

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

BAKIM/ONARIM ALTERNATİFLERİNİN BULANIK DEMATEL VE SMAA-2
YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Özer EROĞLU

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Cevriye GENCER

ANKARA - 2014

TEZ TANITIM FORMU

TEZİN TARİHİ: 05.06.2014

TEZİN TİPİ: Yüksek Lisans Tezi

TEZİN BAŞLIĞI: Bakım/Onarım Alternatiflerinin Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 Yöntemleriyle Değerlendirilmesi

TEZİN YAPILDIĞI BİRİM: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Tedarik ve Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalı

SPONSOR KURULUŞ : -

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

TEZİN ÖZETİ: Bu çalışmada Kara Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde teşkil edilmiş; seferde ve barışta bakım ve onarım faaliyetleri ile görevli Bakım Birlik/Bakım Bölüklerinin icra ettikleri faaliyetlerin maliyetlerinin minimizasyonuna yönelik bir problem ele alınmıştır. Problemden ilk olarak bakımı oluşturan maliyetler tespit edilmiş, ardından uzman görüşüne başvurulmuş ve Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş ve SMAA yöntemi kullanılarak alternatifler üç ayrı senaryoda sıralanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Bakım, Bulanık DEMATEL, SMAA

SAYFA SAYISI: 155

GİZLİLİK DERECEİ: Tasnif Dışı

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

BAKIM/ONARIM ALTERNATİFLERİNİN BULANIK DEMATEL VE SMAA-2
YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Özer EROĞLU

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Cevriye GENCER

ANKARA - 2014

KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Özer Eroğlu'nun Bakım/Onarım Alternatiflerinin Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 Yöntemleriyle Değerlendirilmesi konulu tez çalışması, jürimiz tarafından Tedarik ve Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan -----
Prof. Dr. Cevriye GENCER
(Danışman)

Üye -----
Doç. Dr. Ediz ATMACA

Üye -----
Yrd. Doç Dr. Özkan BALI

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 2014

Önder Haluk TEKBAŞ
Prof. Dr.
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlanmama imkân sağlayan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cevriye GENCER' e; sağladıkları tüm imkan ve desteklerden dolayı öncelikle Ana Bilim Dalı Başkanımız Yrd. Doç Dr. Özkan BALİ ve enstitü personeline; bana olan sevgi, güven ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili eşime ve aramıza yeni katılan canım oğluma teşekkür ederim. Çalışmanın tüm ilgililere yararlı olmasını dilerim.

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
ANKARA 2014

BAKIM/ONARIM ALTERNATİFLERİNİN BULANIK DEMATEL VE SMAA-2
YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özer EROĞLU

ÖZET

Kamu kuruluşlarına aktarılan ödeneklerin büyük çoğunluğu yeni teçhizat, malzeme alımı ve tesis giderleri ile sahip oldukları tesis, araç, gereç, malzeme ve teçhizatlarının bakım ve onarımına harcanmaktadır. Bazı kamu kuruluşları bakım ve onarım maliyetlerini azaltmak ve yetenek kazanmak amacıyla kendi atölyelerini kurarak bu faaliyetleri icra etmektedir. Ancak gelişen teknoloji ve artan malzeme çeşitliliği kendi tesislerinde icra ettikleri onarım ve bakım faaliyetlerinin maliyetlerini artırır duruma gelmiştir.

Yöneylem araştırmasının temel amacı olan karın maksimizasyonu ve maliyetlerin minimizasyonu bu noktada karşımıza çıkmaktadır. Bunun için matematiksel modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV) kullanılabilir.

Bu çalışmada Kara Kuvvetleri Komutanlığı kuruluşunda bulunan ve görevleri bakım ve onarım yapmak olan Bakım Birlik/Bakım Bölüklerinin faaliyetlerinin icra ederken karşılaştıkları alternatif hal tarzlarının analitik yöntemlerle sıralanması hedeflenmiştir.

Kara Kuvvetleri Komutanlığının üzerinde hassasiyetle durduğu kriterler tespit edilerek Bulanık DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation

Laboratory) yöntemi ile önem dereceleri tespit edilmiş ve yine ÇKKV yöntemlerinden birisi olan SMAA (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis-Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analiz) yöntemi ile alternatifler sıralandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bu yöntemlerin bir karar destek modeli olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Bakım, Bulanık DEMATEL, SMAA

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Cevriye GENCER

Sayfa Sayısı : 155

T.C.
TURKISH MILITARY ACADEMY
DEFENSE SCIENCE INSTITUTE
DEPARTMENT OF SUPPLY AND LOGISTICS MANAGEMENT
ANKARA 2014

**ASSESSMENT OF MAINTENANCE/REPAIR ALTERNATIVES WITH THE
FUZZY DEMATEL AND SMAA-2 METHODS**

MASTER'S THESIS

Özer EROĞLU

ABSTRACT

The majority of the allowances transferred to public institutions is spent on buying new equipment, materials, facilities and the expenses of their maintenance and repairment. Some public sector organizations establish their own plants to reduce maintenance and repair costs and to gain the ability to perform these activities. However developing technology and the variety of materials increase the costs of repair and maintenance activities that they perform on their own plants.

The main purpose of operations research; profit maximization and cost minimization; emerges at this point. For this, mathematical modeling and multi-criteria decision making methods (MCDM) are used.

In this study, it was targeted to minimize the costs of the Maintenance Batallion/Companies activities which are located in the organization of Land Forces Command.

Vital criteria for Land Forces Command are determined. By using Fuzzy DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory) method, the degree of importance is identified. And the alternatives are ranked by using

SMAA (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis). According to the results obtained, it is determined that an appropriate decision support system may available by using these two methods.

Keywords : Maintenance, Fuzzy DEMATEL, SMAA

Advisor : Prof. Dr. Cevriye GENCER

Number of Pages : 155

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BAKIM

1. BAKIMIN TANIMI.....	4
2. BAKIM YÖNETİMİ	6
3. BAKIMIN ÇEŞİTLERİ	7
a. Arızı Bakım.....	7
b. Koruyucu Bakım.....	7
c. Önleyici Bakım.....	8
ç. Toplam Verimli Bakım.....	8
4. KARA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞINDA BAKIM SİSTEMİ	9
a. Bakım Sistemi ve Teşkilatlanması.....	9
b. Kullanıcı Bakım Seviyesi.....	10
c. Birlik Bakım Seviyesi.....	11
ç. Fabrika/Firma Seviyesi.....	11
d. Bakımın İşleyiş Tarzı.....	12
e. KKK'lığında Koruyucu Bakım.....	13
f. KKK'lığında Onarım.....	13
g. KKK'lığında Kurtarma ve Tahliye.....	13
h. Teknik Yardım.....	14
ı. Bakım Yönetiminin Kaynakları.....	14
i. Bakım Yönetimini Etkileyen Faktörler	15

j. Bakım Teşkilinde Çalışma Metotları	15
(1) Üretim Hattı (Seri Halinde Bakım).....	15
(2) Posta Usulü Bakım.....	16
(3) İstasyon Usulü Bakım.....	16
(4) Yerinde Bakım.....	16
(5) Muayeneler.....	16
k. Performans Faktörleri Ve İş Zaman Hadleri.....	17
l. Yenileştirme	17
m. Üretim.....	17
n. Özel Bakım Faaliyetleri	18
(1) Aşırı Soğuklarda Bakım.....	18
(2) Aşırı Sıcaklarda Bakım.....	18
o. KKK'lığının Bakım Konusunda Genel Yaklaşımı	19
ö. Genel Bütçeden Bakım ve Onarım Hizmetleri İçin Tahsis Edilebilecek Ödenek Kalemleri.....	22
5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	25

İKİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE BULANIK MANTIK

1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME.....	34
2.BULANIK MANTIK.....	36
3.ÜYELİK.....	38
a. Üyelik Fonksiyon Tipleri.....	38
(1) Üçgen Üyelik Fonsiyonu.....	38
(2) Yamuk Üyelik Fonsiyonu.....	40
(3) Gaussian Üyelik Fonsiyonu.....	40
(4) Çan Şekilli Üyelik Fonsiyonu.....	41
(5) Sigmoidal Üyelik Fonsiyonu.....	42

(6) S Şekli Üyelik Fonsiyonu.....	42
b. Durulaştırma.....	43
(1) En Büyük Üyelik İlkesi.....	43
(2) Centroid Yöntemi.....	43
(3) Ağırlıklı Ortalama Yöntemi.....	44
(4) Ortalama En Büyük Üyelik.....	44
(5) CFCS.....	45
(6) Alpha Cut Metodu.....	45

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DEMATEL

1.LİTETARÜR ARAŞTIRMASI	47
2.DEMATEL METODU	53
3.BULANIK DEMATEL METODU	59

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

STOKASTİK ÇOK KRTERLİ KABULEDİLEBİLİRLİK ANALİZİ

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	66
2. SMAA YÖNTEMLERİ	70
a. SMAA Yöntem Seçimi	70
b. Ters Ağırlık Uzayı Analizi.....	71
c. SMAA Metodu.....	73
ç. SMAA-2 Metodu.....	77
d. SMAA-3 Metodu.....	80
e. SMAA-TRI Metodu.....	80
f. Ref-SMAA Metodu.....	81
3. JSMAA.....	83

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

1. PROBLEMİN TANIMI	84
2. KRİTERLER	85
3. ALTERNATİFLER.....	88
4. KRİTER ÖNEM DERECELERİNİN TESPİTİ	89
a. Safha 1 : Kriter Ağırlıklarının Tespiti ve Bulanık Skalanın Tespiti.	90
b. Safha 2 : Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması.....	90
c. Safha 3 : Normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması	91
ç. Safha 4 : Bulanık Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması.....	95
d. Safha 5 : Etkilenen ve Etkileyen Grupların Belirlenmesi.....	95
e. Safha 6 : Durulaştırma.....	97
f. Safha 7 : Kriter Önem Derecelerinin Belirlenmesi.....	102
g. Safha 8 : Eşik Değer ve Etki Diyagramı.....	103
5. ALTERNATİFLERİN SIRALAMASININ TESPİTİ	107
a. Senaryo-1.....	107
b. Senaryo-2.....	128
c. Senaryo-3.....	134

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. SONUÇ.....	139
2. ÖNERİLER	141

KAYNAKÇA

KAYNAKLAR	143
-----------------	-----

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo-1: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile İlgili Çalışmalar.....	31
Tablo-2: Diğer Yöntemler Kullanılarak Yapılan Çalışmalar.....	33
Tablo-3: Klasik Mantık ile Bulanık Mantık Arasındaki Farklar.....	37
Tablo-4: DEMATEL Uygulama Tablosu	52
Tablo-5: DEMATEL Metodu Karşılaştırma Skalası(Dey vd.)	54
Tablo-6: DEMATEL Metodu Karşılaştırma Skalası (Shieh vd.)	54
Tablo-7: Örnek Direkt İlişki Matrisi	54
Tablo-8: Üçgen Bulanık Sayılar.....	60
Tablo-9: Yamuk Bulanık Sayılar.....	60
Tablo-10: Örnek Direkt İlişki Matrisi (Dilsel İfadeler)	61
Tablo-11: Örnek Direkt İlişki Matrisi (Bulanık Skala).....	61
Tablo-12: SMAA ile ilgili Çalışmalar.....	69
Tablo-13: SMAA Karar Ağacı	71
Tablo-14: Örnek	72
Tablo-15: Tespit edilen Kriterler ve Kaynakları.....	90
Tablo-16: Uzman 1 İkili Karşılaştırma Matrisi	92
Tablo-17: Uzman 2 İkili Karşılaştırma Matrisi	92
Tablo-18: Uzman 3 İkili Karşılaştırma Matrisi	92
Tablo-19: Uzman 4 İkili Karşılaştırma Matrisi	92
Tablo-20: Uzman 5 İkili Karşılaştırma Matrisi	92
Tablo-21: Uzman 6 İkili Karşılaştırma Matrisi	93
Tablo-22: Uzman 7 İkili Karşılaştırma Matrisi	93
Tablo-23: Uzman 8 İkili Karşılaştırma Matrisi	93
Tablo-24: Uzman 9 İkili Karşılaştırma Matrisi	93

