama şu şekildedir:

$$I_{12} = \Delta \left(\frac{1}{3} (\Delta^{-1}(o, 3) + \Delta^{-1}(y, 4) + \Delta^{-1}(m, 6)) \right) = \Delta \left(\frac{1}{3} (3 + 4 + 6) \right) = \Delta(5,33) \\ = (\ddot{c}y, +0,33)$$

Bu şekilde tüm karşılaştırmalar için hesaplanan iyimser ve kötümser grup kararları Çizelge-9'da gösterilmektedir.

Çizelge-10: Kötümser ve İyimser Grup Kararları

K	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	(çd,+.33)	(çd,-.33)	(ö,-.00)	(d,-.33)	(d,-.00)	(çd,+.33)	(d,-.00)
K	(d,-.33)	-	(çd,-.00)	(ö,-.00)	(çd,+.33)	(d,-.00)	(d,+.33)	(çd,-.33)
P	(o,-.00)	(d,-.00)	-	(çd,+.33)	(d,-.00)	(d,+.33)	(d,+.33)	(d,+.33)
G	(y,-.33)	(o,-.00)	(d,+.33)	-	(o,-.00)	(o,+.33)	(o,-.33)	(y,-.33)
E	(d,-.00)	(d,-.00)	(çd,-.33)	(çd,-.00)	-	(d,+.33)	(çd,+.33)	(çd,-.00)
S	(d,-.00)	(d,-.33)	(çd,-.33)	(ö,+.33)	(d,+.33)	-	(çd,-.33)	(çd,+.33)
Ç	(d,-.00)	(o,+.33)	(çd,-.00)	(ö,+.33)	(d,-.33)	(d,-.33)	-	(çd,-.00)
T	(o,-.33)	(d,-.00)	(d,+.33)	(çd,-.33)	(d,-.00)	(çd,+.33)	(çd,+.33)	-
İ	D	K	P	G	E	S	Ç	T
D	-	(y,+.33)	(o,-.00)	(d,+.33)	(y,-.00)	(y,-.00)	(y,-.33)	(o,+.33)
K	(çy,-.33)	-	(y,-.33)	(o,-.00)	(y,-.00)	(y,+.33)	(y,-.00)	(y,-.00)
P	(çy,+.33)	(çy,-.00)	-	(y,-.33)	(çy,+.33)	(çy,+.33)	(çy,-.00)	(y,-.33)
G	(m,-.00)	(m,-.00)	(çy,-.33)	-	(çy,-.00)	(m,-.33)	(m,-.33)	(çy,+.33)
E	(y,+.33)	(çy,-.33)	(y,-.00)	3,00	-	(y,-.33)	(y,+.33)	(y,-.00)
S	(y,-.00)	(y,-.00)	(y,-.33)	(o,-.33)	(y,-.33)	-	(y,+.33)	(çy,-.33)
Ç	(çy,-.33)	(çy,-.00)	(y,-.33)	(o,+.33)	(çy,-.33)	(çy,+.33)	-	(çy,-.33)
T	(y,-.00)	(çy,+.33)	(y,-.33)	(d,+.33)	(çy,-.00)	(çy,-.33)	(çy,-.00)	-

Çizelge-10'daki hesaplamaların tek tek yapılması ile iyimser ve kötümser grup kararları elde edilmiştir. Bundan sonraki aşamada yapılması gereken bu iyimser ve kötümser hesaplamaların her bir kriter için birer aralık değerine dönüştürülmesi olacaktır. Örneğin; dış özellikler için bu değer:

$$\left[\left(\left((çd,+.33) + (çd,-.33) + (ö,-.00) + (d,-.33) + (d,-.00) + (çd,+.33) + (d,-.00) \right) \div 7 \right), \left(\left((y,+.33) + (o,-.00) + (d,+.33) + (y,-.00) + (y,-.00) + (y,-.33) + (o,+.33) \right) \div 7 \right) \right] = [(çd,+.28), (y,-.48)]$$
 olarak hesaplanmaktadır. Bu aralığa karşılık gelen sayısal aralık ise, [1,28 ; 3,52] olmaktadır. Bu şekilde tüm kriterler

için aralık hesaplamaları yapılması gerekmektedir. Hesaplanan aralıkların orta noktaları hesaplanmaya müteakip bu aralıkların normalize edilmesiyle ana kriterler için ağırlıklar bulunmuş olacaktır. Bu kriter ağırlıkları aynı zamanda ana kriterlerin önem sıralamasını göstermektedir. Çizelge-11’de ana kriterler için önem sırasını ortaya çıkaran bu işlemlerin tamamı özetlenmektedir.

Çizelge-11: Dilsel Aralıklardan Kriter Ağırlıklarına Tüm Hesaplamalar

	DİLSEL ARALIK	RAKAMSAL KARŞILIĞI	ORTA NOKTASI	KRİTER AĞIRLIKLARI
D	[(çd,+28),(y,-.48)]	[1,28 ; 3,52]	2,40	0,0996
K	[(çd,+28),(y,-.05)]	[1,28 ; 3,95]	2,62	0,1085
P	[(d,+19),(çy,-.24)]	[2,19 ; 4,76]	3,48	0,1440
G	[(o,+09),(çy,+48)]	[3,09 ; 5,48]	4,29	0,1775
E	[(çd,+48),(y,-.00)]	[1,48 ; 4,00]	2,74	0,1134
S	[(çd,+28),(y,-.15)]	[1,28 ; 3,85]	2,57	0,1065
Ç	[(d,-.43),(y,-.48)]	[1,57 ; 4,48]	3,02	0,1252
T	[(d,-.24),(y,+28)]	[1,76 ; 4,28]	3,02	0,1252

Dilsel aralıklardan kriter ağırlıklarına kadar hesaplamaların özeti şeklindeki çizelge-10 incelendiğinde ana kriterlerin birbirine hemen hemen yakın öneme sahip oldukları görülmektedir. Geleneksel karar süreçlerinde hesaba katılmayan çevresel etkilerin toplam içerisinde %13’ e yakın bir görece öneme sahip olduğu görülmektedir. Çevresel faktörler bu yüzde ile kullanım konforu, ekonomik ve satış sonrası hizmet ana kriterlerini geride bırakmaktadır.

4.5. KRİTER GRUPLARININ KENDİ İÇİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu kısımda sekiz ana kriterin altındaki alt kriterler kendi grupları içinde karşılaştırılacaktır. Genel sonuca ulaşmadan önceki ikinci karşılaştırma bölümü olan bu kısımda örnek olarak ekonomik ana kriteri altındaki satın alma, bakım onarım, yakıt tüketimi ve kullanım ömrü kriterlerinin birbiriyle karşılaştırılması süreci açıklanacaktır.

Bu kriter grubuna yönelik üç uzmandan alınan dilsel ifadeler çizelge-12’de gösterilmektedir.

Çizelge-12: Ekonomik Kriteri Dilsel İfadeler

1	E2	E2	E3	E4
E1	-	En fazla yüksek	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek
E2	En az düşük	-	En az orta	En fazla yüksek
E3	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	-	Düşük ile yüksek arasında
E4	En az düşük	En az düşük	Düşük ile yüksek arasında	-
2	E2	E2	E3	E4
E1	-	En fazla orta	En fazla orta	Düşük ile yüksek arasında
E2	En az orta	-	En az orta	Düşük ile yüksek arasında
E3	En az orta	En fazla orta	-	En az düşük
E4	Düşük ile çok yüksek arasında	Düşük ile yüksek arasında	En fazla yüksek	-
3	E2	E2	E3	E4
E1	-	En az orta	En az orta	Düşük ile yüksek arasında
E2	En fazla orta	-	En az düşük	En az orta
E3	En fazla orta	En fazla yüksek	-	Düşük ile yüksek arasında
E4	Düşük ile yüksek arasında	En fazla orta	Düşük ile yüksek arasında	-

Sonraki adım dilsel ifadelerin KBDTS şekline dönüştürülmesi olacaktır. Örneğin; birinci uzman satın alma- yakıt tüketimi karşılaştırmasında “en fazla yüksek” şeklinde bir dilsel ifade ortaya koymaktadır. Bu ifade ayrı set olarak ifade edilmek istenirse {önemsiz, çok düşük, düşük, orta, yüksek} şeklinde bir set oluşacaktır. Aynı şekilde ikinci uzman karşılaştırmasını “en fazla orta” olarak yapmıştır. Bu dilsel ifadenin ayrı set şeklindeki ifadesi {önemsiz, çok düşük, düşük, orta} olacaktır.

Üçüncü uzman ise satın alma- yakıt tüketimi karşılaştırmasında “en az orta” şeklinde bir dilsel ifade ortaya koymaktadır. Bu dilsel ifade ise {orta, yüksek, çok yüksek, muazzam} şeklinde ayrı set olarak ifade edilmektedir. Tüm karşılaştırmalar bu şekilde ayrı set

setlere dönüştürüldüğünde ayrık setler dilsel ifadelerin karşılık geldiği değerleri yansıtacaktır.

Ayrık setler bir sonraki adımda alt ve üst sınırlarını belirtecek şekilde zarf haline getirilecektir. Örneğin; birinci uzmanın {önemsiz, çok düşük, düşük, orta, yüksek} olarak ayrık sete dönüştürülen karşılaştırma sonucu [önemsiz-yüksek] veya kısaca [ö-y] olarak gösterilecektir.

Aynı şekilde ikinci uzmanın satın alma- yakıt tüketimi karşılaştırması {önemsiz, çok düşük, düşük, orta} ayrık setiyle ifade edilirken, [önemsiz-orta] ya da kısaca [ö-o] aralığı şeklinde gösterilmektedir. Son olarak “en az orta” karşılaştırması ise {orta, yüksek, çok yüksek, muazzam} şeklinde ayrık sete dönüştürülüyorken [orta-muazzam] ya da kısaca [o-m] aralığı olarak gösterilmektedir.

KBDTS dönüştürme işleminden sonra yapılan, aralıkları gösteren, zarflama sonrasında tüm karşılaştırmalar aralık değerleri şeklini almaktadır. Bu durum Çizelge-13’de gösterilmektedir.

Çizelge-13: Ekonomik Alt Kriteri Dilsel Aralıklar

1	E1	E2	E3	E4
E1	-	[ö-y]	[d-y]	[ö-y]
E2	[d-m]	-	[o-m]	[ö-y]
E3	[d-y]	[ö-o]	-	[d-y]
E4	[d-m]	[d-m]	[d-y]	-
2	E1	E2	E3	E4
E1	-	[ö-o]	[ö-o]	[çd-y]
E2	[o-m]	-	[o-m]	[d-y]
E3	[o-m]	[ö-o]	-	[ö-o]
E4	[d-y]	[d-y]	[ö-y]	-
3	E1	E2	E3	E4
E1	-	[o-m]	[o-m]	[d-y]
E2	[ö-o]	-	[d-m]	[o-m]
E3	[ö-o]	[ö-y]	-	[d-y]
E4	[d-y]	[ö-o]	[d-y]	-

Sonraki aşama üç farklı görüşün grup kararı olarak birleştirilmesi olacaktır. Bu işlemler için ana kriterlerin grup kararı toplanırken kullanılan aynı operatör kullanılacaktır. Bu ölçek ve toplama operatörü kullanılarak uzman görüşlerinden elde edilen aralık değerleri grup kararının oluşturulması için kullanılacaktır. Bu maksatla iyimser ve kötümser grup kararları oluşturulacaktır.