Tablo-25: Bulanık Direkt İlişki Matrisi	94
Tablo-26: Normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi	94
Tablo-27: Etkilenen ve Etkileyen Gruplar	95
Tablo-28: Bulanık Direkt İlişki Matrisi (Yeniden Düzenlenmiş)	96
Tablo-29: Bulanık Toplam İlişki Matrisi	96
Tablo-30: Alpha Kesme Durulaştırılmış Değerler	99
Tablo-31: CFCS ile Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi	100
Tablo-32: CFCS ile Durulaştırılmış değerler.....	101
Tablo-33: D+R ve D-R Değerleri	102
Tablo-34: Alpha Kesme Metoduna Göre Yapılan Durulaştırmadan Elde Edilen Kriterlerin Önem Dereceleri.....	103
Tablo-35: CFCS Yöntemi ile Yapılan Durulaştırmadan Elde Edilen Kriterlerin Önem Dereceleri	103
Tablo-36: Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi (Alpha Kesme Yöntemine Göre)...	104
Tablo-37: Senaryo-1 Alternatiflerin Kriterler Açısından Girdi Değerleri	109
Tablo-38: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)'e Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	118
Tablo-39: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri.....	119
Tablo-40: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırmasına Göre Yapılan Değerlendirmelerin Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	124
Tablo-41: Senaryo 1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırmasına Göre Yapılan Değerlendirmelerin Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri ...	125
Tablo-42: Senaryo-1 Missing Tercihi Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	127
Tablo-43 Senaryo-1 Ağırlık ve Sıralama Bilgisinin Olmadığı Durumda Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri	128
Tablo-44: Senaryo-2 Alternatiflerin Kriterler Açısından Girdi Değerleri	129

Tablo-45: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e göre sıra kabul edilebilirlik indisleri	130
Tablo-46: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri.....	131
Tablo-47: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (1) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	132
Tablo-48: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri	132
Tablo-49: Senaryo-2 Missing Tercihine Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	133
Tablo-50: Senaryo-2 Missing Tercihine Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri.....	133
Tablo-51: Senaryo-3 Alternatiflerin Kriterler Açısından Girdi Değerleri	134
Tablo-52: Senaryo-3 Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri.....	135
Tablo-53: Senaryo-3 Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri.....	135
Tablo-54: Senaryo-3 Missing Tercihine Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	136
Tablo-55: Senaryo-3 Missing Tercihine Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri.....	137
Tablo-56: Üç Senaryoya Göre Elde Edilen Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri, Güvenilirlik Faktörleri ve Alternatif Sıralamaları.....	138

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil-1: Üçgen Üyelik Fonsiyonu Grafiği	39
Şekil-2: Yamuk Üyelik Fonsiyonu Grafiği	40
Şekil-3: Gaussian Üyelik Fonsiyonu Grafiği.....	41
Şekil-4: Çan Şekilli Üyelik Fonsiyonu Grafiği.....	42
Şekil-5: Sigmoidal Üyelik Fonsiyonu Grafiği	42
Şekil-6 :S Şekilli Üyelik Fonsiyonu Grafiği	43
Şekil-7: En Büyük Üyelik Derecesi Durulaştırılması	43
Şekil-8: Centroid Yöntemi ile Durulaştırma.....	44
Şekil-9: Ağırlıklı Ortalama Yöntemi ile Durulaştırma	44
Şekil-10: Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi ile Durulaştırma	44
Şekil-11: Direkt ve Dolaylı Etkiler	56
Şekil-12: Örnek Kriter Karşılaştırılması	72
Şekil-13: Örnek Kriter Karşılaştırılması(Merkezi Ağırlık Vektörü)	73
Şekil-14: Üç Kriterli Uygulama.....	75
Şekil-15: İyimserlik Derecesi (1)'e Göre Etki Diyagramı	105
Şekil-16 : İyimserlik Derecesi (0,5)'e Göre Etki Diyagramı	105
Şekil-17: İyimserlik Derecesi (0)'a Göre Etki Diyagramı	106
Şekil-18: CFCS Yöntemine Göre Elde Edilen Etki Diyagramı	106
Şekil-19: Maliyet Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri	110
Şekil-20: Zaman Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri.....	111
Şekil-21: İstihbarat Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri	112
Şekil-22: Yetenek Kazanımı Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri.....	113
Şekil-23: Sorumluluk Algısı Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri	114
Şekil-24: Öncelik Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri	115

Şekil-25: İyimserlik Derecesi (1) ve (0,5)'e göre Kriter Sırlaması	116
Şekil-26: İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Kriter Sırlaması	117
Şekil-27: Missing Tercih Değeri.....	117
Şekil-28: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0,5)'e Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	121
Şekil-29: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0,5)'e Göre Güvenilirlik Faktörü ve Merkezi Ağırlık Vektörü	122
Şekil-30: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Elde Edilen Kriter Sıralamalarının Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	123
Şekil-31: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Elde Edilen Kriter Sıralamalarının Güvenilirlik Faktörü ve Merkezi Ağırlık Vektörü.....	123
Şekil-32: Senaryo-1 Ağırlık ve Sıralama Bilgisinin Olmadığı Durumda Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri	126
Şekil-33: Senaryo-1 Ağırlık ve Sıralama Bilgisinin Olmadığı Durumda Güvenilirlik Faktörü ve Merkezi Ağırlık Vektörü	126

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	: Analitik Serim Süreci
CFCS	: Converting Fuzzy Data into Crisp Scores
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	: Decision Making Trial And Evaluation Laboratory
ELECTRE	: Elimination et Choix Translating Reality
FASBAT	: Fabrika Seviyesi Bakım ve Tamirat
KKK	: Kara Kuvvetleri Komutanlığı
LBS	: Lojistik Bilgi Sistemi
LYS	: Lojistik Yönetim Sistemi
LYB	: Lojistik Yönetim Başkanlığı
SMAA	: Stochastic Multi-Criteria Acceptability Analysis- Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi
TOPSİS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VİKOR	: Visekriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje-Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaştırıcı Çözüm

GİRİŞ

Günümüzde devlet tarafından kamu kuruluşlarına aktarılan ödeneklerin büyük çoğunluğu yeni teçhizat, malzeme ve tesis giderleri ile sahip oldukları tesis, araç, gereç, malzeme ve teçhizatlarının bakım ve onarımına harcanmaktadır.

Özellikle mevcut malzemelerin bakım ve onarımına harcanan paranın azaltılması ve bakım ve onarım konusunda yetenek kazanımı maksadıyla bazı kamu kurum ve kuruluşları bu faaliyetleri icra edecek bakım ve onarım atölyeleri kurmuştur. Ancak gelişen teknoloji ve artan malzeme çeşitliliği özellikle bu alanda çalışan teknisyen ve işçilerin uzmanlaşmaması gibi sonuçları da beraberinde getirmiştir. Yine özellikle elektronik donanımların arızalandığında onarım yerine parça değiştirme yöntemiyle arızalarının giderilmesi veya periyodik bakımlarda çalışma zamanı nedeni ile bazı parçaların değiştirilmesi de artık uzmanlık gerektiren konulardan olmuştur.

Kamu kurum ve kuruluşlarının sahip olduğu malzemeler dikkate alındığında bina, tesis içi ve dışı bakım ve onarımı (İnşaat, elektrik, yakıt ve su) dışında kalan ulaşım, haberleşme, iklimlendirme, jeneratör (Seyyar, sabit), mutfak donanımları, ısıtma/soğutma cihazları, elektronik cihazlar (Telefon, faks, fotokopi, bilgisayar vb.) periyodik olarak bakımı ve arızalandığında onarımı maksadı ile ödenek tahsis edildiği ve atölyelerin kurulduğu görülmektedir.

Hem kamu kurum ve kuruluşları, hem de kar amacı gütmeyen kuruluşlar ellerindeki ödenek veya kazançlarını bakım ve onarım dışında kalan faaliyetlere yönlendirmesi; sağlayacakları hizmetler açısından daha önemli olacaktır.

Bakım ve onarım faaliyetleri kuruluşların katlanmak zorunda oldukları maliyetlerdendir. Gerek devlet ödeneğinin boşa gitmemesi ve yerinde kullanımı gerekse tasarruf açısından kamu kurum ve kuruluşlarının maliyetlerinin minimize etmeleri gerekmektedir.

Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi faaliyetlerinde, neyi, nerede, ne zaman, ne kadar, ne özellikte ve ne kadar maliyetle yapacağınız göz önüne alındığında; bakım ve onarım faaliyetlerinin, yedek parça veya ana malzemenin tedarikinden ömür devri boyunca göreceği bakım ve onarımların planlanması ve maliyetlerinin minimize edilmesi kuruluşlar açısından hayati önem arz edecektir.

Yöneylem araştırmasının temel amacı olan karın maksimizasyonu ve maliyetlerin minimizasyonu bu noktada karşımıza çıkmaktadır. Bunun için matematiksel modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV) kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Kara Kuvvetleri Komutanlığına ait veriler kullanılarak bakım ve onarımda faaliyetlerinde kullanmaya yetkili olduğu üç alternatif harcama şekli ve mevcut kriterler, üç farklı senaryoda değerlendirilmiştir. Kara Kuvvetleri Komutanlığının kendi bakım ve onarım atölyelerinin yanında her tür malzeme için teknisyenleri, tamircileri, set, alet ve avadanlıkları mevcuttur. Ancak gelişen teknoloji ve artan malzeme model ve çeşitliliği nedeni ile bakım ve onarım faaliyetlerini aynı zamanda garanti kapsamlı sözleşmeler ve ödenekler aracılığı ile piyasadan da yaptırabilmektedir.

Bu çalışmada Kara Kuvvetleri Komutanlığının üzerinde hassasiyetle durduğu kriterler tespit edilerek Bulanık DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi ile önem dereceleri belirlenmiş ve yine ÇKKV yöntemlerinden birisi olan SMAA-2 (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis-Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi) yöntemi ile alternatifler sıralandırılmıştır.

İncelen problemde, kriterlerin birbirilerini direkt veya dolaylı olarak etkiledikleri değerlendirilmiştir. DEMATEL yönteminin başlıca avantajı uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren, dolaylı ilişkileri kapsamasıdır. Bu nedenle kriter önem derecelerinin tespitinde bu yöntem tercih edilmiştir.

SMAA metodu ise gerçek hayat problemlerin çözümü için ortaya çıkmış, hem kriter ağırlıklarının hem de alternatiflerin kriter değerlerinde görülen

belirsizliklerin de hesaba katıldığı bir yöntemdir. Kamu kurumlarında güvenlik ve istihbarat gibi hususlar sebebi ile yöneticilerin tam olarak düşündüklerini yansıtamadıkları varsayılarak belirsiz veya eksik bilginin olduğu ortamda çalışma yapılmıştır. Bu nedenle SMAA metodu tercih edilmiştir.

Bu çalışmada hangi harcama yönteminin hangi durumlarda tercih edileceği sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmanın diğer araştırmalardan farkı ise ilk defa bakım ve onarım maliyetlerinin azaltılmasında Bulanık DEMATEL ve SMAA yöntemlerinin birlikte kullanılması ve iki farklı durulaştırma yöntemi ile değerlendirilmesidir.

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 yöntemlerinin ilk defa birlikte kullanılması ve iki farklı durulaştırma yöntemiyle sonuçların elde edilmesidir.

Çalışmanın birinci bölümünde bakım konusu yer almaktadır. İkinci bölümde çok kriterli karar verme ve bulanık mantık konuları, üçüncü ve dördüncü bölümlerde ise kullanılacak yöntemler sırasıyla Bulanık DEMATEL ve SMAA tanıtılmıştır. Beşinci bölümde Kara Kuvvetleri Komutanlığında bir uygulama yapılmış ve altıncı bölümde sonuçlar değerlendirilerek öneriler sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

BAKIM

1. BAKIMIN TANIMI

Herhangi üretim veya hizmet tesisinde, kurulu sistemin çalışmasını kabul edilebilir bir düzeye çıkartılması veya böyle bir düzeyde tutulması için yapılan planlı veya plansız tüm faaliyetleri kapsar (Şimşir, 2002:4).