Kötümser grup kararının hesaplanabilmesi için örneğin satın alma- yakıt tüketimi karşılaştırmasında yapılacak hesaplama şu şekildedir:

$$K_{E12} = \Delta \left(\frac{1}{3} (\Delta^{-1}(\ddot{o}, 0) + \Delta^{-1}(\ddot{o}, 0) + \Delta^{-1}(o, 3)) \right) = \Delta \left(\frac{1}{3} (0 + 0 + 3) \right) = \Delta(1) \\ = (\text{çd}, -0,00)$$

İyimser grup kararları için de toplama operatörü kullanılarak satın alma- yakıt tüketimi karşılaştırması için kullanılacak hesaplama şu şekildedir:

$$I_{E12} = \Delta \left(\frac{1}{3} (\Delta^{-1}(y, 4) + \Delta^{-1}(o, 3) + \Delta^{-1}(m, 6)) \right) = \Delta \left(\frac{1}{3} (4 + 3 + 6) \right) = \\ \Delta(4,33) = (y, +0,33)$$

Yapılan bütün karşılaştırmalar için hesaplanan iyimser ve kötümser grup kararları Çizelge-14’de gösterilmektedir.

Çizelge-14: Ekonomik Ana Kriteri Grup Kararları

K	E1	E2	E3	E4
E1		(çd,-.00)	(d,-.33)	(çd,-.00)
E2	(d,-.33)		(o,-.33)	(d,-.33)
E3	(d,-.33)	(ö,-.00)		(çd,+.33)
E4	(d,-.00)	(çd,+.33)	(çd,+.33)	
İ	E1	E2	E3	E4
E1		(y,+.33)	(y,+.33)	(y,-.00)
E2	(çy,-.00)		(m,-.00)	(çy,-.33)
E3	(y,+.33)	(o,+.33)		(y,-.33)
E4	(çy,-.33)	(y,+.33)	(y,-.00)	

Sonraki aşama iyimser ve kötümser hesaplamaların her bir kriter için aralık değerlerine dönüştürülmesidir. Örneğin; satın alma alt kriteri için bu hesaplama:

$$\left[\left(\left((\text{çd}, -0.00) + (d, -0.33) + (\text{çd}, -0.00) \right) \div 3 \right), \left(\left((y, +0.33) + (y, +0.33) + (y, -0.00) \right) \div 3 \right) \right] = [(\text{çd}, +0.22), (y, +0.22)]$$
 olarak hesaplanmaktadır. Buna karşılık gelen sayısal aralık ise, [1,22 ; 4,22] olmaktadır. Hesaplanan aralıkların orta noktaları bulunmaya müteakip aralıkların normalize edilmesiyle, ekonomik ana kriteri altında yer alan alt kriterler için ağırlıklar bulunmuş olacaktır. Bu ağırlıklar kriterlerin önem sıralamasını da işaret etmektedir. Çizelge-15’de ekonomik ana kriteri altındaki alt kriterler için önem sıralamasını da ortaya koyan bu işlemlerin tamamı özetlenmektedir.

Çizelge-15: Ekonomik Kriteri Kendi İçindeki Önem Sıralaması

	DİLSEL ARALIK	RAKAMSAL KARŞILIĞI	ORTA NOKTASI	KRİTER AĞIRLIKLARI
E1	$[(\text{çd}, +0.22), (y, +0.22)]$	[1,22 ; 4,22]	2,72	0,2333
E2	$[(d, -0.00), (\text{çy}, +0.22)]$	[2,00 ; 5,22]	3,61	0,3095
E3	$[(\text{çd}, -0.00), (y, -0.23)]$	[1,00 ; 3,77]	2,38	0,2047
E4	$[(d, -0.45), (y, +0.33)]$	[1,55 ; 4,33]	2,94	0,2523

4.7. ALTERNATİFLERİN HER BİR KRİTERE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu kısma kadar öncelikle ana kriterlerin kendi aralarında sonrasında ise alt kriter gruplarının kendi aralarında üç ayrı uzman tarafından yapılan karşılaştırmaları ortalama toplama operatörü kullanılarak grup kararları hesaplanmıştır. Bu kısımda ise aynı algoritma kullanılarak aralarından seçim yapılacak alternatiflerin her bir alt kriter göre birbiriyle karşılaştırılması yapılacaktır.

İlk aşamada ana kriterlerin kendi arasında karşılaştırılması için 1(bir), sonrasında alt kriter gruplarının kendi içinde karşılaştırıldığı toplam 8(sekiz) karşılaştırma ve son olarak bu kısımda bahsedilen alternatiflerin her bir alt kriter göre karşılaştırıldığı 42(kırk iki) karşılaştırma ile toplamda 51(elli bir) karşılaştırma yapılmış olacaktır.

Bu kısımda bahsedilen karşılaştırmalara örnek olması için “envantere uyum” alt kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması izah edilecektir. Çizelge-16,17 ve 18 ‘de bunlar için uzman karşılaştırmalarının dilsel ifadeler şeklinde karşılaştırmaları yer almaktadır.



Çizelge-16: Alternatifler İçin Birinci Uzman Karşılaştırmaları

	D	L	A	H	X	R	K
D	-	Orta	En az yüksek	En az yüksek	Yüksek ile muazzam arasında	Orta ile çok yüksek arasında	En az yüksek
L	Orta	-	En az yüksek	En az yüksek	Yüksek ile muazzam arasında	Orta ile çok yüksek arasında	En az yüksek
A	En fazla düşük	En fazla düşük	-	Orta	Orta ile yüksek arasında	Orta ile yüksek arasında	Orta ile yüksek arasında
H	En fazla düşük	En fazla düşük	Orta	-	Orta ile yüksek arasında	Orta	Orta ile yüksek arasında
X	Önemsiz ile düşük arasında	Önemsiz ile düşük arasında	Düşük ile orta arasında	Düşük ile orta arasında	-	Düşük ile orta arasında	Orta
R	Çok düşük ile orta arasında	Çok düşük ile orta arasında	Düşük ile orta arasında	Orta	Orta ile yüksek arasında	-	Yüksek ile muazzam arasında
K	En çok düşük	En çok düşük	Düşük ile orta arasında	Düşük ile orta arasında	Orta	Önemsiz ile düşük arasında	-

Çizelge-17: Alternatifler İçin İkinci Uzman Karşılaştırmaları

	D	L	A	H	X	R	K
D	-	Düşük ile yüksek arasında	En fazla düşük	Düşük ile yüksek arasında	En az orta	En fazla düşük	En az orta
L	Düşük ile yüksek arasında	-	Düşük	Orta	En az orta	En fazla düşük	Orta
A	En az yüksek	Yüksek	-	En az orta	Muazzam	Düşük ile yüksek arasında	En az yüksek
H	Düşük ile yüksek arasında	Orta	En fazla orta	-	En az yüksek	En fazla düşük	En fazla yüksek
X	En fazla orta	En fazla orta	Önemsiz	En fazla düşük	-	Önemsiz	Düşük ile yüksek arasında
R	En az yüksek	En az yüksek	Düşük ile yüksek arasında	En az yüksek	Muazzam	-	En az yüksek
K	En fazla orta	Orta	En fazla düşük	En az düşük	Düşük ile yüksek arasında	En fazla düşük	-

Çizelge-18: Alternatifler İçin Üçüncü Uzman Karşılaştırmaları

	D	L	A	H	X	R	K
D	-	Orta	En az yüksek	En az yüksek	Yüksek ile muazzam arasında	Orta ile çok yüksek arasında	En az yüksek
L	Orta	-	En az çok yüksek	En az çok yüksek	Muazzam	Orta ile çok yüksek arasında	Muazzam
A	En fazla düşük	En fazla çok düşük	-	Orta	Orta ile yüksek arasında	Orta ile yüksek arasında	Orta ile yüksek arasında
H	En fazla düşük	En fazla çok düşük	Orta	-	Orta ile yüksek arasında	Orta	Orta ile yüksek arasında
X	Önemsiz ile düşük arasında	Önemsiz	Düşük ile orta arasında	Düşük ile orta arasında	-	Düşük ile orta arasında	Orta
R	Çok düşük ile orta arasında	Çok düşük ile orta arasında	Düşük ile orta arasında	Orta	Orta ile yüksek arasında	-	Orta ile yüksek arasında
K	En fazla düşük	Önemsiz	Düşük ile orta arasında	Düşük ile orta arasında	Orta	Düşük ile orta arasında	-

Bundan sonraki adımda uzmanlardan alınan ikili karşılaştırmaların KBDTS şekline dönüştürülmesi gerekmektedir. Böylece uzmanların belirttiği dilsel ifadelerin önerilen modelde oluşturulan algoritmaya göre hangi dilsel setleri kapsadığı ortaya çıkacaktır. Önceki kısımlarda algoritma anlatıldığı için bu kısımda tekrar anlatılmayacaktır. Çizelge-19’da “envantere uyum” kriteri için alternatiflerin birbiriyle karşılaştırmasına yönelik dilsel aralıklar görülmektedir.

Çizelge-19: Envantere Uyum Kriterine Göre Alternatiflerin Dilsel Aralıkları

1	D	L	A	H	X	R	K
D	-	[o-o]	[y-m]	[y-m]	[y-m]	[o-çy]	[y-m]
L	[o-o]	-	[y-m]	[y-m]	[y-m]	[o-çy]	[y-m]
A	[ö-d]	[ö-d]	-	[o-y]	[o-y]	[o-y]	[o-y]
H	[ö-d]	[ö-d]	[o-o]	-	[o-y]	[o-o]	[o-y]
X	[ö-d]	[ö-d]	[d-o]	[d-o]	-	[d-o]	[o-o]
R	[çd-o]	[çd-o]	[d-o]	[o-o]	[o-y]	-	[y-m]
K	[ö-d]	[ö-d]	[d-o]	[d-o]	[o-o]	[ö-d]	-
2	D	L	A	H	X	R	K
D	-	[d-y]	[ö-d]	[d-y]	[o-m]	[ö-d]	[o-m]
L	[d-y]	-	[d-d]	[o-o]	[o-m]	[ö-d]	[o-o]
A	[y-m]	[y-y]	-	[o-m]	[m-m]	[d-y]	[y-m]
H	[d-y]	[o-o]	[ö-o]	-	[y-m]	[ö-d]	[ö-y]
X	[ö-o]	[ö-o]	[ö-ö]	[ö-d]	-	[ö-ö]	[d-y]
R	[y-m]	[y-m]	[d-y]	[y-m]	[m-m]	-	[y-m]
K	[ö-o]	[o-o]	[ö-d]	[d-m]	[d-y]	[ö-d]	-
3	D	L	A	H	X	R	K
D	-	[o-o]	[y-m]	[y-m]	[y-m]	[o-çy]	[y-m]
L	[o-o]	-	[çy-m]	[çy-m]	[m-m]	[o-çy]	[m-m]
A	[ö-d]	[ö-çd]	-	[o-o]	[o-y]	[o-y]	[o-y]
H	[ö-d]	[ö-çd]	[o-o]	-	[o-y]	[o-o]	[o-y]
X	[ö-d]	[ö-ö]	[d-o]	[d-o]	-	[d-o]	[o-o]
R	[çd-o]	[çd-o]	[d-o]	[o-o]	[o-y]	-	[o-y]
K	[ö-d]	[ö-ö]	[d-o]	[d-o]	[o-o]	[d-o]	-

Dilsel aralıklardan sonra önerilen modeldeki operatör ve daha önceki kısımlarda aktarılan ölçek kullanılarak iyimser ve kötümser şekilde grup kararlarının ortaya konması gerekmektedir. Grup kararlarını ortaya koyan veriler çizelge-20’de bu kararlar kullanılarak yapılan hesaplamalarla “envantere uyum” kriterine göre yapılan alternatif sıralamasının da içinde bulunduğu veriler çizelge-21’de gösterilmektedir. Çizelge-21 ile “envantere uyum” kriterine göre alternatiflerin göreceli önem sıralaması ortaya çıkmaktadır.

Çizelge-20: Envantere Uyum Kriterine Göre Grup Kararları

K	D	L	A	H	X	R	K
D	-	(o,-.33)	(o,-.33)	(o,+.33)	(y,-.33)	(d,-.00)	(y,-.33)
L	(o,-.33)	-	(y,-.33)	(y,-.00)	(y,+.33)	(d,-.00)	(y,+.33)
A	(çd,+.33)	(çd,+.33)	-	(o,-.00)	(y,-.00)	(o,-.33)	(o,+.33)
H	(çd,-.33)	(çd,-.00)	(d,-.00)	-	(o,+.33)	(d,-.00)	(d,-.00)
X	(ö,-.00)	(ö,-.00)	(çd,+.33)	(çd,+.33)	-	(çd,+.33)	(o,-.33)
R	(d,-.00)	(d,-.00)	(d,-.00)	(o,+.33)	(y,-.00)	-	(y,-.33)
K	(ö,-.00)	(çd,-.00)	(çd,+.33)	(d,-.00)	(o,-.33)	(çd,-.33)	-
İ	D	L	A	H	X	R	K
D	-	(o,+.33)	(çy,-.33)	5,33	(m,-.00)	(y,-.00)	(m,-.00)
L	(o,+.33)	-	(çy,-.33)	(çy,-.00)	(m,-.00)	(y,-.00)	(çy,-.00)
A	(o,+.33)	(o,-.33)	-	(y,+.33)	(çy,-.33)	(y,-.00)	(çy,-.33)
H	(o,-.33)	(d,+.33)	(o,-.00)	-	(çy,-.33)	(o,-.33)	(y,-.00)
X	(d,+.33)	(d,-.33)	(d,-.00)	(o,-.33)	-	(d,-.00)	(o,+.33)
R	(y,-.00)	(y,-.00)	(o,+.33)	(y,-.00)	(çy,-.33)	-	(çy,+.33)
K	(d,+.33)	(d,-.33)	(o,-.33)	(y,-.00)	(o,+.33)	(d,+.33)	-

Çizelge-21: Envantere Uyum Kriterine Göre Alternatif Ağırlıkları

	DİLSEL ARALIK	RAKAMSAL KARŞILIĞI	ORTA NOKTASI	KRİTER AĞIRLIKLARI
D	[(o,-.00),(çy,-.12)]	[3,00 ; 4,88]	3,94	0,1870
L	[(o,+.50),(çy,-.34)]	[3,50 ; 4,66]	4,08	0,1936
A	[(o,-39),(y,-.06)]	[2,61 ; 3,94]	3,27	0,1554
H	[(çd,+.17),(o,+.22)]	[1,83 ; 3,22]	2,52	0,1198
X	[(çd,+.11),(d,+.33)]	[1,11 ; 2,33]	1,72	0,0816
R	[(o,-.17),(y,+.22)]	[2,83 ; 4,22]	3,52	0,1673
K	[(çd,+.27),(o,-.28)]	[1,27 ; 2,72]	2	0,0948

Çizelge-21'deki kriter ağırlıkları sütunu alternatiflerin “envantere uyum” alt kriterine göre önem sırasını göstermektedir. En yüksek değerleri alan iki alternatif gerçekten kurum envanterinde bulunmaktadır.

4.8. KARŞILAŞTIRMALARIN BİRLEŞTİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

Tüm karşılaştırmaların önerilen modeldeki algoritma ile değerlendirilmesinden sonar ana kriter, alt kriterler ve her alt kritere göre alternatiflerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu kısımda çizelge-20'de tamamı gösterilen bu ağırlıklar ve genel sıralamaya değinilecektir.

Öncelikle ana kriter ve alt kriter ağırlıkları çarpımı kullanılarak alt kriterlerin genel ağırlıkları elde edilmektedir. Böylelikle bu değerler kullanılarak genel sonuca gidilecektir. Alt kriterlerin genel ağırlıkları aynı zamanda ilgili alt kriterin karar sürecinin genelinde ne kadar etkili olduğunu ifade etmektedir.

Son aşamada ise alternatiflerin her bir kritere göre ağırlıkları alt kriter genel ağırlıkları ile çarpılarak sonuçlarının toplanmasıyla genel performans değerleri elde edilmektedir.

Çizelge-22: Alternatiflerin Genel Sıralamaları

KRİTER	ANA KRİTER AĞIRLIĞI	ALT KRİTER AĞIRLIĞI VE GENEL AĞIRLIĞI		ALTERNATİF DEĞERLENDİRMELERİ						
				D	L	A	H	X	R	K
D	0,0996									
D1		0,2256	0,0225	0,1323	0,1230	0,1812	0,1984	0,0622	0,1984	0,1045
D2		0,2033	0,0203	0,1871	0,1937	0,1555	0,1199	0,0817	0,1673	0,0949
D3		0,1922	0,0191	0,1334	0,1532	0,1691	0,1625	0,0911	0,1731	0,1176
D4		0,1894	0,0189	0,1362	0,1362	0,1720	0,1865	0,0899	0,1759	0,1032
D5		0,1894	0,0189	0,1405	0,1430	0,1747	0,1861	0,0671	0,1810	0,1076
K	0,1085									
K1		0,1220	0,0132	0,1414	0,1440	0,1702	0,1649	0,0929	0,1793	0,1073
K2		0,1645	0,0178	0,1461	0,1620	0,1567	0,1753	0,0930	0,1660	0,1009
K3		0,1442	0,0156	0,1725	0,1699	0,1739	0,1686	0,0575	0,1647	0,0928
K4		0,1885	0,0205	0,1455	0,1481	0,1614	0,1720	0,0979	0,1667	0,1085
K5		0,1719	0,0186	0,1250	0,1434	0,1697	0,2066	0,0776	0,1724	0,1053
K6		0,2089	0,0227	0,1326	0,1485	0,1963	0,1883	0,0597	0,1897	0,0849
P	0,1440									
P1		0,1796	0,0259	0,1129	0,1575	0,1706	0,1759	0,0840	0,2113	0,0879
P2		0,1638	0,0236	0,1729	0,1689	0,2035	0,1449	0,0545	0,1516	0,1037
P3		0,1284	0,0185	0,1446	0,1499	0,1379	0,2003	0,0782	0,1592	0,1300
P4		0,1481	0,0213	0,1147	0,1656	0,1864	0,1695	0,0913	0,1186	0,1538
P5		0,1376	0,0198	0,1363	0,1350	0,1835	0,1940	0,0786	0,1756	0,0970
P6		0,1651	0,0238	0,1391	0,1974	0,1205	0,1775	0,1139	0,1311	0,1205
P7		0,0773	0,0111	0,1245	0,1669	0,1934	0,1921	0,0675	0,1470	0,1086
G	0,1775									
G1		0,1770	0,0314	0,1746	0,1653	0,1680	0,1772	0,0556	0,1799	0,0794
G2		0,2166	0,0384	0,0977	0,1823	0,1810	0,1784	0,0924	0,1680	0,1003
G3		0,1168	0,0207	0,1275	0,1745	0,1671	0,1683	0,0804	0,1844	0,0978
G4		0,2128	0,0378	0,1534	0,1402	0,1865	0,1693	0,1138	0,1614	0,0754
G5		0,0791	0,0140	0,1177	0,1746	0,1693	0,1772	0,0899	0,1746	0,0966
G6		0,1977	0,0351	0,1207	0,1667	0,1903	0,1417	0,0879	0,1890	0,1037
E	0,1134									
E1		0,2333	0,0265	0,1510	0,1576	0,1656	0,1073	0,1338	0,1536	0,1311
E2		0,3095	0,0351	0,1085	0,1935	0,1529	0,1033	0,1516	0,1569	0,1333
E3		0,2048	0,0232	0,1297	0,2005	0,1457	0,1537	0,1110	0,1631	0,0963
E4		0,2524	0,0286	0,1555	0,1801	0,1569	0,1774	0,0682	0,1760	0,0859
S	0,1065									
S1		0,1885	0,0201	0,1503	0,1865	0,1619	0,1606	0,0855	0,1684	0,0868
S2		0,1803	0,0192	0,1462	0,1818	0,1713	0,1476	0,1001	0,1673	0,0856
S3		0,1585	0,0169	0,1869	0,1922	0,1529	0,1346	0,0641	0,1686	0,1007
S4		0,2760	0,0294	0,1508	0,1720	0,1640	0,1667	0,0767	0,1892	0,0807
S5		0,1967	0,0210	0,1481	0,1759	0,1667	0,1653	0,0847	0,1772	0,0820
Ç	0,1252									
Ç1		0,2973	0,0372	0,1444	0,1680	0,1207	0,1391	0,1535	0,0958	0,1785
Ç2		0,2477	0,0310	0,1307	0,2160	0,1253	0,1213	0,1573	0,0893	0,1600
Ç3		0,2973	0,0372	0,1311	0,1550	0,1828	0,1801	0,0742	0,1788	0,0980
Ç4		0,1577	0,0197	0,1185	0,1484	0,1797	0,1927	0,0977	0,1693	0,0938
T	0,1252									
T1		0,1864	0,0234	0,1501	0,1594	0,1594	0,1594	0,0863	0,1780	0,1076
T2		0,0932	0,0117	0,1524	0,1669	0,1353	0,1551	0,0657	0,1827	0,1419
T3		0,1808	0,0226	0,1414	0,1636	0,1963	0,1806	0,0602	0,1832	0,0746
T4		0,2684	0,0336	0,1232	0,1589	0,1722	0,1695	0,0795	0,1894	0,1073
T5		0,2712	0,0340	0,1506	0,1823	0,1664	0,1625	0,0898	0,1929	0,0555
GENEL PERFORMANS DEĞERİ				0,1393	0,1670	0,1669	0,1640	0,0911	0,1674	0,1044

Ana kriterlerin sıralamasına bakıldığında en önemli kriterin güvenlik olduğu göze çarpmaktadır. Buradan çıkan sonuç kamu güvenliğini sağlayacak kurumların öncelikle kendi can güvenliğini sağlama gerekliliğini desteklemektedir. En önemsiz ana kriter ise dış özellikler olarak gözükmektedir. Bu ana kriterin altındaki kriterlere bakılınca en büyük öneme etkileycilik alt kriterinin sahip olduğu görülmektedir.

Çevre ve sosyal etkiler ana kriteri ise geleneksel çalışmalarda kendine çoğu zaman yer bile bulamamış olmasına rağmen %12,5 gibi ciddi bir önem payı ile dış özellikler, kullanım konforu ve hatta satış sonrası hizmet ve ekonomiklik kriterlerini geride bırakmaktadır. Böylelikle çevre ve sosyal etkilerin önemi de çalışma özelinde ispatlanmaktadır.