Bakım, genel anlamda, “canlı ya da cansız bütün varlıkların ve cisimlerin iyi durumlarının korunması ve devamının sağlanması ile ilgili tedbir ve faaliyetlerin sürekli olarak yerine getirilmesi” olarak tanımlanabilmektedir. Makine, teçhizat ve üretim sistemleri açısından değerlendirildiğinde ise bakım, tüm üretim sistemini veya belirli bir teçhizatı faal tutabilmek için uygulanan faaliyetlerdir. Bu tanımlama sadece arızaya anında müdahale gibi “reaktif” olarak değil, rutin kontrol, periyodik bakım, koruyucu bakım, yenileme ve performans izleme gibi “proaktif” görevlerinde bakım fonksiyonu içinde yer aldığını göstermektedir. Bakım fonksiyonu onarım, modifikasyon ve gerektiğinde yenisi ile değişim işlemleri ile teçhizatın güvenilirliğinin sürdürülmesi olarak da tanımlanabilir (Cömert, 2010:3).

Bakım, şirketlerin kârlılığını yüksek tutabilmek ve sürekliliğini sağlayabilmek adına, makine, ekipman, cihaz ve taşınmaz varlıkların beklenen fonksiyonlarının korunması ve sürdürülebilmesi için, yaşam döngüsü boyunca yürütülen teknik, idari ve yönetsel faaliyetlerin kombinasyonudur (Çamkoru ve Sayın, 2011).

Genç (2007:50) bakımı çeşitli şekillerde tanımlamıştır: Kullanılmaya planlanmış bir malzeme veya sistemin görevini yapmaya hazır, verimli olarak çalışabilecek şekilde bulundurulmasını sağlayan bir işlemdir.

Bakım herhangi bir malzeme ve teçhizatın işler durumda bulundurulması amacıyla gösterilen ilgidir. Yaşatmak, idame ettirmek, faaliyette tutmak için yapılan koruyucu işleme bakım denir.

Uzun müddet kullanımdan dolayı meydana gelen yorulma, yıpranma veya aşınmaya maruz kalmış bir malzeme veya teçhizatın tekrar kullanılabilecek hale gelmesi için yapılan koruyucu işlemdir.

Alman DIN 31050 normuna göre: Korunma ve restore edilme gereği duyulan bir sistem ve birimlerini, mevcut durumları irdelenerek; bu sistem ve birimleri istenilen duruma getirme faaliyetleri olarak tanımlanır.

Bakım, sistemleri veya makineleri faal vaziyette, arızasız çalışma durumunda tutmak veya arızalanan ekipmanları en kısa sürede faal konuma geri döndürmek için yapılan faaliyetlerdir (Taşkın, 2006:26).

Bakım; tesis ve teçhizatın üretim ve performansını istenen bir düzeyde tutabilmek ve eski durumuna getirebilmek için gerçekleştirilen, üretim sisteminin plan ve programına uygun olarak çalışmasını sağlayan, istenen çalışma düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan bir yürütme ve kontrol sistemidir (Dönmez, 2004:1)

Bakım bir sistemin kullanım ömrü boyunca, bozulabilecek karakteristiklerini daha önceden belirlenmiş nitelik veya nicelik seviyesinde tutmak ya da bu seviyeye getirmek amacıyla yapılan işlemlerin tümüdür (Ergün, 2001:79).

Dünya Havayolları Teknik Faaliyetler sözlüğünde ise bakım; bir elemanı eski haline getirmek ya da çalışır durumda tutabilmek amacıyla servis, tamir, tadilat, revizyon, kontrol ve durum tespiti yapmak gibi işlerden oluşan faaliyetlerdir (Ergün, 2001:80).

Bakım; 2008 basımlı, KKT 9-1 Bakım Talimnamesine göre ordu malını hizmete elverişli durumda tutmak veya hizmete elverişli hale getirmek için yapılan işlerdir. Bu işler temizleme, muayene, deneme, hizmete hazırlama, yağlama, ayarlama, bütünleme ve sıkıştırma faaliyetleri ve hizmete elverişlilik derecesine göre sınıflandırma, onarım, yenileştirme ve tadilat gibi faaliyetleri içerir. Bakım görevleri malzemenin tam olarak görevini ifa edebilecek seviyede muhafazası ve ya yenilenmesi dahil bütün faaliyetleri içerir.

Görevler malzemenin basit koruyucu bakım kontrolleri ve hizmetlerinden, sabit tesislerde ifa edilen fabrika/firma seviyesi bakıma kadar uzanır.

Yukarıdaki tanımlardan da yola çıkarak bakımı; her türlü araç, gereç, alet, edevat, tesis, cihazı vb. ömür devri boyunca hizmete elverişli durumda tutmak için yapılan planlı veya plansız servis, tamir, tadilat ayarlama veya kontrol etme işlemlerinin tamamıdır.

2. BAKIM YÖNETİMİ

İşletmelerde teknik donanımın aksaklık çıkarmadan üretime devam edebilmesi için yapılan faaliyetlerin koordinesi ve ifa edilmesidir. İşletmeler açısından yüksek yatırım yapılması gereken, fiziksel ve teknik donanım olmakla beraber, dış kaynak kullanımının da yapılabildiği faaliyetlerdendir.

Kar amacı gütmeyen kuruluşlarda ise eldeki mevcut tesis, donanım, donatım, teçhizat ve makinelerin faaliyetlerine kesintisiz devam edebilmeleri için yapmış oldukları faaliyetlerin yönetimidir.

Meydana gelebilecek tüm arızalar üretim veya hizmet sürecinin sekteye uğramasına, bir başka deyişle kayıp zamanların çoğalmasına neden olur. Seçilerek uygulanacak bakım faaliyetleri kısacası bakım politikası, sistemdeki arızaların sıklığını veya arızaların ciddiyetini azaltarak, en etkin ve verimli şekilde çalışmalarını hedeflemektedir. Böylece sistemden elde edilecek faydanın çoğaltılmasını sağlanacak ve sistem ömür devri artacaktır.

Bakımın faydaları;

- Sistem ömür devri artışı,
- Karlılık,
- İş gücü kullanımı,
- Zaman tasarrufu,
- Stokların azalması,
- Hizmet kalitesinde artış
- Ürün kalitesi,
- Standardizasyon olarak sayılabilir.

Bakımın amacı ise;

- Makine ömrünün uzaması,
- Personelin gelişmesi,
- Bekleme zamanının azalması olarak sayılabilir.

3. BAKIMIN ÇEŞİTLERİ

a. Arızı Bakım

Arıza ortaya çıktıktan sonra yapılan onarım işlemleridir. Henüz bakım planlaması yapabilecek teknik kapasiteye ulaşmamış işletmeler tarafından uygulanır. Düzeltici Bakım da denebilir.

Arıza büyükse işletmenin bekleme süresi artar; üretim azalır veya durur. Zamandan ve bekleme süresinden dolayı karlılık azalır. Üretimin durmasından dolayı oluşan maliyetleri artar.

Her türlü acil bakım ve onarım çalışmaları için yapılan harcamalardan maliyetlerini oluşturmaktadır (Taşkın, 2006:36).

b. Koruyucu Bakım

Hasar veya arıza oluşmadan veya servis süresinde oluşmaya başlamış, hasara neden olabilecek hataların basit, düzeltici bakım yöntemleri ile önlenerek, hasarın oluşma süresinin uzatılabileceği bir tekniktir.

Planlı periyodik bakım sistemi bu kapsamda değerlendirilebilir. Amacı, üretim hattında kullanılan makinelerin sürekli olarak aynı güvenilirlikte kalmalarını sağlamaktır. Düzenli ve sürekli bakım organizasyonu sağlaması, beklenmeyen arızaların ortaya çıkma sıklığını azaltması, makine ve ekipmanların faydalı kullanım ömürlerini arttırması sistemin olumlu yönleridir. Böylece bir taraftan üretim ve hizmet aksamdan devam ederken diğer taraftan malzemenin ömrü uzayacak; arıza sıklığı azalacaktır.

Ayrıca yıllık üretim ve hizmet planları yapılırken periyodik bakım süreleri de dikkate alınarak planlama yapılması üretimde beklenmeyen azalmalara

sebebiyet vermeyecektir. Üretimin durmasında kaynaklanan dolaylı maliyetler en aza indirilir.

Maliyetleri muayene, ayarlama, yağlama, parça değiştirme revizyon ve rektifiye işlemleri için yapılan harcamalardan oluşmaktadır (Taşkın, 2006:36).

c. Önleyici Bakım

Makine arızalarını ortadan kaldırmak için iki yöntem geliştirilmiştir:

Birincisi; arızaya neden olabilecek temel faktörler ortadan kaldırılarak makine çalışmaya dayanıklı hale getirilir. Buna örnek olarak yağ kirliliği ve ısınma gösterilebilir. Bu problemlerin önceden tanınması ve giderilmesi işlemine önleyici bakım denir.

İkinci yöntem ise, erken arıza belirtileridir. Arızaların ortaya çıktığı an belirlenmeli ve makine ciddi bir şekilde arızalanmadan gereğinin yapılması sağlanmalıdır. Bu yöntem de, uyarıcı bakım olarak bilinmektedir.

Titreşim, yağ analizi, ultrasonik test, sensör vb. modern teknikler kullanılarak makine/ekipmanlarda problemler oluşmadan teşhis edilebilir

Her iki bakım türü de birden uygulanması daha etkin bir bakım sistemi oluşmasına ön ayak olur.

ç. Toplam Verimli Bakım

Toplam Verimli Bakım bir organizasyondaki tüm çalışanların ekipman iyileştirmesine odaklanmasıyla ilgilenen bir yönetim yaklaşımıdır. Japon Tesis Bakım Enstitüsü (J.I.P.M.) tarafından Toplam Verimli Bakımın 5 temel amaca sahip olduğu ifade edilmiştir:

- Toplam ekipman etkinliğinin artırılması,
- Sürdürülebilirlik, güvenilirlik ve yaşam çevrim maliyetine sistematik bir yaklaşım getirmesi,
- İletme personelini, malzeme yönetimi, bakım, mühendislik ve ekipman yönetimine dahil etmesi,

- Tüm seviyelerdeki yönetici ve işçileri bünyesinde tutması,
- Küçük grup faaliyetleri ve ekip performansı ile ekipman performansının iyileştirilmesi (Mete, 2007:26).

4. KARA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞINDA BAKIM SİSTEMİ

a. Bakım Sistemi ve Teşkilatlanması

Bakım ve ikmalde iki ana unsur Kara Kuvvetleri Lojistik Başkanlığı ve Kara Kuvvetleri Lojistik Komutanlığıdır. Kara Kuvvetleri Lojistik Başkanlığının ana görevleri; lojistik faaliyet alanları içindeki; komutanlık temel prensiplerini belirlemek; envanterdeki ana silah ve malzemenin yönetimi ile ilgili esas usul ve prensipleri belirlemek, lojistik ihtiyaçlar için gerekli olan cari mali kaynaklar ile projeler için gerekli mali kaynağın koordinesi kurarak ilgili makamlara aktarılmasını ve kontrolünü sağlamaktır.

Kara Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı ise tüm lojistik faaliyetlerin icra edilmesinden sorumludur.

Bakım ile ilgili konuların icrasında kuruluşunda bulunan Bakım Komutanlığı mevcuttur.

Bakım Komutanlığı altında ise genel olarak yenileştirme, imalat ve modernizasyonla görevli Ana Bakım Merkezleri ile FASBAT ve onarım yapan Bakım Merkez Komutanlıkları bulunmaktadır.

Bakım Merkez Komutanlıkları aynı zamanda bakım birlik komutanlıklarına seyyar bakım ve onarım desteği sağlamaktadır.