Bu hesaplamalara göre alternatif sıralamaları da ortaya çıkmaktadır. Bu noktada yapılması gereken hem çalışmanın işlevselliğini görmek hem de alternatiflerin sıralanmasında kriterlerin paylarını ortaya koyarak bu payların değişimine göre alternatiflerin esnekliğini ölçmektir. Bunun için duyarlılık analizi yapılacaktır.

4.9. DUYARLILIK ANALİZİ

Duyarlılık analizi değişen modellerin çözümüyle elde edilen sonuçların modeldeki değişimlere karşı ne kadar esnek ve tutarlı olduğunu ortaya koyabilmek için yapılmaktadır. Bu bağlamda duyarlılık analizinde kriterlerdeki küçük değişimler izlenerek sonuçlar üzerindeki etkisi incelenip hangi noktalarda kritik kırılmalar yaşandığı analiz edilmektedir.

Çalışmanın bu kısmında Triantaphyllou (2000) önerdiği eşitlik kullanılarak ana kriterlerin bağıl değişimleri hesaplanacak, modelde bu hesaplar yerine konularak sonuçlardaki değişiklikler izlenecektir.

$$w_j = (1 - w_i) \times \left(\frac{w_j^*}{(1 - w_i^*)} \right)$$

4.1.

Eşitlikte w_j aradığımız değer olan j kriterinin yeni değerini ifade etmektedir. w_i ise ağırlığını değiştirdiğimiz kriterin değiştiğinde alacağı değerdir. W_i^* ve W_j^* ifadeleri ise i ve j kriterlerinin değişimden önceki değerlerini göstermektedir.

Eşitliğe göre “dış özellikler” ana kriterinin normal şartlarda çözümdeki ağırlığı 0,0996 iken, yaklaşık iki katına çıkarmak istersek yani %20 yapmak istersek çözümdeki ağırlığı 0,1085 olan “kullanım konforu” kriteri bu durumda $(1 - 0,2) \times \left(\frac{0,1085}{(1-0,0996)} \right) = 0,0964$ değerini alacaktır. Bu şekilde diğer kriterler de hesaplanarak bir kriterin ağırlığının %20 olmasına karşılık diğerlerinin yeni değerleri bulunabilmektedir.

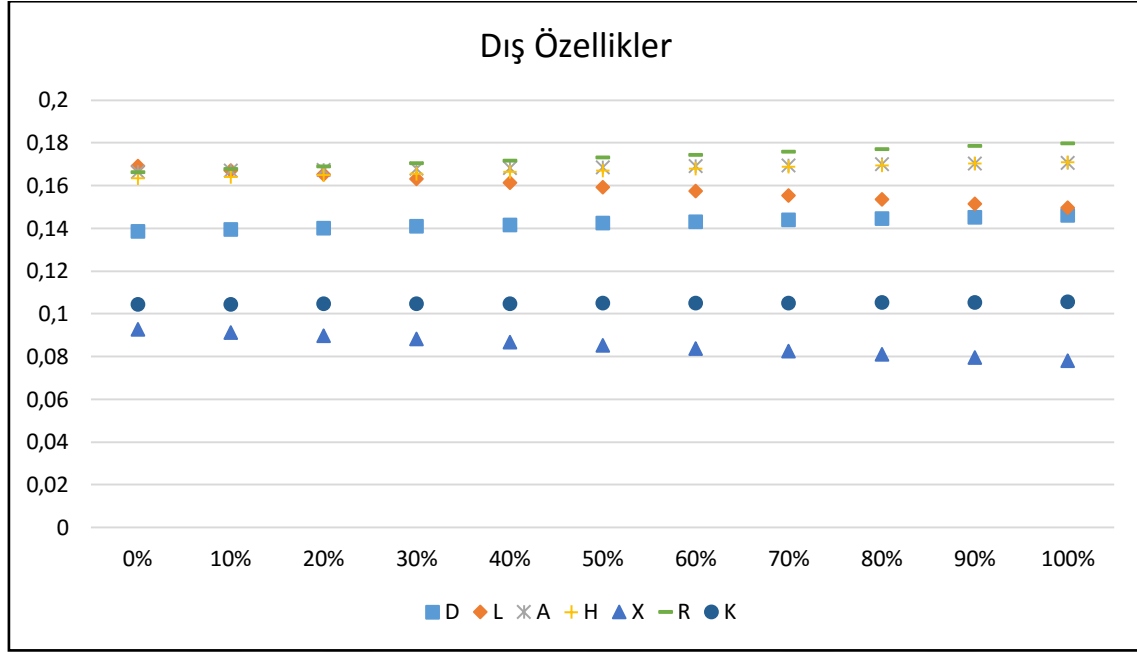
Tüm kriterler için hesaplamalar yapıldıktan sonra bu kez başta seçilen kriter için farklı bir ağırlık seçilip hesaplamalar tekrarlanmaktadır. Seçilen ağırlıkların ağırlığı bu çalışma için %10 dilimlik aralıklar şeklinde oluşturulmuştur. Çizelge-22 üzerinde “dış özellikler” ana kriterinin 0 ile 1 arasındaki %10’luk dilimlerdeki değişimi ve buna karşılık diğer ana kriterlerin karşılık geldiği değerlerdeki değişimler görülmektedir. İlk satırdaki rakamsal değerler normal çözüm sonucu ana kriter ağırlıklarını göstermektedir.

Çizelge-23: Dış Özellikler Ana Kriteri Değişimine Göre Diğer Kriterler

KRİTER	D	K	P	G	E	S	Ç	T
AĞIRLIK	0,0996	0,1085	0,1440	0,1775	0,1134	0,1065	0,1252	0,1252
0%	0,0000	0,1205	0,1599	0,1972	0,1260	0,1183	0,1391	0,1391
10%	0,1000	0,1084	0,1439	0,1774	0,1134	0,1065	0,1252	0,1252
20%	0,2000	0,0964	0,1279	0,1577	0,1008	0,0946	0,1113	0,1113
30%	0,3000	0,0843	0,1119	0,1380	0,0882	0,0828	0,0974	0,0974
40%	0,4000	0,0723	0,0959	0,1183	0,0756	0,0710	0,0835	0,0835
50%	0,5000	0,0602	0,0800	0,0986	0,0630	0,0591	0,0696	0,0696
60%	0,6000	0,0482	0,0640	0,0789	0,0504	0,0473	0,0556	0,0556
70%	0,7000	0,0361	0,0480	0,0591	0,0378	0,0355	0,0417	0,0417
80%	0,8000	0,0241	0,0320	0,0394	0,0252	0,0237	0,0278	0,0278
90%	0,9000	0,0120	0,0160	0,0197	0,0126	0,0118	0,0139	0,0139
100%	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

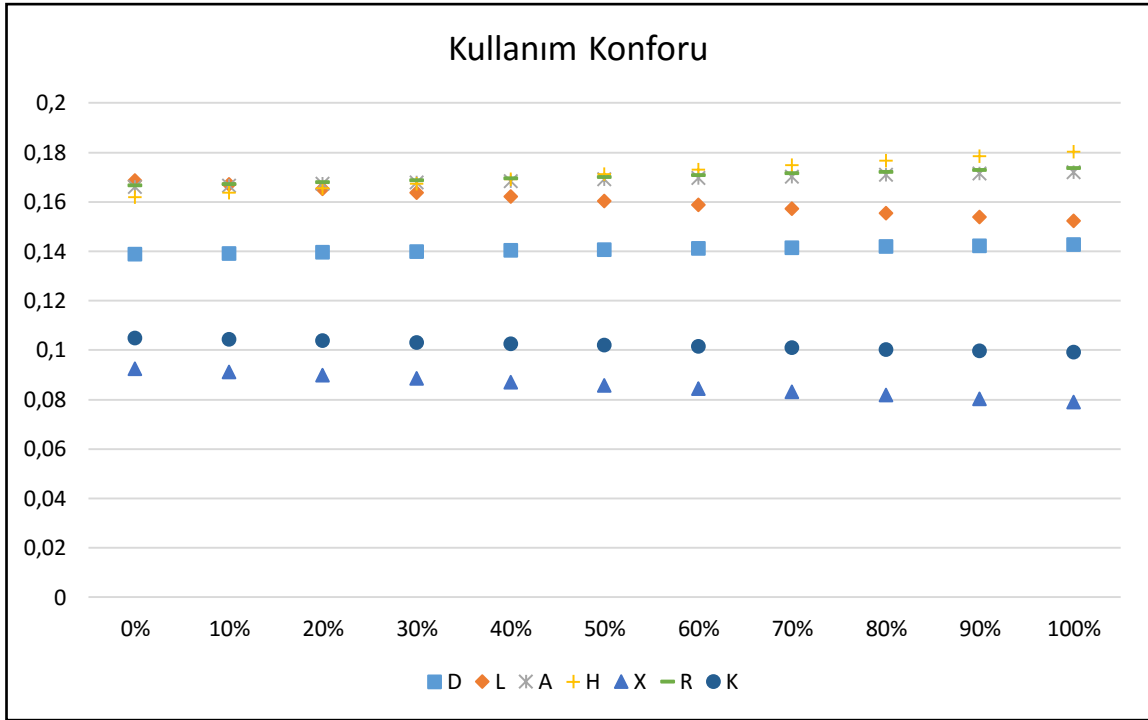
Benzer şekilde tüm kriterler için her seferinde tak bir kriter sabit alınıp 0-1 arasında hesaplamalar yapıldığı takdirde genel tabloda ayrı ayrı yerine koyabileceğimiz ana kriter ağırlıkları bulunmuş olacaktır. Bu ana kriter ağırlıkları kullanılarak yapılacak

hesaplamalar neticesinde bulunacak genel alternatif ağırlıkları neticesinde duyarlılık analizini yapabileceğimiz grafikler için yeterli veri oluşmuş olacaktır. Şekil-17 ile şekil-24 arasındaki şekillerdeki grafikler bu maksatla oluşturulmuştur. Duyarlılık analizi süreci bunların yorumlanması suretiyle yapılacaktır.