Kara Kuvvetlerinde bunların dışında destekledikleri birliklerin büyüklüğüne göre değişen yapıda Bakım Birlikleri ve Bakım Bölükleri bulunmaktadır. Tamamen destekledikleri birliklerin kuruluşunda bulunan ve en uçtaki bakım kademesidir.

Ana görevleri destekledikleri birliklerin yetkileri dahilindeki bakım ve onarım faaliyetlerinin icrası, kurtarma ve tahliye ve teknik yardım hizmeti sağlamak ve muharebede acil onarım faaliyetlerini yerine getirmektir.

Kara Kuvvetleri Komutanlığına bağılı birlikler mevcut seferde ve barışta ikili ikmal ve üçlü bakım sistemini uygulamaktadır.

Üçlü bakım sistem:

- Kullanıcı Bakım Kademesi,
- Birlik Bakım Kademesi,
- Fabrika/Firma seviyesi Bakım Kademesi olarak adlandırılmaktadır.

b. Kullanıcı Bakım Seviyesi

2008 Basımlı KKY 23-1 Kullanıcı Bakımı Yönergesine göre esasları belirlenmiştir.

Kullanıcı bakımı; günlük bakım (hizmet öncesi, hizmet esnasında, hizmet sonrası), haftalık bakım, aylık bakım ve yağlamalar ve üç aylık bakım şeklinde uygulanır.

Günlük Bakım ve Haftalık Bakım kullanıcı bakım teknisyeni ve birlik komutanı nezaretinde bizzat kullanıcı, operatör, mürettebat veya ordu malını gözetimine verilen şahıs tarafından ordu malının olduğu yerde icra edilir.

Aylık Bakım, Üç Aylık Bakım ve yağlamalar ise bizzat kullanıcı, operatör, mürettebat veya ordu malını gözetimine verilen şahıs tarafından ilgili branş teknisyeni nezaretinde icra ettirilir.

Her ordu malının teknik talimname, bakım klavuzu, hizmet talimnamesi veya yağlama emirlerine uygun olarak KKY 314-5 (C) Kademe Yetkileri Broşüründe belirtilen yetki kadar yapılır.

Birlik görev ve büyüklüğüne göre kullanıcı bakım teknisyenleri kadrolanmıştır. Görevleri bir üst kademe ile gerekli koordinasyonu sağlamak, arıza ve bakımları takip ederek mürettebata bakımları icra ettirmektir.

c. Birlik Bakım Seviyesi

KKY 314-5 (C) Kademe Yetkileri Broşürüne göre kendine yetki verilen seviyede desteklediği birliklerin periyodik bakım ve onarım hizmetlerini yürütür.

2008 Basımlı KKY 23-2 Birlik Bakımı Yönergesi ve 2008 Basımlı KKT 9-1 Bakım Talimnamesi esaslarına göre hizmetlerini icra eder.

Bakım Birlikleri destekledikleri birliklerin envanterinde mevcut ordu mallarına göre her teknisyen branşının bulunduğu ve büyüklüğü desteklediği birliğe göre değişen yapıdadır.

Destekledikleri birliklerin ordu mallarının hizmete elverişli durumda bulundurmasını desteklemek maksadıyla periyodik bakım, onarım, kurtarma ve tahliye, Muharebede acil onarım, parça, modül ve tali komple malzemelerinin, kısmı gövde onarımı, küçük imalat ve kısmı kayıt silme yetkilerine sahiptir.

Bakımın/ onarım yeri Bakım Birliği/ Bölüğünün sabit atölyeleridir.

Aynı zamanda destekledikleri birliklere teknik yardım sağlamak ve bakım eğitimlerinden sorumludur.

ç. Fabrika/Firma Seviyesi

Uzman Bakım Elemanları, Seyyar Ekipler, Sivil Müteahhit veya Yüklenici Firmalar ve Kara kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde teşkil edilmiş Bakım ve Ana Bakım Merkezleridir.

Fabrika seviyesinde onarım ve imalat yapılır. İmalat, yenileştirme, modernizasyon, yağ analizi, kalibrasyon, kalite kontrol faaliyetleri vardır. En üst seviye bakım teşkilidir.

d. Bakımın İşleyiş Tarzı

Periyodik bakım hizmeti Bakım Birlikleri/Bölükleri tarafından her eğitim yılı başlangıcında icra edilmek üzere destekledikleri birliklerin eğitim, atış, tatbikat ve yıllık eğitim takvimlerine göre faydalı gün sayısı tespit edilerek yayımlanır.

Periyodik bakımda kullanılacak malzemeler; bakım öncesinde ikmal desteği alınan saymanlık tarafından temin edilir. Periyodik bakım malzemeleri piyasadan birlik imkanları ile temin edilemez. Merkezi olarak yapılır. Garanti kapsamında ve emirle özel bakım yapılması gereken ordu malları için ödenek veya kantin gelirleri kullanılır.

Onarım işlemleri ise kullanıcı bakım kademesinden başlayarak en üst seviyeye kadar çıkabilir. Arızalanan bir ordu malı için kullanıcı bakım teknisyeni tarafından otomasyon programında iş istek emri açılır. Böylece Birlik Bakım Kademesi tarafından arızadan haberdar olunur. Birlik Bakım kademesinin ilgili teknisyeni arızayı tespit ederek gerekli yedek parça ve onarım parçaları mevcutsa arızayı gidererek siparişi kapatır. Eğer eldeki mevcut onarım parçaları yeterli değilse Bakım Birliği/Bölüğünün ilgili kısmı yedek parça isteğini saymanlıktan yapar. Saymanlıkta mevcutsa yedek parça alınır ve arıza giderilir. Eğer saymanlıkta da mevcut değilse bir üst ikmal birliğinden otomasyonda isteği yapılır ve parçanın gelmesi beklenir. Eğer bir üst ikmal teşkilinde de mevcut değilse; bu kademe toplu alımlar için borç kaydedip beklemeye alabilir veya piyasadan alınması uygundur diyerek birlik imkanlarıyla temin edilebileceği iznini de vermiş olur. Böylece eldeki mevcut ödenek ve komutanın görüşü de alınarak piyasadan temin yoluna gidilerek de onarım parçası temin edilebilir.

Bazı özel tip araçlar ve envanterde topluca yedek parça tedarik edilmesi için uygun görülmeyen araçların bakım ve onarımı için sene başlarından harcama yetkilisine ödenek tahsis edilebilir. Bu durumda doğrudan ihale yolu ile yedek parça temini veya hizmet alımı yoluyla bakım ve onarımın sivil piyasada yapılması da sağlanabilir.

Ayrıca birlik komutanı görev durumu, güvenlik, aciliyet gibi nedenlerle yedek parçaların merkezden temin edilmesini beklemeden kendi yetki ve sorumlulukları nispetinde kantin gelirlerinden faydalanarak yedek parça ve hizmet alımı yapabilir.

e. KKK'lığında Koruyucu Bakım

Malzemenin hazır durumda bulundurulması ve arızaların daha başlangıç seviyesinde iken meydana çıkarılarak giderilmesi amacıyla malzeme ve donatıma yapılan periyodik bakımdır.

Bu sayede kullanıcılar tarafından yapılan yanlış kullanım da tespit edilmekte ve eğitim ile önceden tedbir alınabilmektedir. Bakım maliyetlerinin azaltılması; zaman tasarrufu ve eğitim açısından önemlidir.

f. KKK'lığında Onarım

Hizmete elverişsiz bir malzemenin; hizmete elverişli bir hale getirilmesi işlemidir. Onarım faaliyeti hizmete elverişsiz bir malzeme üzerinden bulunan arızalı parça, bütün parça veya düzenlerin faal olanlarıyla değiştirilmesi şeklinde olabileceği gibi bu parçaların yenileştirilmesi veya ayar yapmak sureti ile de yapılabilir.

Onarım faaliyetlerinin önceden planlanması mümkün değildir. Ancak istatistiki veriler ışığında beklenen onarım miktarı ve dönemleri ihtiyaç duyulan onarım parçalarının cins ve miktarı belirlenebilir. Bu durum özellikle yedek parça ikmalinde zaman kazanılmasına yardımcı olur.

g. KKK'lığında Kurtarma ve Tahliye

Herhangi bir sebeple devrilmiş veya arızalanmış araçların belli metotlar yardımıyla bulundukları yerden alınıp onarıma veya ilgili bakım kademesine tahliyeye hazır hale getirilmesidir. İlk muayene sonucunda,

- Yetki dışı onarım ihtiyacı,
- Mevcut veya beklenen iş yükü,
- Onarım süresi,

- Onarımın tamamlanabilmesine ait birlik kabiliyeti (personel, malzeme, zaman veya alet eksikliği) faktörlerine göre tahliye kararı verilir.

Tahliyenin amacı;

- Hasarlı malzemeyi onarımı yapabilecek kademeye götürmek,
- Birikmiş bakım işlerini azaltmak,
- Bakım iş yükü ile bakım kaynaklarını uyumlu hale getirmektir.

h. Teknik Yardım

Desteklenen birliklere görevlerini daha verimli yapabilmeleri için teknik ve öğretim desteği sağlamaktır. Bu hizmetin gayesi malzemenin kullanma ve çalıştırma tekniğini geliştirmek için bakım usullerinin doğru olarak anlaşılması ve tatbik edilmesini sağlamaktır.

Bakım hizmetinin tesir derecesi birliklerin elindeki malın durumu ile ölçülür. Bu teçhizatların durumu ise birlikteki personelin bakımı en iyi şekilde tatbik etmesi ile oluşur.

Teknik yardım; hem kullanıcı birliğe hem de bakım teşkiline karşılıklı fayda sağlar. Verim artar ve bakım birliklerinde yapılan onarım hizmetlerinde azalma görülür.

ı. Bakım Yönetiminin Kaynakları

Bakım yöneticilerinin amacı en düşük kaynak kullanımı ile en uygun seviyede muharebe etkinliğinin sağlanmasıdır. Bunun yanında bakım hizmetlerinin icrasında emniyetli bir ortamın sağlanması zorunluluğu da vardır. Bakım yönetiminin kaynakları aşağıda sıralanmıştır:

- Personel
- Aletler
- Test Makineleri
- Onarım Parçaları
- Dokümanlar

- Tesisler
- Zaman
- Yetenekler
- Maliyet

i. Bakım Yönetimini Etkileyen Faktörler

Bakım yönetimini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan bazıları genel hatları ile komutanın niyet ve maksadı, yönetim yetenekleri ve teknik yeteneklerdir. Yöneticiler bu faktörleri; bakım gayretlerini kanallize edebilmek için kullanırlar. İstenilen sonuçlara ulaşmada başarısızlık bu faktörlerin bir veya bir kaçının ihmalinden kaynaklanır.

Komutanın niyet ve maksadı; düşman arazi ve ulaşılacak istenen nihai sonuca göre birliğin yapması gerekenleri açık, kısa ve öz bir şekilde ifade etmesidir.

Bakım yöneticisi; bakım işlerinde anahtar rol oynadığından, planlama, organizasyon, koordinasyon, yönetim ve kontrolü geliştirmek için çareler aramalıdır. Bakım yöneticileri arızalar olmadan harekete geçerek ilave tedbirler almalıdır. Yönetim yetenekleri ile doğrudan ilişkilidir.

Teknik yetenekler ise görevi yapabilme kabiliyetidir ve eğitimle gelişir. Bakım yöneticisinin dikkat etmesi gereken ve sürekli seviyesini yükseltmeye çalışacağı bir alandır.

j. Bakım Teşkilinde Çalışma Metotları

(1) Üretim Hattı (Seri halinde Bakım)

Birçok benzer malzemenin bir sıra dahilinde bağımsız olarak icra edilebilecek onarımlarda veya FASBAT işlemleri esnasında kullanılır. Bu usul her malzemenin üzerinden çalışılmak üzere uğradığı bir seri iş istasyonlarından meydana gelir. Zaman kaybına neden olmadığı ve malzemenin kolaylıkla taşınabildiği durumlarda uygulanabilir.

(2) Posta Usulü Bakım

Bir çok faaliyetin bir atölyede yapılacağı ve malzemenin taşınmasın zor veya imkansız olduğu durumlarda yapılan bir bakım şeklidir. Bu yöntemde bakımı yapılacak olan malzeme bir atölyede kalır ve işin yapılması için gerekli olan personel, aletler ve yedek parça atölyeye taşınır.