Şekil-17: Dış Özellikler Kriteri Duyarlılık Analizi

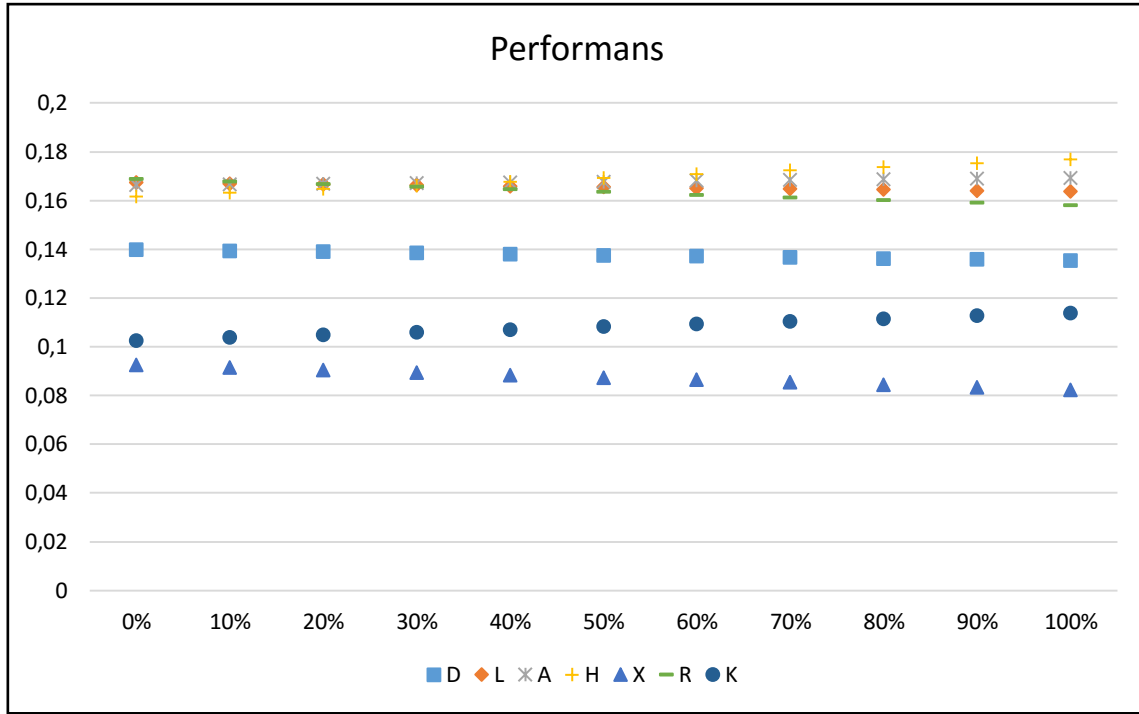
Dış özellikler kriterine ait duyarlılık analizi grafiği incelendiğinde K alternatifi hariç her alternatfin bu kriterdeki dalgalanmalardan etkilendiği görülmektedir. L ve X alternatifleri bu kriterin ağırlığı arttırıldıkça çözümdeki önemini yitirmekte K alternatifi haricindekiler ise tam tersi önemini artırmaktadır. Buradan çıkan sonuç dış özellikler kriteri K alternatifindeki arazi aracını neredeyse hiç etkilememektedir. Geri kalan araçlarda ise L ve X alternatifi için bu kriter olumsuz bir rol oynamaktadır. Diğer bir deyişle karar vericilerin dış özellikler konusundaki beklentilerinin artması bu alternatifleri D, A, H ve R alternatiflerindeki araçlar karşısında artarak azalan bir değer kaybına uğratmaktadır.



Şekil-18: Kullanım Konforu Duyarlılık Analizi

Kullanım konforu kriteri her alternatif için önemli gözükmemektedir. Bu kriterin önemsiz kabul edildiği %0 noktasında en büyük ağırlık derecesine sahip olan kriterlerin L, A, H ve R alternatifleri olduğu görülürken kriterin önem derecesi arttıkça başta bunlar arasında en düşük ağırlık derecesine sahip olan H alternatif değerinin diğer hepsinin üzerine çıktığı görülmektedir. Bu noktada H alternatifinin kullanım konforu kriteri tarafından karar sürecinde en çok temsil edilen alternatif olduğu söylenebilir. X ve K alternatifleri ise bu kriterin önemi arttıkça olumsuz etkilendikleri açıktır.

Performans kriteri için grafik incelendiğinde H ve A alternatifleri hariç kriter önem düzeyi arttırıldıkça tüm alternatiflerin önem ağırlıkları olumsuz etkilenmektedir. Bu bilgiden yola çıkarak H ve A alternatiflerinin bu kriteri en çok temsil eden alternatifler olduğunu söylemek mümkündür. İlginç bir ayrıntı ise K alternatifi ile ilgili olarak göze çarpmaktadır. Genel tabloda bir çok kriter için X alternatifi ile benzer önem ağırlığı seviyelerinde seyreden bu alternatif performans kriterinin ağırlığı arttırıldıkça önem kazanmaktadır. Karar vericiler tarafından istenilen özelliklerin gözden geçirilmesi durumunda alt seviyede de olsa değerlendirilmesi gereken bir alternatif olarak görülmektedir.

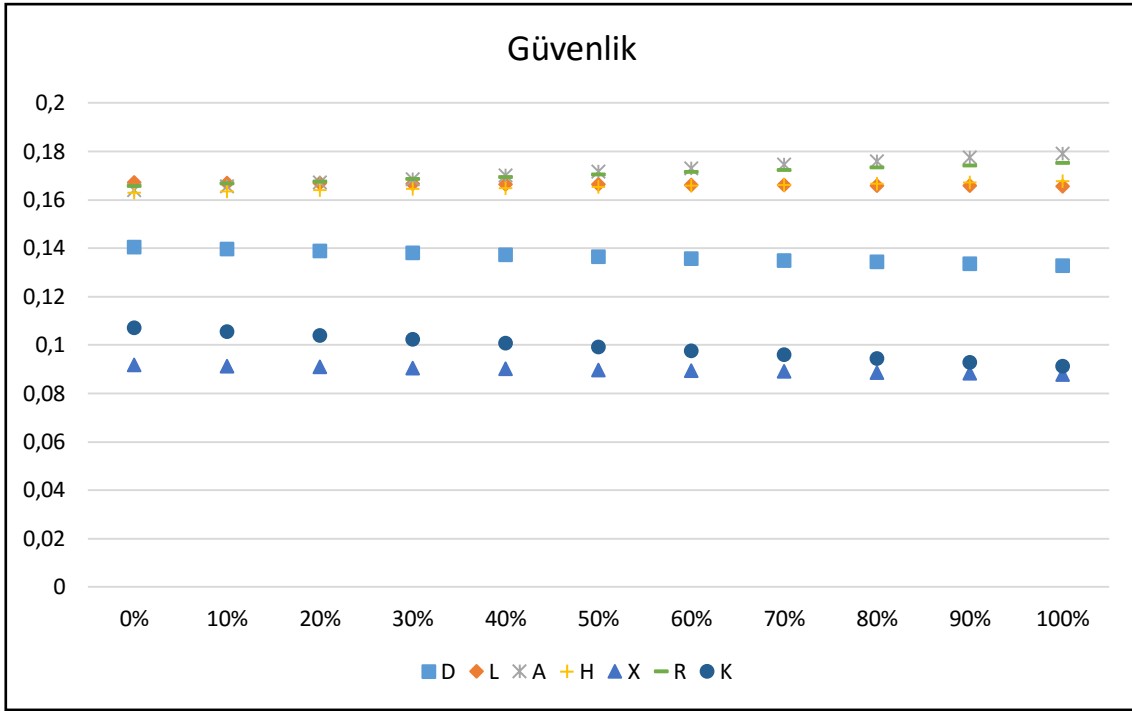


Şekil-19: Performans Kriteri Duyarlılık Analizi

Performans kriteri için kırılma noktası %50 seviyeleri olarak gözükmemektedir. Bu seviyelerden sonra neredeyse tüm alternatifler önemini büyük ölçüde yitirirken A ve H alternatifleri yükselişe geçmektedir. Bu alternatifler en önemli kriter performans ana kriteri olduğunda en önemli alternatifler olmaktadır.

Güvenlik ana kriteri incelendiğinde ise X ve K alternatifleri açısından bir farklılık göze çarpmaktadır. Söz konusu güvenlik olduğunda bu kriterin önem seviyesi arttırıldıkça bu alternatiflerden K önemini yitirmekte X ise arttırmaktadır. Öyle ki bu ana kriterin en önemli hale geldiği %100 seviyesine yaklaşıldıkça bu alternatifler ortada buluşma derecesine gelmektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde her ne kadar performans olarak K alternatifi alt seviyelerde değerlendirmeye alınabilecek bir kriter gibi gözükse de güvenlik açısından gösterdiği olumsuz seyir onu seçim kararının oldukça dışına taşımaktadır.

Güvenlik kriteri açısından eklenebilecek son ama belki de en önemli nokta ise bu kriterdeki başatlar denebilecek A ve R alternatifleridir. Bunlar kriterin her seviyesinde önemini korumakla birlikte kriterin 1'e yaklaştığı uç noktalarda önem seviyelerini en üst düzeye çıkarmaktadır.

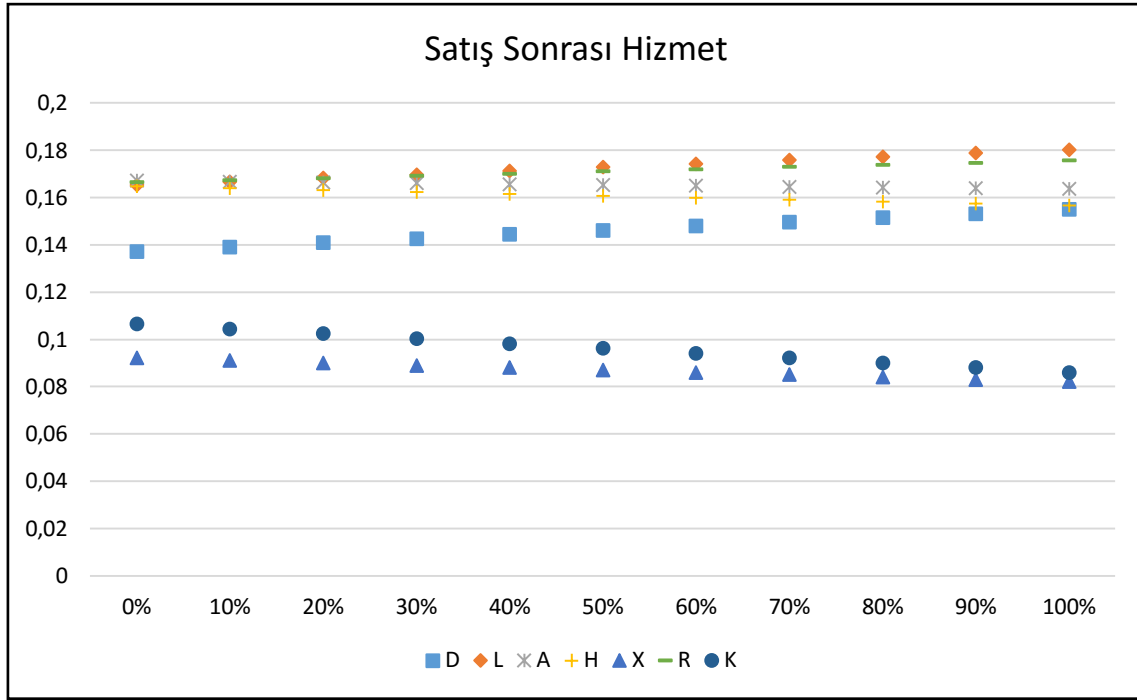


Şekil-20: Güvenlik Kriteri Duyarlılık Analizi

Ekonomik ana kriterindeki değişimler incelendiğinde alternatifler için kırılma noktasının %50-60 seviyeleri arasında olduğu gözlemlenmektedir. Burada dikkat çeken husus diğer kriterler bazında da her zaman alt seviyelerde kalan X ve K alternatiflerinin ekonomik ana kriterinin önemi arttırıldıkça önemli hale gelmesidir.

Bir diğer önemli nokta ise çoğu kriterde önem değeri açısından üst bantlarda bulunan H kriteri ekonomik ana kriterinin ağırlığı arttırıldıkça özellikle kırılma noktasından itibaren hızla önem kaybetmektedir. Bu durum kalitenin ucuza satın alınamayacağı gibi düşünülebilir fakat karar sürecinde tüm kriterler açısından alternatiflerin performansı dikkatle gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu durum bir sonraki kısımda yapılacak senaryo analizleri ile daha detaylı şekilde ifade edilecektir.