(3) İstasyon Usulü Bakım

Daha çok küçük ve daha fazla teknik yetenek gerektiren malzemeler veya onarımının yapılması için atölyede sabit teçhizatların kullanılması gerekli olan malzemeler için uygulanır. Bir personel bir işi yapar.

(4) Yerde Bakım

Bakımın ve onarımın malzemenin bulunduğu yerde yapılmasıdır. Amaçları:

- Malzemenin hizmet dışı kalma süresini azaltmak,
- Kurtarma ve tahliye için gerekli zaman ve kaynakların azaltılması,
- Kurtarma ve tahliye sırasında meydana gelecek muhtemel hasarların azaltılması

Yerde bakımın en önemli engellerinden birisi ise mevcut tehdit ve düşman durumudur.

(5) Muayeneler

İlk muayene; normal arızanın tespiti, yapılacak işin boyutu, ekonomik onarım, ihtiyaç duyulan set alet ve avadanlıklar ile yedek parçaların tespiti için yapılan muayenedir.

Burada; malzemenin tahliyesinin gerekip gerekmediği; hor kullanımın olup olmadığı tespit edilir. Zaman kazandırır.

Ara muayene; yapılan işin uygunluğunun tespiti maksadıyla yapılır. Hatalar henüz onarımda iken bulunur ve düzeltilir.

Son muayene; İşin tamamlanmasını müteakip hizmete elverişlilik ve emniyet durumunu da içeren teknik bir muayenedir. Onarım ve bakım yeterliliği tespit edilir.

k. Performans Faktörleri ve İş Zaman Hadleri

Bakım faaliyetlerinde yapılan işlerin, standartlarının belirlenmesi faaliyetidir. Bu standartlar her türlü bakım/onarım faaliyetleri için tespit edilir. Her yıl yenilenir. Bu tespitler;

- Bakım teşkilim iş yükü ve iş hacmi,
- Çalışma verimliliği,
- İkmal sisteminin aksaklıkları,
- Eğitim ihtiyacı,
- Etkinlik derecesinin ölçüsü,
- Teknik personelin performansı,ü
- Malzemenin hazır bulunurluğu hakkında bilgi verir.

l. Yenileştirme

Yenileştirme faaliyetleri; işlevini kaybetmiş veya kaybetmekte olan ana malzeme ve buna bağlı tali malzemelerin yurt dışından temin etmek yerine bu malzemelere işlev kazandırılarak milli ekonomiye katkı ve tasarruf sağlama; dışa bağımlılığı azaltmak maksadıyla yapılan işlemlerdir. Bu kabiliyet özellikle malzemenin tedarik aşamasında kazanılması gereken bir yetenektir.

m. Üretim

Kara Kuvvetleri ihtiyacı olan yedek parça, ana malzeme, sistem veya diğer malzemelerin, imkan ve kabiliyetleri olan bakım teşkilllerinde üretilmesi faaliyetlerini içermektedir.

Bakım Birlik/Bölükleri tarafından ihtiyaçlara göre imkanları nispetinde kılıf veya brandadan oluşan çeşitli malzemeler üretilebilirken; Ana Bakım ve Bakım Merkezleri bu malzemelere ilaveten daha kapsamlı malzemeleri planlı olarak üretmektedir.

n. Özel Bakım Faaliyetleri

(1) Aşırı Soğuklarda Bakım

Aşırı soğuklarda harekât icra eden birliklerle ile ılıman iklimlerde hareket eden birliklerin bakım ve onarım ihtiyacı ve arızalanma durumları farklıdır.

Ülkemizde -12 dereceye kadar olan yerlerde çalışma esnasında güçlüklerle karşılaşılır. Ancak ısının daha düşük olduğu yerlerde maksimum güç gerektiren durumlarla karşılaşılır.

Soğuk metal, metal olmayan alaşımlar ve lastikler üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Böyle bir durumda Bakım Birlik/Bölüklerinin aşırı soğuklara göre eğitim durumu önemlidir. Bakım zamanı değişir; personel miktarı ise artar.

(2) Aşırı Sıcaklarda Bakım

Artan ısı sebebi ile soğuk hava şartlarında olduğu gibi değişen arıza oranları ile karşılaşılabilir. Burada yine yetenekler ön plana çıkmaktadır. Bakım Birlik/Bölüklerinin aşırı sıcaklara göre eğitimi önemlidir. Yedek parça ihtiyaçları değişir. Özellikle çöl şartlarında ısı, toz ve kum, güneş ışınları ve aşırı sıcaklık değişimleri, rüzgâr ve statik elektrik bakım yöntemini de etkilemektedir.

Özel bakım faaliyetlerinde maliyetlerin ve arıza oranlarının azaltılması; malzeme ömrünün uzaması için Ordu Yağ Analiz Programı (OYAP) ve Fabrika Seviyesi Bakım ve Tamir (FASBAT) işlemleri de kendi özel talimat ve emirlerine göre yapılmaktadır.

Ayrıca birliklerin kullandığı ölçü aletlerinin ne ölçüde doğru tespit yaptığının öğrenilmesi maksadı ile kalibrasyon yapılmaktadır.

o. Kara Kuvvetleri Komutanlığının Bakım Konusundaki Genel Yaklaşımı

2009 Basımlı KKM 368-1 (B) Kara Kuvvetleri Devamlı Emirler Muhtırasına göre ikmal ile ilgili hususlar:

Birlikler ikmal kanalından tedarik edilemeyen malzemeleri imal etme veya piyasadan satın alma çabası içine girmezler. K.K. Lojistik K. Iğınca bu tür malzemelerin maliyet etkinliği dikkate alınarak öncelikle Ana Bakım Merkezinde imali araştırılır ve tek elden imali ve/veya tedarik edilmesi sağlanır.

Mevcut bakım sistemi içerisinde ortaya çıkan ihtiyaçlar; birlik bakım kademesinde Lojistik Bilgi Sistemi (LBS) Bakım Onarım Takip Programı (BOTAP) kullanılarak otomasyon üzerinden talep edilir. Lojistik Yönetim Başkanlığı (LYB) tarafından yapılacak değerlendirmeyi müteakip istenen yedek parça; birliğe olan yakınlığı ve malzeme stok durumuna göre ihtiyaç sahibi birliğe gönderilmesi sağlanır.

Stoklarda bulunmayan; transferi mümkün olmayan veya ilk kez istenen malzemeler için LYB’ deki yöneticiler tarafından diğer kuvvet komutanlıklarının ihtiyaç fazlası malzemelerinden faydalanma imkanı araştırılır. İhtiyaçların diğer kuvvet komutanlıkları tarafından karşılanamaması halinde maliyetler dikkate alınarak Ana Bakım Merkezleri/Bakım Merkezleri/İkmal Merkezlerine alım görevi verilir.

Garanti kapsamında olan sistemlerde arıza halinde firma tarafından değiştirilen yedek parçalar “Garanti Kapsamında karşılanmıştır” açıklama kodu ile LBS’ den istenerek stok seviye oluşması sağlanır.

Merkezi tedarik için ikmal seviyesi ve istatistiki veri oluşturmak maksadıyla her türlü yedek parça/malzeme isteği (Birlik imkanları ile karşılanması cevabı alınmış olsa bile) otomasyon üzerinden LYB ’den istenir.

Tekerlekli araçlara ait motor yağlarının değişimleri 10000 km. ve 12 ayda bir yapılır. (Hangisi erken dolarsa) Garanti kapsamında bulunan araç ve gereçlerin garanti süresince yağlama, soğutma ve iklimlendirme gibi kritik sistemlerinde kullanılan madeni yağların üretici firmaca özellikle belirtilmesi halinde bu yağlar kullanılır. Bu yağlar ikmal sitemine dahil edilinceye kadar geçen sürede ihtiyaçlar kantin gelirlerinden ve ya tahsis edilen ödenekler kullanılarak piyasadan temin edilir.

2009 Basımlı KKM 368-1 (B) Kara Kuvvetleri Devamlı Emirler Muhtırasına göre bakım ile ilgili hususlar:

Lojistik Yönetim sistemi (LYS) kapsamında koruyucu bakımı ön plana alan gereksiz stokları ve ara kademeleri azaltan bakım konusunu eğitilmiş uzmanlara bırakan, birlik komutanlarına asli görevi olan birliği muharebeye hazırlamak ve liderleri yetiştirmek için azami zamanı sağlayacak bir bakım sistemi kurulması esas alınmıştır. Bu kapsamda tesis edilen üçlü bakım sistemi; kullanıcı, birlik ve fabrika/firma seviyesi bakım olarak üç kademededen oluşur.

Birlik bakım kademesi bakım sisteminin temelini oluşturmaktadır. Birliklerin bakım ve onarım faaliyetlerini yürütmek üzere Bakım Birlik/Bölükleri teşkil edilmiştir. Bakım Birlik/Bölükleri destekledikleri birliklerin envanterinde bulunan bütün malzemelerin periyodik bakımını ve onarımın yapmaktan sorumludur.

Rütbe ve makamları ne olursa olsun bütün komutanlar birliği her an göreve hazır olacak biçimde araç silah ve gereçleri bakımından ve göreve hazır bulundurulmasından, personelinin eğitilmesinden ve yetiştirilmesinden sorumludur.

Birlik komutanları hizmete elverişsiz ordu malının onarımı için zamanında sipariş açılmasını ve tahliyesini sağlamakla görevlidir.

Birlik bakım kademelerinde onarımı yapılamayan, garanti kapsamında ve yapılan bakım sözleşmeleri gereği sivil firmalara onarıma gönderilecek bilgisayarların ve fotokopi makinelerinin hafıza kartları sökülerek gönderilir.

Optik ve gece görüş sistemlerinin üst kademeye tahliyesinde K.K.K.' ılgı ring araçları/kurye hizmetinden faydalanılarak taşıma çantaları ve uygun ambalaj sandığı ile gönderilir.

2009 Basımlı KKM 368-1 (B) Kara Kuvvetleri Devamlı Emirler Muhtırasına göre mali yönetim ile ilgili hususlar:

Mali yönetim komutanlık yetki ve sorumluluğudur. Her seviyedeki birlik komutanları ve kurum amirleri bütçe içi ve bütçe dışı kaynakların kullanılmasında mali denetime ağırlık vererek, kaynakların tahsis amacına uygun ve etkin şekilde kullanılmasına özen gösterecektir.

K.K.K.' lığının bütçe uygulamasındaki amaç tahsis edilen sınırlı miktardaki ödeneklerin gerçek ihtiyaçlara dengeli bir şekilde tahsis edilmesi, ödeneklerin yürürlükteki mevzuat ve tasarruf ilkeleri çerçevesinde tahsis amaçlarına göre önceliklendirilmiş ihtiyaçlara yerinde zamanında ve yeterinde kullanmasını sağlayarak kaynak kullanımında verimliliğin en üst seviyeye çıkarılmasıdır.

Harcama yetkilisi bütçeyle ödenek tahsis edilen her bir harcama biriminin en üst yöneticidir.

2008 Basımlı KKY 9-1 Bakım Talimnamesine göre:

Muharebe hizmet destek sisteminin temel fonksiyon alanlarından biri olan bakım; harp malzemesini en üst düzeyde faal tutmak ve harekâtı desteklemek için hayati önem taşımaktadır. Savaş ihtimalinin ortaya çıkması, gerginliğin tırmanması, görev bölgelerinin işgali ve harekâtın başlaması hiçbir zaman muharebe hazırlıkları için yeterli değildir. Muharebe hazırlıkları barış şartlarında itibaren tamamlanmış olmalıdır.

Bakımın amacı koruyucu bakımla ordu malındaki muhtemel arızaları asgari seviyede tutarak, meydana gelen arızaları zamanında gidermek suretiyle ordu malını daima hizmete elverişli durumda bulundurmak ve bu sayede ordu malının ömrünü uzatmak, yedek parça ve akaryakıt tasarrufu sağlamaktır.