Ekonomik ana kriterinden sonra incelenecek kriter satış sonrası hizmet ana kriteridir. Bu kriter hem doğrudan hem de dolaylı olarak kurum için ekonomik ana kriteri kadar önemlidir. Satış sonrası hizmetle alakalı sıkıntılar nedeniyle kaybedilen zamanın kuruma hem ilave maliyet hem de prestij kaybı getireceği düşünülmektedir. Bu sebeple bu kriter için de duyarlılık analizi yapılması önem arz etmektedir.

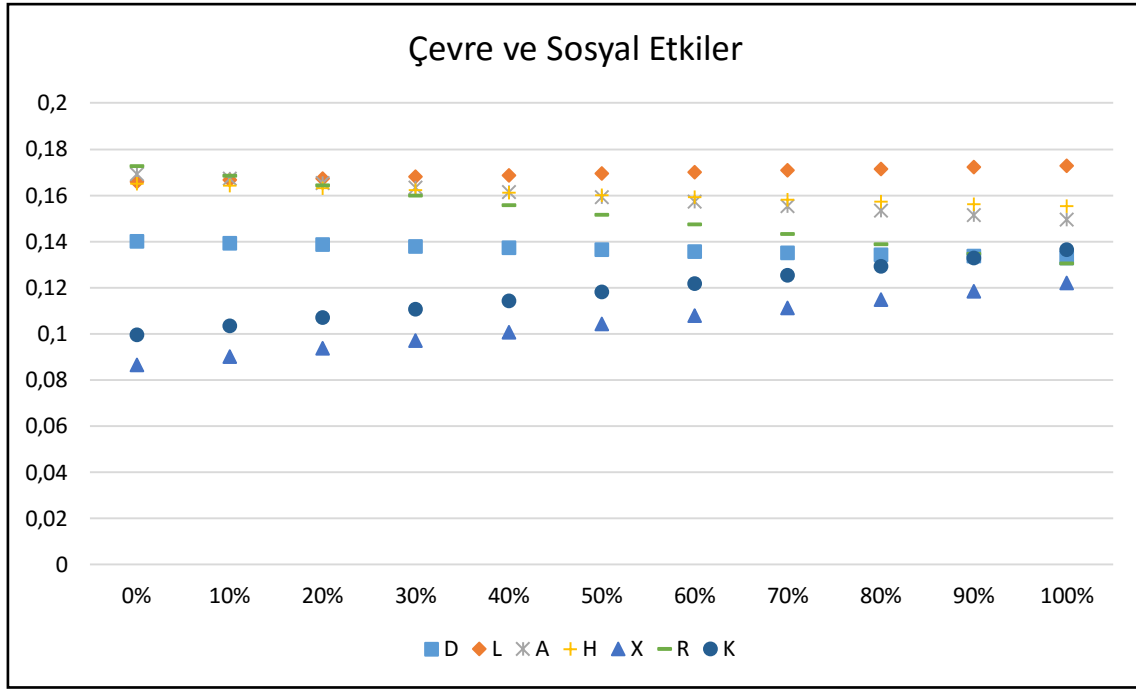


Şekil-21: Satış Sonrası Hizmet Kriteri Duyarlılık Analizi

Satış sonrası hizmet için duyarlılık analizi grafiği incelendiğinde D, X ve K alternatifi haricindeki alternatiflerin belli bir önem değerinin üzerinde aynı noktada birleştikleri görülmektedir. Kriterin önem düzeyi artırıldıkça alt seviyedeki X ve R alternatifleri daha da aşağı giderken D alternatifinin ise önem değerinin yükseldiği gözlemlenmektedir. Bu kriteri en iyi karşılayan alternatiflerin ise L ve R alternatifleri olduğu açıkça görülmektedir.

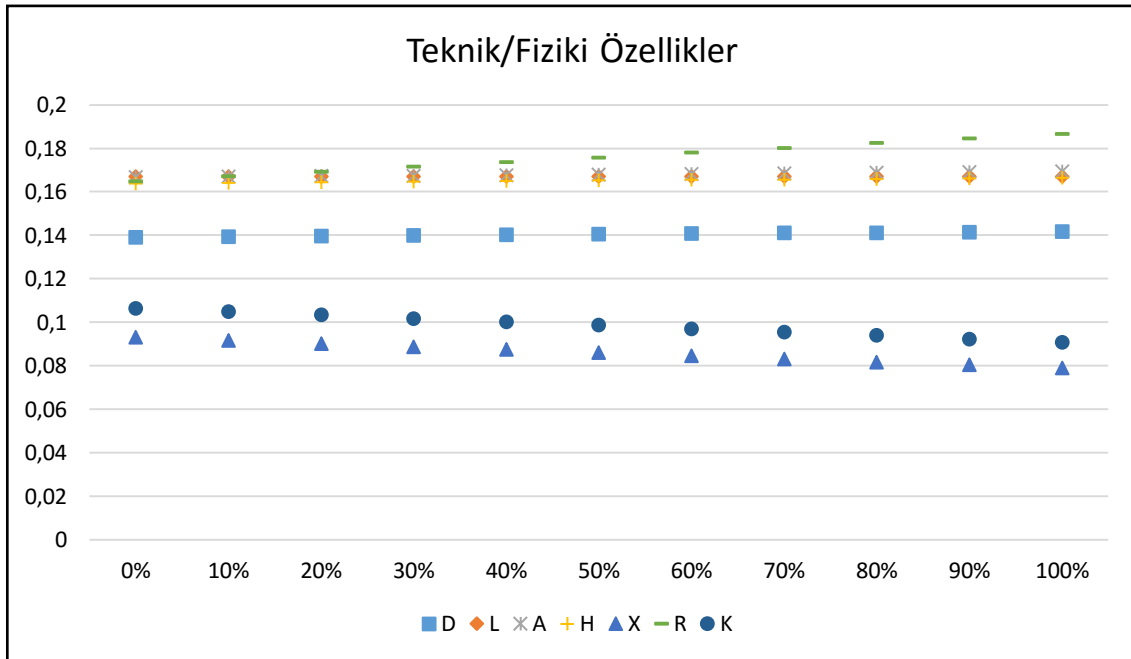
Çalışmanın dikkat çekmek istediği konulardan biri olan çevre ve sosyal etkiler kriterine bağlı olarak yapılan duyarlılık analizinde bu kriterin önemsiz kabul edildiği noktada L, A, H, R alternatifleri neredeyse aynı önem değerine sahipken kriterin önem düzeyi artırıldıkça L alternatifinin galip geleceği görülmektedir.

Kriterin önemsiz olduğu noktalarda %8 ile %10 seviyelerinde olan X ve R alternatifleri ise kriterin önem seviyesi artırıldıkça diğer kriterlerin gerilediği %14 seviyelerine yükselmektedir. Bu kriter ile ilgili en önemli nokta her seviyesinde L alternatifinin başat durumunda kalmasıdır. Bu durum çalışmanın konusu itibarıyla de L alternatifini daha önemli hale getirmektedir.



Şekil-22: Çevre ve Sosyal Etkiler Kriteri Duyarlılık Analizi

Son olarak incelenecek kriter bünyesinde genel manada teknik alt kriterleri barındıran teknik/fiziki özellikler ana kriteridir. Bu kriterin incelendiğinde göze çarpan ilk nokta D alternatifinin her seviyede önem derecesini korumasıdır. Bu kriterde bazında bariz şekilde tercih edilebilir olarak gözükten R alternatifinin ise kriter önem düzeyi artırıldıkça aynı şekilde önemini attırdığı gözlemlenmektedir.



Şekil-23: Teknik/Fiziki Özellikler Kriteri Duyarlılık Analizi

4.10. SENARYOLAR

Modellerin geçerliliğini ve esnek yapısını gösterebilmek adına senaryo analizleri büyük önem arz etmektedir. Bu kısımda yapılacak senaryo analizlerinin amacı gelecekte yaşanabilecek herhangi bir duruma modelin uyum sağlayıp sağlayamayacağını ve kurumun önerilen modeli kendi istekleri doğrultusunda çeşitli değişikliklerle düzenleyerek etkin şekilde kullanıp kullanamayacağını görebilmektir.

Bu kısımda senaryolarla ilgili açıklamalar yapıldıktan sonra her bir senaryonun sonucuna göre alternatiflerin aldıkları önem ağırlıklarının ve dolayısıyla seçim sıralamasının nasıl değiştiği incelenecektir.

4.10.1. Avrupa Birliği Fonu

Bu senaryoya göre gelecekte Avrupa Birliği ile ilişkilerin ilerlemesi ile birlikte birliğin yeşil kamu tedarik teşvikleri kapsamında bir fonlama olacağı varsayılmıştır. Böylece kurumun karar sürecinde satın alma maliyetini hesaba katmasına gerek kalmayacaktır. Senaryonun bir diğer önemli varsayımı ise fon yeşil kamu tedariki kapsamında olacağından kurumdan çevre ve sosyal etkilerin en yüksek şekilde hesaba katılması istenmektedir. Yani kurum satın alma maliyetini hesaba katmayacak fakat çevre ve sosyal etkiler ana kriteri altında yer alan gürültü kirliliği, CO₂ salınımı, geri dönüşüm ve nihayetinde marka sosyal sorumluluğu kriterlerinden hiçbir anlamda ödün vermeyecektir.

4.10.2. İstihbarat Kısıtları

Bu senaryo ise kurum araç ihtiyaçlarının savunma sanayinde devlet-sivil işbirliği içerisinde çalışan bir şirket tarafından karşılandığını varsaymaktadır. Bu varsayımda finansman ya da doğrudan aracı sağlayacak şirketin bir şartı bulunmaktadır. Bu şart dönemin güvenlik algıları nedeniyle araçların bakım onarımları ile ilgili, ülkenin her noktasında konuşlu birimleri bulunan kurumun herhangi bir firmaya güvenemeyeceği ile ilişkilidir. Bu noktada finansman ya da doğrudan istenilen aracı sağlayacak taraf söz

konusu araçların yalnızca kurum imkânlarıyla ve kurumun kendi teknik personeli tarafından her türlü bakım ve onarımının yapılmasını şart koşturmaktadır.

4.10.3. Yalnızca Kendi Görevine Odaklanan Kurum

Bu senaryoda gelecekte devlet yönetimi tarafından başlatılan bir kampanya ile kurumların yalnızca kendi görev alanına odaklanabilmesi maksadıyla ihtiyaçların merkezden alınması düşünülmektedir. Bu noktada yönetim kurumların araç ihtiyaçlarını büyük ihaleler yoluyla devlet-özel sektör işbirliği şeklinde çalışan savunma sanayi şirketlerine verecektir. Bu şirketlerden kuruma teslim edilecek araçların bakım onarım işlemleri de yine kendileri tarafından sağlanacaktır.

Bu senaryoda kurumdan istenen sadece kendi görevini yapabilmesine maksimum faydayı sağlayacak aracı seçmesi olarak belirlenmektedir. Bunun dışında ekonomik ve satış sonrası hizmetler gibi kurumun kendi görevini yapmasına çoğu zaman mani olabilen etmenler devre dışı bırakılmış olacaktır.