Bakım görevlerinin başarılmaları için gerekli yöntemlerden bir tanesi; gerekli tamir set ve makinelerini ile bakım ve onarım malzemelerinin temin edilmesidir.

Bakım prensiplerinden bir tanesi ise Türk Silahlı Kuvvetlerinde bakım faaliyetlerinin etkin, ekonomik ve emniyetli olmasıdır.

Bakımın derecesi taktik durumla uygun olarak zamana eldeki mevcut setlere, ehliyetli, personele, bakım tesislerine ve ikmal maddelerine bağılı olarak tespit edilmelidir.

Bakımın başarılı olması için yeterli ikmal desteğinin sağlanması gerekmektedir.

Komutanlar kaynak sağlama, personel görevlendirme ve istenilen standartlara uygun personel yetiştirilmesinden sorumludur.

Yerinde onarım veya tahliye seçeneklerinden birine bakımı yapmaktan sorumlu komutan tarafından vazife, düşman, arazi durumu, mevcut kuvvetler ve zaman faktörlerine göre karar verir.

Kara Kuvvetleri bakım sistemi; koruyucu bakımı ön planda alan, bakım süresini, personelin eğitimini ve kullanımı etkinleştiren, arızaları ve arızalanma oranlarını/olasılıklarını azaltan, yetki dışı onarımı önleyen ve bu hususu eğitilmiş uzmanlara bırakan, alt yapı çalışmalarını şekillendiren, önemli ölçüde personel ve kaynak tasarrufu sağlayan esaslara dayalıdır.

Kara Kuvvetleri bakım teşkilatlanmasında ise birleşik bakım sistemi uygulanmaktadır. Bakım sınıfı tarafından icra edilen, kara havacılık, bando, sıhhiye, veteriner, harita, bina/tesis, inşaat malzemeleri ve binaya ait sıhhi/elektrik/paratoner vb. tesisatla birlikte ısıtma ve soğutma sistemleri hariç olmak üzere tüm ordu malının bakımını kapsayan bakım sistemidir.

ö. Genel Bütçeden Bakım ve Onarım Hizmetleri İçin Tahsis Edilebilecek Ödenek Kalemleri

5018 sayılı Kamu Malî Yönetimi ve Kontrol Kanunu Ek fıkra: 29/6/2012-6338/10 md.' ye göre merkezî yönetim bütçe kanununun gider cetvelinin bölümleri, analitik bütçe sınıflandırmasına uygun olarak fonksiyonlar şeklinde düzenlenir. Fonksiyonlar birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü düzeyde alt fonksiyonlara ayrılır.

Maliye Bakanlığının Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu 2012-2014 yılları bütçe hazırlama rehberine göre bakım ve onarım için tahsis edilebilecek ödenek kalemleri aşağıya çıkarılmıştır.

03.2.3.02 Akaryakıt ve Yağ Alımları

Özellikle taşıtlar olmak üzere, her çeşit makine teçhizatın işletmesine yönelik olarak kullanılan akaryakıtlar, madeni yağlar, antifriz, benzeri tüketim malları ve kimyevi madde alımları.

03.2.7.02 Güvenlik ve Savunmaya Yönelik Silah, Araç, Gereç ve Savaş Teçhizatı İşletme, Bakım ve İdame Giderleri

Güvenlik ve savunmaya yönelik her türlü silah, araç, gereç ve savaş teçhizatı (gemi, uçak, helikopter, tank, zırhlı personel taşıyıcıları) ile bu maksadı destekleyecek malların, tadil ve her çeşit tamir ve bakım ve yedek parça giderleri ile bunların işletmesine ait giderler.

Uçaklarla ilgili malzeme yapımı, uçak motor revizyonu, uçakların fabrika seviyesi bakımları, seyir, hidrografi, oşinografi, cihaz, malzeme ve teçhizatın, tanzim, tersim, teksir ve tabı ile korunmalarının gerektirdiği giderler, Silahlı Kuvvetlerin eğitim yardımcı malzemeleri ile her türlü silahlarla, yapacakları atışlarda kullanılacak levha ve hedeflerin, bakım, onarım malzemesi ve atış alanlarının onarımı ilgili giderler.

03.2.7.12 Güvenlik ve Savunmaya Yönelik Makine-Teçhizat Büyük Onarımları

Güvenlik ve savunmaya yönelik olarak kullanılacak olan ve 03.2.7.11 ekonomik kodunda yer alan makine-teçhizat onarımları ile bu işler için kullanılacak yedek parçalar, bunların modifikasyon ve yenileştirmeleri ile faal durumda bulundurulmaları için yapılacak yıllık/yıllara sari bakım-onarım sözleşmeleri kapsamında yapılacak giderler.

03.7.1.03 Avadanlık ve Yedek Parça Alımları

Her türlü cihaz, makine ve teçhizatların herhangi bir bakım sözleşmesinden veya işinden bağımsız olarak rutin bakım-onarımlarda kullanılmak üzere, bedeline bakılmaksızın alınacak olan kriko, çekme halatı,

pense, tornavida, matkap gibi avadanlık ve yedek parça alım bedelleri ile giderler.

03.7.3.02 Makine Teçhizat Bakım ve Onarım Giderleri

237 sayılı Kanuna tabi taşıtlar ile iş makinelerinin dışında kalan; makine, teçhizat ve demirbaşın (tefrişat hariç) her yıl bütçe kanunu ile belirlenecek tutarı aşmayan bakım, onarımı için verilecek işçilik ücretleri ile bakım ve onarım malzemeleri ve yedek parça alımları. Bedeline bakılmaksızın, gerektiğinde sözleşme ile teknik müesseselerine ödenecek rutin bakım ve onarım giderleri ile bunlara ilişkin diğer giderler.

03.7.3.03 Taşıt Bakım ve Onarım Giderleri

İş makineleri dışında kalan ve 237 sayılı Kanuna tabi olan taşıtların bakım ve onarımı için verilecek işçilik ücretleri ile bakım ve onarım malzemeleri ve yedek parçaları (lastik alımları dâhil) ile ilgili giderler.

03.7.3.04 İş Makinesi Onarım Giderleri

İş makinelerinin bakım ve onarımı için verilecek işçilik ücretleri ile bakım ve onarım malzemeleri ve yedek parçaları (lastik alımları dâhil) ile ilgili giderler.

03.07.3.90 Diğer Bakım ve Onarım Giderleri

Taşınır mallarla ilgili olarak; yukarıda sayılan gruplara girmeyen ve tutarı her yıl bütçe kanunlarıyla belirlenecek miktarı aşmayan bakım ve onarım giderler.

Bu harcama kalemlerini idareler 4734 sayılı Kamu İhale Kanunun (Ek: 30/7/2003-4964/14 md.) 21/f bendine göre yaklaşık maliyeti elli milyar Türk Lirasına kadar olan mamul mal, malzeme veya hizmet alımları. şeklinde pazarlık usulü ile ihale yapabilir.

Yine bu harcama kalemlerini idareler 4734 sayılı sayılı Kamu İhale Kanunun 22/d bendine göre Büyükşehir belediyesi sınırları dâhilinde on beş milyar, Türk Lirasını aşmayan ihtiyaçları ile temsil ağırlama faaliyetleri

kapsamında yapılacak konaklama, seyahat ve iaşeye ilişkin alımları doğrudan temin usulüne göre harcama yapabilir.

Kışlalarda bakım ve onarımla ilgili diğer bir gelir kaynağı ise Askeri Kantinlerdir.

Askeri Kantin Yönetmeliğinin bakım ve onarım ile ilgili harcama yapılabileceğine dair maddelerinin ilgili kısımları;

Madde 20: Kantin sermayesi ve geliri borç verme amacı ile kullanılamaz. Ancak, birlik komutanı veya kurum amirinin yazılı izni alınmak ve hizmetle ilgisi olmak kaydıyla 29 gün süreli avans verilebilir.

Madde 36: Kantin gelirleri, kışla komutanının emri ile ödeneği olmayan veya ödeneği olup da yeterli olmayan zarurî ve resmî işlere harcanır. Yapılan tüm harcamalar, bir üst komutanlıkça denetlenir. (Değişik ikinci fıkra:RG-28/04/2006-26152) Resmî işler, Analitik Bütçe Sistemi Ekonomik Dört Düzeyli Sınıflandırma Malî Satır Kalemleri içinde kalan işlerdir. Resmî işin zarurî olup olmadığını ve ödeneğinin yeterlilik durumunu belirleme yetkisi, kışla komutanına aittir.

Madde 37: Askerî kantin gelirleri, hizmet verdiği birliğin personeli ile kışla ihtiyaçları için kullanılır.

5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Hoffman ve Sperstad; çalışmalarında rüzgâr tribünlerinin bakım ve operasyon maliyetlerinin azaltılmasına yönelik lojistik strateji belirleyebilen bir model sunmuşlardır. NOWIcob (Norwegian offshore wind cost and benefit model) adını verdikleri karar destek modelinde zaman sıralamalı Monte Carlo simülasyonunu kullanarak rüzgâr tribünlerinin ömür devrini simüle etmişlerdir. Modelde dikkate aldıkları kriterleri kontrol edilebilir ve kontrol edilemez diye ikiye ayırmışlardır. Kontrol edilebilir kriterler; deniz üzerinde ulaşımı ve gerekli tesisatı taşımak için kullanacakları tekne seçimi, miktarı, tipi ve satın alma/kiralama çeşidi; vardiya süreleri; bakım personel sayısı; bakımın yapılacağı merkez ve bakım tipi olarak belirlemişlerdir. Kontrol edilemeyenleri

ise hava; hata/arıza oranı; elektrik giderleri ve tekne fiyatı olarak değerlendirmişlerdir (Hoffman ve Saperstad, 2013).

Demirtaş; çalışmasında hava araçlarını bakım ve onarımına yönelik dış kullanımının değerlendirmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanmıştır. Değerlendirmiş olduğu ana kriterler uçuş operasyonlarında etkinlik, uçuş güvenliği, teknik özellikler, maliyet etkinlik, kullanım adedi, temin edebilme yeterliliği ve iş gücüdür (Demirtaş, 2013).

Kapliński; çalışmasında bakım ve onarım işlerinden sorumlu karar vericilerin risk değerlendirmesi kriteri değiştiğinde fayda teorisini incelemiştir (Kapliński, 2013).

Puig vd.; demiryolları araçları ve demiryollarında bakım işlerinde hizmet sağlayan firmanın bakım stratejilerini değerlendirmek için firma ile yüz yüze görüşerek ve yerinde tespitle maliyet etkinliğinin değerlendirmesini yapmışlardır (Puig vd., 2013).

Franke vd.; ürün ömür devri yönetimini başlangıç, orta ve ömür sonu olarak sınıflandırmış ve ürün ömür devri başlangıç değerlerine göre bakım faaliyetlerini NFF (No fault found-Hata yok) yaklaşımı ile değerlendirmiştir (Franke vd., 2013).

Koochaki vd.; çalışmalarında CBM (Condition Based Maintenance) ve ABR (Age Based Replacement) konularına yoğunlaşmışlardır. İşçi kısıtı olmadan, bir tane organizasyon içi bakım işçisi mevcudu ve dışarıdan bakım işçisi ile CBM ve ABR tekniklerini değerlendirmişlerdir. Organizasyon içi bakım işçisi ile CBM tekniğini daha etkin olduğunu ve maliyetlerin daha düşük çıktığını tespit etmişlerdir (Koochaki vd.,2013).

Taracki vd.; seri üretim yapan bir firmada koruyucu bakım ve onarım sözleşmelerinin dış kaynak kullanımı şeklinde yapıldığında arıza yüzdelerinin ve arızada kalma sürelerinin daha düşük olduğu; arızalanan cihazların; arıza bulunduğu süre içerisinde kiralanan başka bir cihazla üretime devam etmesinin maliyetleri azalttığı yönünde bir çalışma yapmışlardır (Taracki vd.,2013).

Fan vd.; koruyucu bakımın etkinliği konusunda MDP (Markov Decision Process) yöntemini kullanarak maliyet etkinliğinin artırılmasını sağlamışlardır. Bu yöntemi kullanarak makinelerin arıza ihtimallerini bilmedikleri zamanda bazı parçaları koruyucu bakım kapsamında değiştirerek arıza yüzdelerinin azaldığını ve çalışma zamanlarının arttığını dolayısıyla etkinliğinin arttığını öngörmüşlerdir (Fan vd., 2013).

Shafiee vd. kurmuş oldukları matematiksel modelde en iyi koruyucu bakım zamanını hesaplayarak ve yeterli bakım seviyesine ulaşarak hizmet maliyetlerinin azaltılmasını önermişlerdir (Shafiee vd., 2013).

Yusof vd.; çalışmalarında Malezya'da devlet konutlarının durumlarını inceleyerek; bina bakım önceliklerini tespit etmişlerdir. Çalışmalarını yüz yüze anket tekniğini kullanmışlardır. Sonuç olarak lojman bakımında bakım önceliğinin elektrik tesisatlarında olması gerektiğini istatistiksel olarak belirlemiştir (Yusof vd., 2012).

Meneses ve Ferreira; asfalt kaplama ve bakım çalışmalarında maliyetlerin minimizasyonuna yönelik çok amaçlı karar destek uygulaması yapmışlardır. Kurdukları modelde birinci amaç fonksiyonu bakımı yapacak firmanın maliyetlerinin azaltılması; ikinci amaç kullanıcıların maliyetlerinin azaltılması; üçüncü amaç ise ömür devri döngüsünün maksimize edilmesidir (Meneses ve Ferreira, 2012).

Lad ve Kulkarni; daha önce yapmış oldukları çalışmalarında tespit etmiş oldukları beş bakım maliyetini üretim hattında uygulamış ve sonuçta kontrol ve bakım aralıkları, koruyucu bakım ve tamir kararları kullanıcıların maliyet yapısını etkilediğini ortaya koymuşlardır (Lad ve Kulkarni, 2012).

Bana e Costa vd., MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) yöntemini kullanarak; tespit etmiş oldukları kriterlerden hastane bakım performansını değerlendirmişlerdir (Bana e Costa vd., 2012).

Orhan ve Karakoç; etkin bakım yönetim sürecinde göz önüne alınması gereken elemanları, bakım politikası; malzeme kontrolü; iş emir sistemi;

ekipman kayıtları; önleyici ve düzeltici bakım; iş planlama ve çizelgeleme; yarım kalmış işlerin kontrolü ve öncelikli sistemler ve bakımın değerlendirilmesi şeklinde sıralamıştır. Bakım Yönetimi sürecinde ise etkinliğin değerlendirmesini bakım stratejisinin tanımı ve uygulanması olarak sınıflandırmışlardır (Orhan ve Karakoç, 2010).

Lad ve Kulkarni; çalışmalarında bakım maliyetlerini beşe ayırmışlardır. Bunlar; bekleme süresi, düşük kaliteli üretimden kaynaklanan maliyet, düşük üretim yüzdesinden kaynaklanan maliyet, onarım ve değiştirmeleri içeren sabit maliyetler ve bakım işçilik maliyetleridir (Lad ve Kulkarni, 2010).

Straub' a göre bina ve tesislerde performans tabanlı bakım sözleşmeleri direkt ve indirekt maliyetleri azaltmaktadır. Ayrıca uzun dönemli bakım sözleşmeleri bakım yönetiminin gelişimine yardımcı olmaktadır (Straub, 2010).

Muchiri vd., bakım yönetimi performans ölçümlerini, anket tekniği kullanarak ve endüstri kollarında üretim yapan çeşitli firmalardan aldıkları verilerle değerlendirmişlerdir (Muchiri, 2010).

Overholts II vd., Amerikan Hava Kuvvetlerinde kullanılan kıtalararası balistik füze bakım planlaması yapmak için iki aşamalı maksimal küme kaplama modeli oluşturmuşlardır. Modellerinde birinci aşamanın amaç fonksiyonu maksimum bakım talebini zamanında karşılamaktır. İkinci aşamanın amaç fonksiyonu ise taleplere göre ağırlıklandırılmış isteklerin maksimize edilmesidir. Kısıtları ise minimum bakım personeli ve minimum personelle, maksimum güvenlik düzeyinin sağlanmasıdır (Overholts II vd., 2009).

Mousavi vd., bakım stratejileri seçiminde Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemlerini faktör analizi ile birlikte hibrid olarak kullanmışlardır (Mousavi vd., 2009).

Marmier vd. bakım planlanması yapılırken insan kaynakları ve iş gücü planlamasını kanguru metodolojisi ve bulanık mantık ile modellemişlerdir (Marmier vd., 2009).

Pascual vd., üretim malzemeleri arızalarının ve bakım maliyetlerini iki kategoriye ayırmıştır. Bunlar; arızaya müdahale etme/giderilme maliyetleri ve arızada kalma süresinin oluşturduğu maliyetlerdir (Pascual, 2008).

Zaeri vd., bakım stratejisi seçiminde; bakım stratejileri ile ilgili tespit ettikleri hizmet kalitesi, alet ve edevat, ürünün noksanlığı, personel yaralanmaları, yazılım maliyetleri, donanım maliyeti, donanım tesisleri, yazılım tesisleri, nitelikli insan gücü, risk, personel eğitimi, çevresel etkiler, personel giderleri, ekipman ve personel etkinliği, ürün kalitesi, müşteri memnuniyeti, güvenilirlik, ekipman güvenliği gibi kriterlerden değer, maliyet, güvenlik, icra edilebilirlik ana kriterlerini belirleyerek bir hiyerarşik yapı oluşturmuşlardır. AHP yöntemini kullanarak en iyi bakım stratejisi seçimini yapmışlardır (Zarei vd., 2007).

Sondalini; bakım maliyetlerini sabit maliyetler, değişken maliyetler ve kayıp kar olarak üç kategoriye ayırmıştır. Sabit maliyetleri; yönetici maaşları, işçi maaşları, sigorta giderleri oluştururken; değişken maliyetleri yakıt, enerji, kira, kiralanan işçilik ve ham madde oluşturmaktadır. Kayıp kar ise arızalanmadan kaynaklanan bekleme süresinde üretilmeyen ürünler ve işçilere ödenen maaşlardır (Sondalini, 2006).

Nordgard vd.; risk analizini ÇKKV yöntemlerinden AHP ile uygulayarak, Norveç'te hidroelektrik üretimi yapan bir şirketin 73 bakım projesinin risk analizini değerlendirmişlerdir. Tespit ettikleri kriterler kamu güvenliği, sağlık ve personel güvenliği, çevre, ün ve potansiyel ekonomik kayıplardır. (Nordgard vd., 2005).

Mouss vd.; çalışmalarında bakım politikalarının üretim yapılan sahaya göre değişebileceğini ve maliyetleri değiştirebileceğini belirtmişlerdir (Mouss vd., 2003).

Nordgard vd.; AHP yöntemi kullanarak enerji üreten bir firmanın bakım stratejilerini değerlendirmişlerdir. Seçtikleri kriterler; güvenlik, çalışma çevresi, çevre ve ündür. Bakım ve güçlendirme işlemleri için tespit edilen

projeler arasından belirtilen kriterler ışığında seçim yapmak ve ileri çalışmalarda dikkat edilecek unsurları belirlemişlerdir (Nordgard vd., 2003).

Martorell vd. nükleer reaktörlerde maliyetlerin ve risklerin azaltılması ile ilişkin olarak genetik algoritma yöntemini kullanarak model oluşturmuşlardır. Bakımın uzun vadede işletme maliyetlerini azalttığı; ömür devrini uzattığı ve olası riskleri azalttığını belirtmişlerdir (Martorell vd. 2002).

Komonen, bakım maliyetlerini direkt maliyetler ve üretimin aksamamasından kaynaklanan maliyetler olarak ikiye ayırmıştır. Direkt maliyetleri; bakım/onarım maliyetleri, işçilik ve yedek parça maliyeti kabul ederken iken kayıp üretimden doğan maliyetleri tezgâh arızasından kaynaklanan sorunlu ürünler ve üretimin durmasından kaynaklanan kayıpların maliyeti olarak değerlendirmiştir (Komonen, 1998 ve 2002).

Munoz Moro ve Ramos; çalışmalarında bakım planlamasında hedef programlama yöntemini kullanmışlardır. Kurmuş oldukları modelde sırasıyla amaç fonksiyonları; kullanılan toplam yakıt maliyetleri ve bakım periyotlarının planlanmasıdır. Kısıtlar; sırasıyla bakım periyotları (Bekleme süresi, bakımda dış kaynak kullanımı, maksimum bakıma alınacak malzeme sayısı), yakıt maliyetleri ile ilgili kısıtlar, operasyonel kısıtlardır. İspanya'da bir santralden aldıkları verileri GAMS programında çalıştırarak sistem işletme maliyeti ve enerji depolama seviyesinin arttığı sonucunu elde etmişlerdir (Munoz Moro ve Ramos, 1999).

Noriega ve Frutuoso e Melo; çalışmalarında onarılamayan parçalar için koruyucu bakım sisteminin literatürde çalışıldığını ancak onarılabilir parçalar için çalışma olmadığını belirterek kurdukları modelde onarılabilir parçalar içinde koruyucu bakım planlanabileceğini ve bunların fayda ve maliyet açısından değerlendirilebileceğini önermişlerdir (Noriega ve Frutuoso e Melo, 1998).

Zürn ve Quintana; en iyi koruyucu bakım planlamasında işletme maliyetleri kriterleri, güvenilirlik kriteri, bakım zamanlarındaki aksamalar ve bakım ve kullanım esnasındaki hor kullanımı değerlendirmişlerdir. Bu

kriterlerin koruyucu bakım planlaması işletme maliyetlerinde önemli etkenler olduğunu tespit etmişlerdir (Zürn ve Quintana, 1977).

Tablo-1’de ÇKKV Yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar ve tespit edilen kriterler; Tablo-2’de ise diğer yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Tablo-1:Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle İlgili Çalışmalar

Kriterler	Alt kriterler	Uygulama	Yöntem	Yayın
Maliyet ve Maliyet Etkinlik	Yazılım maliyetleri, Donanım Maliyeti, Personel Giderleri, İşletme Maliyetleri, Potansiyel Ekonomik kayıplar, Parça Değişimi, Yatırım Maliyetleri, Dış Kaynak Kullanımı, Satın alma Maliyetleri, Kuruluş Maliyetleri, Bakım Maliyeti, Uygulama Maliyeti	Bakım Stratejisi Seçimi, Bakım Planlaması	AHP, Bulanık AHP, BulanıkTOPSIS, Faktör Analizi, Lexicographic, SEMOPS, Bulanık VİKOR, TOPSIS, Bulanık Mantık, Basit Ağırlıklandırma	Demirtaş, 2013; Nezami ve Yıldırım, 2011; Nagar, 2011; Ahmadi vd.,2010; Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007; Mete,2007; Zürn ve Quintana, 1977
Güvenlik	Ekipman Güvenliği, Personel Yaralanmaları, Kamu Güvenliği, Emniyet	Bakım Stratejisi Seçimi, Bakım Öncelikleri Seçimi, Risk Analizi	AHP, Bulanık AHP, BulanıkTOPSIS, Faktör Analizi, Bulanık VİKOR	Demirtaş, 2013; Nezami ve Yıldırım, 2011; Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007; Mete,2007; Nordgard vd., 2005; Nordgard vd., 2003
İşçilik ve Personel	Alet ve Edevat, Nitelikli insan gücü, Personel Eğitimi, Ekipman ve personel etkinliği Sağlık, Tecrübe, Verimlilik, Etkinlik	Bakım Stratejisi Seçimi, Risk Analizi, Dış Kaynak Kullanımı	AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi, Bulanık Mantık, Basit Ağırlıklandırma	Demirtaş, 2013; Nagar, 2011; Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007; Nordgard vd., 2005
Tesisler	Donanım tesisleri, Yazılım tesisleri	Bakım Stratejisi Seçimi	AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi	Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007;