4.10.4. Çevre ve Sosyal Etkilerin Olmadığı Bir Model

Çalışmanın özünde ve bütününde önemi vurgulanan çevre ve sosyal etkiler hesaba katılmayacak olsa diğer etmenlere göre seçilecek araç aynı mı kalacaktı, yoksa farklı bir araç mı gündeme gelecekti? Bu sorunun cevabını bulmaya yönelik oluşturulan son senaryoda çevresel faktörlerin öneminin seçilecek aracı değiştirip değiştiremeyeceği görülmek istenmektedir.

Varsayımları aktarılan senaryolar uzmanlara bildirilip, modele uygulandıktan sonra ortaya çizelge-23'deki gibi bir tablo çıkmaktadır.

Çizelge-24: Senaryolar Sonucunda Alternatif Ağırlıkları

SENARYO/ALTERNATİF	D	L	A	H	X	R	K
0 MODEL	0,1393	0,1670	0,1669	0,1640	0,0911	0,1674	0,1044
1 AB FONU	0,1391	0,1668	0,1656	0,1656	0,0920	0,1642	0,1067
2 İSTİHBARAT	0,1385	0,1651	0,1676	0,1671	0,0896	0,1672	0,1051
3 YALNIZ GÖREV	0,1377	0,1629	0,1691	0,1694	0,0885	0,1670	0,1054
4 ÇEVRE	0,1402	0,1662	0,1693	0,1651	0,0867	0,1727	0,0997

İlk senaryoda modelin aksine R yerine L alternatifinin en yüksek ağırlık değerini aldığı görülmektedir. İkinci senaryoda ise A alternatifi ilk sırayı almış bulunmaktadır. Üçüncü senaryoda R alternatifi ilk durumdaki orijinal modeldeki gibi en yüksek ağırlık değerini almaktadır. Bu senaryo kurumun yalnızca kendi görevine odaklanmasının öngörüldüğü senaryo olduğundan modelin kendisiyle aynı sonucu vermesi uzmanların kurum açısından değerli karşılaştırmalar yaptıklarını göstermektedir.

Son senaryoda çevre ve sosyal etkiler hesaba katılmadığında ise H alternatifi açık ara önde gözükmektedir. Performans, güvenlik, satış sonrası hizmetler gibi önemli artıları bulunan H alternatifi çevre etmenleri devre dışı bırakıldığında kolaylıkla diğer alternatiflerin önüne geçmiş gözükmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada asayışı sağlamakla görevli bir kamu kurumu için çevre ve sosyal etkilerin de hesaba katıldığı bir karar verme süreci kullanılarak arazi tipi araç seçimi yapılmıştır. Yapılan seçim için ÇKKV teknikleri tabanında ele alınan ve bulanık mantık temelinde çalışan dilsel terim setleri kullanılmıştır.

Bu setlerin kullanımı ile oluşturulan modelin bir yandan salt rakamsal bir aralıkla sınırlı kalmaması sağlanırken bir yandan da sadece karar sürecinin sadece akademik çevrelerin değil son kullanıcıların da rahatlıkla anlayıp uygulayabileceği şekilde çözüme kavuşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca kararsız bulanık dilsel veri setlerinin doğasındaki kararsız yapının avantajı ile karar sürecini yürütenlerin esnek karşılaştırmalar yapabilmesine de imkan tanınmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde araç seçimi ve araç seçimi ile ilgili çalışmalardan bahsedilmeye müteakip doğa kaynaklarının sınırsız olmadığı fikrinden hareketle sürdürülebilirlik fikrinin doğuşundan bahsedilmiştir. Sürdürülebilirlik fikrinin kaynağından yeşil kamu tedarikine uzanan süreç anlatılarak bu sistemin hem doğa hem de topluma getireceği faydalardan sürdürülebilirliğin sacayağı konumundaki sosyal, ekonomik ve ekolojik amaçlardan bahsedilmiştir.

İkinci bölümünde karar vermeden tarihsel geçmişle birlikte bahsedilerek karar verme süreci ve bu sürecin karmaşık problemlere uygulanmasında hiyerarşiler oluşturmanın faydaları özetlenmiştir. Karar verme çeşitleri genel başlıklar altında anlatılarak ÇKKV teknikleri açıklanmıştır. Bu tekniklerden basit olanlar ve ilaveten TOPSİS ve AHP yöntemleri açıklanmıştır. Sonrasında bulanık mantık ve devamında çalışmanın özelinde dilsel karar verme anlatılmıştır.

Sonraki bölümde kararsız bulanık dilsel terim setleri kullanılarak çözülecek model için önerilen model özetlenmiştir. Önerilen model toplam on adımda adım adım anlatılmıştır. Bu adımların herkesçe anlaşılacak bir dilde olmasına dikkat edilerek uygun noktalarda anlaşılmayı kolaylaştırmak adına birtakım şekillerden faydalanılmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde öncelikle modelin hiyerarşisini oluşturan sekiz ana kriter ve toplam kırk iki alt kriter tek tek açıklanmıştır. Dilsel karar verme sürecindeki uzman karşılaştırmalarının sağlıklı şekilde yapılabilmesi için bu açıklamaların net ve yanlış anlaşılmalara mahal vermeyecek şekilde yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Uygulama ile ilgili işlemler ana kriterlerin birbiri ile karşılaştırılması, alt kriter gruplarının kendi içinde karşılaştırılması ve alternatiflerin her bir alt kriter ile ayrı ayrı karşılaştırılması olacak şekilde üç ana başlık altında yapılmıştır. Sonrasında bu hesaplamaların bir araya getirilip yorumlanması bahsedilen karşılaştırmalar sonucunda elde edilen tüm ağırlıkların gösterildiği geniş tablo ile ortaya koyulmuştur.

Çalışmada kullanılan modelin esnekliğini gösterebilmek için bir duyarlılık analizi çalışması yapılmıştır. Yapılan bu analiz ile her bir ana kriterin ağırlık değerlerinin %10'luk aralıklarla değiştirilerek alternatif seçimlerinin buna vereceği tepkiler grafikler üzerinde yorumlanmıştır.

Duyarlılık analizlerinden sonra yine modelin muhtemel gelecek senaryolarına karşı esnekliğini ve aynı zamanda bu modele ve çözüm algoritmasına son kullanıcıların da çeşitli düzenlemeler yapabileceğini göstermek için dört farklı senaryo analizi yapılmıştır. Yapılan analizler bazı kriterlerin çok önemli bazılarının önemsiz olduğu senaryolar geliştirmiştir. Bu gelişmelerin alternatif ağırlık değerlerine etkisi tüm senaryoların etkilerini gösterecek bir tablo ile özetlenmiştir.

Bu çalışma karmaşık karar süreçlerini bir hiyerarşi oluşturma fikri ile alt etmeyi amaçlayan ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı seçim çalışmalarından birkaç yönüyle farklılık göstermektedir. Öncelikle bu çalışmada geleneksel çalışmalarda hesaba katılmayan çevre ve sosyal etkiler de hesaba katılmaktadır. Böylelikle doğadaki yenilenemeyen kaynaklara, devlet ekonomisine ve toplum huzuruna tek bir pencereden bakabilmeyi amaçlayan yeşil kamu tedariki süreci gündeme getirilmek istenmektedir.

Karmaşık modelleri çözmek için genellikle yine karmaşık çözüm yöntemleri denenmektedir. Bu yöntemlerin kullanımı matematiksel hesaplamaların etkisiyle akademik çevre ile kısıtlı kalmaktadır. Bu çalışmada önerilen modelin ise araç seçimi

yapılacak kurumun maksimum faydalanabilmesi için son kullanıcıların da anlayabileceği, düzenleme yapabileceği şekilde olabilmesi hedeflenmiştir.

Son olarak bu çalışmada kullanılan dilsel metotlar karar süreçlerinde karşılaşılan modellerin çoğunun aksine sadece sayısal aralıkların değil dilsel ifadelerin kullanımını gündeme getirmektedir. Dilsel ifadelerin kararsız yapısıyla birlikte karar vericiler belli kalıplar içinde kalmadan tedirgin oldukları karşılaştırmaları rahatça yapabilme imkanı bulmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu çalışmada kullanılan dilsel metotlarla birlikte sayısal metotların da hibrit olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan metodun farklı seçim ve sıralama kararlarının alınmasında da kullanılabilmesi mümkün görülmektedir.

KAYNAKÇA

"Sürdürülebilirlik".(2012). Encyclopedia of Energy, 789.

2011-2015 Yılları Arası Ülkemiz Ulaştırma Sektörü Co2 Salınımının Toplam Salınımdaki Payı. (b.t.). 19 Haziran 2016.
<http://data.worldbank.org/indicator/EN.CO2.TRAN.ZS?page=1>.

Altaş, İ. H. (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı. *Enerji Elektrik Elektromekanik-3e*, Temmuz, (62), 80-85.

Alvarez, S., & Rubio, A. (2015). Carbon footprint in Green Public Procurement: a case study in the services sector. *Journal of Cleaner Production*, 93, 159-166.

Apak, S., Göğüş, G. G. ve Karakadılar, İ. S. (2012). An analytic hierarchy process approach with a novel framework for luxury car selection. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 58, 1301-1308.

Aydın, S. ve Kahraman, C. (2014). Vehicle selection for public transportation using an integrated multi criteria decision making approach: A case of Ankara. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2467-2481.

Basweti, D. N. (2013). An empirical analysis of the obstacles derailing Procurement Process in Public Institutions in Kenya. *Industrial Engineering Letters*, 3(12), 64-71.

Bayraktaroğlu, G. ve Özgen, Ö. (2008). Sosyal sorumluluk konusunda tüketicilerin beklentileri: analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile önceliklerin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1).

Bayraktaroğlu, G. ve Özgen, Ö. (2008). Sosyal sorumluluk konusunda tüketicilerin beklentileri: analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile önceliklerin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1).

Brownley, C. W. (2013). Multi objective decision analysis, Managing trade-offs and uncertainty. *Business Expert Pres*.

Brundtland Commission. (1987). Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development. *UN Documents Gatheringa Body of Global Agreements*.

Buying Green Handbook. (2011). *Publications office of the Euepean Union*: Luxemburg, 2.

Büyüközkan, G. (2012). An integrated fuzzy multi-criteria group decision-making approach for green supplier evaluation. *International Journal of Production Research*, 50(11), 2892-2909.

Byun, D. H. (2001). The AHP approach for selecting an automobile purchase model. *Information & Management*, 38(5), 289-297.

Carlowitz, H. V. (2000). v.(1713): Sylvicultura oeconomica. *Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Freiberg: Publication of the library" Georgius Agricola" of the TU Bergakademie.*

Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1991). Fuzzy multiple attribute decision making. Methods and applications. Germany: Springer Berlin Heidelberg.

Clark, G. E., & Ludwig, H. G. (1970). Police patrol vehicles. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 12(1), 69-74.

Clement, R., & Reilly, T. (1996). Making hard decisions. *Duxbury Press*.

CO₂ emissions from combustion. (2015). *International Energy Agency: France*.

Çabuk, S., Nakipoğlu, A. G. B. ve Keleş, C. (2008). Tüketicilerin Yeşil ürün Satın Alma Davranışlarının Sosyo demografik Değişkenler Açısından incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(1).

Çitli, N. (2006). Bulanık çok kriterli karar verme. Yüksek lisans tezi.

Daft, R. L.(2010). Management. *Vanderbilt University*,9th Edition.

Day, C. (2005). Buying green: the crucial role of public authorities. *Local Environment*, 10(2), 201-209.

Demirer, B. (2012). Çok kriterli karar verme sürecinde dinamik programlama uygulaması. Yüksek lisans tezi.

Directive 2009/33/EC of The European Parliament and of The Council. (2009). on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles.

Directive 2009/661/EC of The European Parliament and of The Council. (2009). concerning type-approval requirements for the general safety of motor vehicles, their trailers and systems, components and separate technical units intended therefor.

Dolva, L. D. (2008). *How widespread is Green Public Procurement in Norway, and what factors are seen as drivers and barriers to a greener procurement practice* (Yüksek Lisans Tezi: 2007: Stokholms University).

Dulupçu, M. A. (2001). Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler. *DTM Dergisi*, 20(6), 46-70.

Dulupçu, M.(2000). Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler , *Dış Ticaret Dergisi*, 20, s.46-70.

Earl, C. (1994). *Fuzzy systems handbook. A practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems.(contiene IBM DISK with C++ Source Code). The. AP Professional.*

Ecer, F. (2007). Fuzzy topsis yöntemiyle insan kaynağı seçiminde adayların değerlendirilmesi ve bir uygulama. Doktora Tezi.

Elkington, J. (1997). Cannibals with forks: the triple bottom line of twenty first century business. *Capstone, Mankato, MN*.

Evangelos, T. (2000). Multi-criteria decision making methods: a comparative study. *Netherland: Kluwer Academic Publication*.

Ferrell, O. C., & Ferrell, L. (2016). Ethics and Social Responsibility in Marketing Channels and Supply Chains: An Overview. *Journal of Marketing Channels*, 23(1-2), 2-10.

Ferrell, O. C., & Ferrell, L. (2016). Ethics and Social Responsibility in Marketing Channels and Supply Chains: An Overview. *Journal of Marketing Channels*, 23(1-2), 2-10.

Giddings, B., Hopwood, B., & O'brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development*, 10(4), 187-196.

Gigerenzer, G., & Todd, P. M. (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press, USA.

Grober, U. (2007). Deep Roots—A Conceptual History of ‘Sustainable Development’(Nachhaltigkeit). Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) Best. Nr. P, 2.

Gungor, İ. ve İşler, D. B. (2005). Automobile selection with analytic hierarchy process approach. Zonguldak Kara Elmas University. *Journal of Social Sciences*, 1(2), 21-33.

Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2003). Creating sustainable value. *The Academy of Management Executive*, 17(2), 56-67.

Herrera, F., & Herrera-Viedma, E. (1997). Aggregation operators for linguistic weighted information. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, 27(5), 646-656.

Herrera, F., & Herrera-Viedma, E. (2000). Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and systems*, 115(1), 67-82.

Herrera, F., & Martínez, L. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, 8(6), 746-752.

Herrera, F., & Martínez, L. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, 8(6), 746-752.

Herrera, F., Herrera-Viedma, E., & Verdegay, J. L. (1996). Direct approach processes in group decision making using linguistic OWA operators. *Fuzzy Sets and systems*, 79(2), 175-190.

Hesterberg, T., Bunn, W., & Lapin, C. (2009). An evaluation of criteria for selecting vehicles fueled with diesel or compressed natural gas. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, 5(1).

Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application*. Springer Verlag.

Igarashi, M., de Boer, L., & Fet, A. M. (2013). What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(4), 247-263.

Kamu Alımları Kurumu. (2015). Kamu Alımları İzleme Raporu. *Kurumsal Gelişim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı*.

Kamu İhale Kanunu, 4.1.2002, 4734, Resmi Gazete 21.1.2002, 24648.

Karar verme ve analiniz için ihtiyaç duyulacak herşey, expert choice paket programı. (b.t.). 02 Haziran 2016. <http://expertchoice.com/>

Kryter, K. D. (1984). Physiological, Psychological, and Social Effects of Noise.

Lave, L. B., Hendrickson, C., & McMichael, F. C. (1994). Recycling decisions and green design. *Environmental science & technology*, 28(1), 19A-24A.

Levy, J. K. (2005). Multiple criteria decision making and decision support systems for flood risk management. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 19(6), 438-447.

Martínez, L., Rodríguez, R. M., & Herrera, F. (2016). *The 2-tuple Linguistic Model: Computing with Words in Decision Making*. Springer.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). The limits to growth. *New York*, 102.

Mendel, J. M., Zadeh, L. A., Trillas, E., Yager, R., Lawry, J., Hagraş, H., & Guadarrama, S. (2010). What computing with words means to me. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 5(1), 20-26.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.

Özdemir, M. S., & Gasimov, R. N. (2004). The analytic hierarchy process and multiobjective 0–1 faculty course assignment. *European Journal of Operational Research*, 157(2), 398-408.

Özgüner, Z. ve Kurtuldu, H. S. Yetkili Servislerde Verilen Satış Sonrası Hizmetlerin, Müşteri Memnuniyetine Etkisi: İstanbul İli Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama.

Papahristodoulou, C. (1997). A DEA model to evaluate car efficiency. *Applied Economics*, 29(11), 1493-1508.

Partovi, F. Y., & Kim, R. J. (2013). Selecting a Fuel-Efficient Vehicle Using Data Envelopment Analysis. *The Journal of Business and Economic Studies*, 19(2), 54.

Prenen, E. C. (2008). Green and sustainable public procurement in the Netherlands: An inconvenient truth. *3rd International Public Procurement Proceedings*.

Procura + Manual, A guide to cost-effective sustainable public procurement. (2007).

ICLEI – Local Governments for Sustainability, European Secretariat, second edition. Public Procurement For A Better Environment. (2008). *Commission of the European Commitees*: Brussels.

Rodríguez, R. M., MartíNez, L., & Herrera, F. (2013). A group decision making model dealing with comparative linguistic expressions based on hesitant fuzzy linguistic term sets. *Information Sciences*, 241, 28-42.

Rodriguez, R. M., Martinez, L., & Herrera, F. (2012). Hesitant fuzzy linguistic term sets for decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 20(1), 109-119.

Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.

Saaty, T. L. (1988). What is the analytic hierarchy process?. In *Mathematical models for decision support* (pp. 109-121). Springer Berlin Heidelberg.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.

Saaty, T. L. (2004). Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *Journal of systems science and systems engineering*, 13(1), 1-35.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

Saaty, T. L., & Ozdemir, M. S. (2003). Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3), 233-244.

Saaty, T. L., & Shang, J. S. (2007). Group decision-making: Head-count versus intensity of preference. *Socio-Economic Planning Sciences*, 41(1), 22-37.

Salem, A. M., Hasnan, N., & Osman, N.,H. (2011). Can the eco-efficiency represent Corporate Environmental Performance?. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(14).

Sevinç, A. (2013). Yeşil Satın Alma Kriterleri ve Yaklaşımı. *T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Mali Hizmetler Uzmanlığı Araştırma Raporu*.

Smith, J., Andersson, G., Gourlay, R., Karner, S., Mikkelsen, B. E., Sonnino, R., & Barling, D. (2016). Balancing competing policy demands: the case of sustainable public sector food procurement. *Journal of Cleaner Production*, 112, 249-256.

Soba, M. (2012). PROMETHEE Yöntemi Kullanarak En Uygun Panelvan Otomobil Seçimi ve Bir Uygulama. *Journal of Yasar University*, 28(7), 4708-4721.

Soubbotina, T. P. (2004). *Beyond economic growth: An introduction to sustainable development*. World Bank Publications.

Spörrle, M., & Bekk, M. (2015). Nachhaltiges Konsumentenverhalten. In *Wirtschaftspsychologie* (pp. 285-302). Springer Berlin Heidelberg.

Stewart, T. J. (1992). A critical survey on the status of multiple criteria decision making theory and practice. *Omega*, 20(5), 569-586.

Sustainable Procurement National Action Plan. (2006). Procuring The Future, Recommendations from the Sustainable Procurement Task Force. *Department for Environment, Food and Rural Affairs Nobel House*. London.

Şahin, Y. ve Akyer, H. (2011). Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulaması. *SDÜ Vizyoner Dergisi*, 3(5), 72-87.

Şikayet İstatistikleri. (2016). 02 Haziran 2016. <https://www.sikayetvar.com/sikayetler>.

Terzi, Ü., Hacaloğlu, S. E., ve Aladağ, Z. (2006). Otomobil satın alma problemi için bir karar destek modeli. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Yıl: 5 Sayı:10 Güz 2006/2 s. 43-49.

Testa, F., Annunziata, E., Iraldo, F., & Frey, M. (2016). Drawbacks and opportunities of green public procurement: an effective tool for sustainable production. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1893-1900.

Testa, F., Iraldo, F., Frey, M., & Daddi, T. (2012). What factors influence the uptake of GPP (green public procurement) practices? New evidence from an Italian survey. *Ecological Economics*, 82, 88-96.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2015). TÜİK 2015 GSYH Rakamları.

United Nations Conference on Environment & Development. (1992). Brazil, Agenda 21.

Uttam, K., & Roos, C. L. L. (2015). Competitive dialogue procedure for sustainable public procurement. *Journal of Cleaner Production*, 86, 403-416.

Uyar, Ö. O. (2012). Ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren lojistik firmalar için araç seçimi. Yüksek lisans tezi.

- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 169(1), 1-29.
- Wan, S. P., & Dong, J. Y. (2015). Interval-valued intuitionistic fuzzy mathematical programming method for hybrid multi-criteria group decision making with interval-valued intuitionistic fuzzy truth degrees. *Information Fusion*, 26, 49-65.
- Wei, C., Zhao, N., & Tang, X. (2014). Operators and comparisons of hesitant fuzzy linguistic term sets. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(3), 575-585.
- Yager, R. R. (1998). Fusion of ordinal information using weighted median aggregation. *International journal of approximate reasoning*, 18(1), 35-52.
- Yavaş, M., Ersöz, T., Kabak, M. ve Ersöz, F. (2014). Otomobil seçimine çok kriterli yaklaşım önerisi. *İşletme ve iktisat çalışmaları dergisi*, 2(4), 110-118.
- Yavuz, M., Oztaysi, B., Onar, S. C., & Kahraman, C. (2015). Multi-criteria evaluation of alternative-fuel vehicles via a hierarchical hesitant fuzzy linguistic model. *Expert Systems with Applications*, 42(5), 2835-2848.
- Yılmaz, B., & Dağdeviren, M. (2010). Ekipman Seçimi Probleminde Promethee ve Bulanık Promethee Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 25(4), 811-826.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zadeh, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, (1), 28-44.
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information sciences*, 8(3), 199-249.
- Zadeh, L. A. (1996). Fuzzy logic= computing with words. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 4(2), 103-111.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and economic development of economy*, 20(1), 165-179.
- Zeleny, M. (2011). Multiple criteria decision making (MCDM): From paradigm lost to paradigm regained?. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 18(1-2), 77-89.
- Zink, K. J., Steimle, U., & Fischer, K. (2008). Human factors, business excellence and corporate sustainability: Differing perspectives, joint objectives. In *Corporate sustainability as a challenge for comprehensive management* (pp. 3-18). Physica-Verlag HD.