Tablo-1:Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle İlgili Çalışmalar (Devamı)

Kriterler	Alt kriterler	Uygulama	Yöntem	Yayın
Ürün	Ürünün Noksanlığı, Ürünün Kalitesi	Bakım Stratejisi Seçimi	AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi	Demirtaş, 2013; Burhanuddin vd., 2010; Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007
Çevre	Çevresel Etkiler, Atıklar ve Atık Yönetimi, Çevresel Duyarlılık	Bakım Stratejisi Seçimi, Risk Analizi	AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi, Bulanık VİKOR, Bulanık Mantık, Basit Ağırlıklandırma	Nezami ve Yıldırım, 2011; Nagar, 2011; Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007; Nordgard vd., 2005; Nordgard vd., 2003
Uygulanabilirlik ve Sürdürülebilirlik		Bakım Stratejisi Seçimi	AHP, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi, Lexicographic, SEMOPS, Bulanık VİKOR	Demirtaş, 2013; Nezami ve Yıldırım, 2011; Mousavi vd., 2009; Mete, 2007; Zarei vd., 2007
Hizmet Kalitesi	Teknik Yetkinlik, Teknik performans, Operasyonel Esneklik	Bakım Stratejisi Seçimi	AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi, Bulanık VİKOR, Bulanık Mantık, Basit Ağırlıklandırma	Demirtaş, 2013; Nezami ve Yıldırım, 2011; Nagar, 2011; Burhanuddin vd., 2010; Mousavi vd., 2009; ; Zarei vd., 2007
Risk		Bakım Stratejisi Seçimi	AHP, Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi, Bulanık Mantık, Basit Ağırlıklandırma	Nagar, 2011; Ahmadi vd. 2010; Mousavi vd., 2009; Zarei vd., 2007
Zaman	Tamir süresi, Bekleme süresi	Bakım Stratejisi Seçimi, Dış Kaynak Kullanımı	Bulanık TOPSIS, Faktör Analizi, AHP, TOPSIS	Burhanuddin vd., 2010; Ahmadi vd., 2010; Mousavi vd., 2009
Teknoloji		Stratejik Dış Kaynak Kullanımı	AHP	Demirtaş, 2013
Yenilik		Bakım Stratejisi Seçimi	Bulanık VİKOR	Nezami ve Yıldırım, 2011
Ün		Bakım Öncelikleri Seçimi, Risk Analizi	AHP	Nordgard vd., 2005; Nordgard vd., 2003;
Güvenilirlik		Bakım Strateji Seçimi	AHP, Bulanık Mantık, Basit Ağırlıklandırma	Nagar, 2011; Zarei vd., 2007; Zörn ve Quintana, 1977

Tablo-2: Diğer Yöntemler Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Yöntem	Uygulama	Yayın
Tam Sayılı Programlama	Bakım Planlaması	Cömert, 2010; Edwin ve Curtius,1990
Dinamik Programlama	En iyi Koruyucu Bakım Planlaması	Yamanyee vd.,1983
Hedef Programlama	Bakım Planlaması	Munoz Moro ve Ramos, 1999.
Bilgi Tabanlı Sistemler	Bakım Planlaması	Choueiry ve Sekine, 1988; Podbury ve Dillon, 1987
Performans Tabanlı Sistemler	Maliyetlerin Minimizasyonu ve Makinelerin Kullanımının Maksimizasyonu	Jin vd.,2011
Matematiksel Modelleme	Bakım Planlaması (Markov Decision Process)	Fan vd., 2013
	Bakım Ve Operasyonların Minimizasyonuna Yönelik Fayda Modeli (NOWIcob)	Hoffman ve Saperstad, 2013
	En iyi Koruyucu Bakım Zamanının Hesaplanması Modeli	Shafiee vd., 2013
	Maliyetlerin Minimizasyonu-MODAT (Multi Objective Decision Aid Tool)	Meneses ve Ferreira, 2013; Meneses ve Ferreira, 2012
	Ürün Ömür Devri Maliyeti Modeli	Waghmode ve Sahasrabudhe,2012
	Rüzgar Enerji Santrallerinde Fırsat Bakımı Modellenmesi	Ding ve Tian, 2011
	Bakımın Ömür Devrine Etkisi	Lad ve Kulkarni, 2010
	Zamanlamayı Optimize Eden Periyodik Koruyucu Bakım	Liao ve Shaw, 2009
	Çok Kriterli Koruyucu Bakım Planlamasının ARENA tabanlı simülasyonu	Altuger ve Chassapis, 2009
	Bakım optimizasyonunda çevresel faktörleri minimize eden bir model	Deloux vd., 2008
	Fayda ve Maliyet Açısından Koruyucu Bakım Modeli	Noriega ve Frutuoso e Melo, 1998
	Bakım Planlamasında Minimum Maliyet	Silva vd.,1995
	Toplam Bakım Maliyetlerinin Minimizasyonu	Yellen vd., 1992
	Bakım Planlaması	Satoh ve Nara,1991
	Koruyucu Bakımla Parça Ömürlerinin Maksimizasyonu Ve Maliyetlerin Minimizasyonuna Yönelik Model	Chan ve Downs, 1978
Simülasyon ve Diğer Yöntemler	Düzeltilici Bakım Modeli Simülasyonu	Saltmarsh ve Mavris, 2013
	Bakım Planlamasında maliyetlerin minimizasyonu ve riskin sınıflandırılması (Bulanık Teori ve Genetik Algoritma)	Oh vd., 2011
	Üretim Hattı Hatalarının Minimizasyonu (Bayes Ağları)	Kurz vd., 2011
	Bakım Maliyetlerinin Tahminlenmesi (Üssel Gri Model)	Chen vd., 2011
	Bakım Politikası (Bayes Yaklaşımı)	Mun Jung vd., 2010
	Bakımda İnsan Kaynakları ve İş Gücü Planlaması (Kanguru Metodolojisi ve Bulanık Mantık)	Marmier vd., 2009
	Bakım Planlaması (Maksimal Küme Kaplama Modeli)	Overholts II vd., 2009
	Maliyet ve Risklerin Minimizasyonu (Genetik Algoritma)	Martorell vd., 2002

İKİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ve BULANIK MANTIK

1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar verme ve karar verme süreçleri çok eski zamanlardan beri insanoğlunun ilgisini çekmiş ve meraklandırmıştır.

Karar ve karar verme süreci; iki farklı bakış açısının (Farklı bakış açılarının) nihai karar verme sürecinden önce birbirleri ile ne kadar çatıştığı veya ne kadar benzer olduğu ile doğrudan ilişkilidir. Uzun yıllar boyunca karar verme süreçleri, bir kriterin veya bir niteliğin dikkate alınması ile tek skalalı bir ölçü ile değerlendirilmiştir. Örneğin; harekât araştırması konularında modeller genel olarak amaç fonksiyonunun tanımlanması ile başlamaktadır. Bu bile karar verme sürecini bir bakış açısına itmektedir. Bu da örneğin maliyetlerin minimizasyonu veya karın maksimizasyonu şeklindedir. (Figueira vd., 2005:xxii).

İnsanların karar verme süreci, çeşitleri, şartları ve yöntemleri her zaman bir araştırma konusu olmuştur.

Bilgi teknolojileri, siyasi, ekonomik ve demografik faktörler karar verme sürecini daha karmaşık ve belirsiz bir işlem haline getirmiştir. Karar verme bir problem, konu ya da herhangi bir işi ne şekilde; hangi yollarla yapılacağının kesin bir ifade ile alternatifler içerisinde seçerek yapılan bir faaliyettir.

Karar verme, bugünün sosyal ve iş çevrelerinde karmaşık bir işlem hâline gelmiştir. Gelecek hakkındaki belirsizlik ve yarışma ortamının doğası büyük ölçüde karar vermenin zorluğunu artırmıştır. Bilgi ve teknoloji hızla değişmekte ve yeni problemler ortaya çıkmaktadır. Karar vericiler için en iyi seçeneğin bulunması oldukça zor bir iştir (Ersöz ve Kabak, 2010).

Karar verme, yaşayan sistemler için en önemli faaliyetlerden biridir. Sistemin başarısı ve sürekliliği doğrudan verilecek kararlarla sağlanır. Her

karar durumunun farklı özellikler taşıması sebebiyle; bilginin ve sistematik yaklaşımın kullanımı tartışmasız katkılar sağlayacaktır (Felek vd., 2002).

Karar vericiler için en iyi yöntem birbirileri ile çelişen veya direkt/dolaylı ilişki içerisinde bulunan kriterlerin en doğru şekilde alternatifleri nasıl ve ne kadar etkilediğini tespit ederek alacakları kararı bunun üzerine inşa etmektir.

Karar verme sürecinde:

- Karar vericiler birden fazla kriteri dikkate alırlar.
- Kriterlerin birbiri arasındaki etkileşimlerini dikkate alırlar.
- Kriterler aynı zamanda kısıtlayıcıdır.
- Kriterlerin ve alternatiflerin tespitinde çoğu zaman belirsizlik ve bilgi eksikliği mevcuttur.
- Alternatifler içerisinde problemde hedefledikleri en etkin alternatifi seçmek/tespit etmek zorundadırlar.

Karar verme tanımını; Yılmaz ve Dağdeviren (2010); “Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi” şeklinde; Dağdeviren ve Eren (2001); “En basit şekliyle bir karar problemi bir amaç veya ölçüte göre seçenekler arasından bir seçim” olarak yapmışlardır.

ÇKKV bir karar durumu ile ilgili olarak birbiri ile çatışan birden fazla kriteri karşılayan (tatmin eden) olası "En iyi/Uygun" çözüme ulaşmaya çalışan yaklaşım ve yöntemleri bünyesinde barındırmaktadır. ÇKKV, eğer temel amaç en iyi alternatifin tasarlanması değil de başlangıçta belirgin ve sayılabilir özellikteki aday, plan, politika, strateji, hareket biçimi alternatiflerinin karşılaştırılması, derecelendirilmesi, sınıflandırılması veya bunlar arasından en iyisinin seçilmesi ise Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) adını alır (Çınar, 2004).

ÇKKV problemlerine uygun olması açısından karar verici, doğrudan veya dolaylı olarak uygun alternatifleri sıralamada kullanılacak son değer yargısını ortaya koyan ve "En iyi" seçimin saptanmasını sağlayan birey veya bireyler grubu denilebilir.

ÇKKV problemlerinin ortak özellikleri (Çınar, 2004);

- Çoklu amaçlara/niteliklere sahip olması,
- Kriterler arasında görünen çatışma durumu,
- Aynı ölçü ile ölçülemeyen birimler içermeleri,
- Geniş bir tasnifle, ya bir seçim ya da tasarım problemi olmalarıdır.

Bir problemin ÇKKV problemi olması için birden fazla amaç ya da niteliğe sahip olması ve birden fazla alternatifinin olması gerekmektedir. Çünkü birbiri ile çelişen kriterleri ve en iki olası çözümü olmadan zaten problemin varlığından söz edilemez.

Kriterler arasındaki çatışma, kişisel, içsel ya da hukuksal nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilir. Eğer kriterlerin bir tanesinin tatminindeki bir artış, bir diğerinin tatmininde bir azalışa yol açıyorsa kriterler arasında bir çatışma söz konusudur.

Kriterler veya alternatifler ölçümü olmayan dilsel ifadelerle de tanımlanabilir.

ÇKKV problemlerinde sonsuz sayıda alternatif bulunabilir ancak kriterler bu sonsuz kümenin içinden sınırlı sayıda alternatif tanımlayabilir.

2. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında bilim adamı Prof. Lütfü Askerzade'nin bu konu üzerindeki makalesinin yayımlanmasıyla duyulmuştur. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi insanın yaşadığı ortam belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanlar kararlarını belirsiz ortamda verecekleri için belirsizliklerle çalışmak gereklidir.

Bulanık mantık ile klasik mantık (Aristo mantığı) arasındaki temel fark klasik mantığın önermelerin sadece aşırı uç değerlerini kullanmasıdır. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık, küme ile olan üyelik ilişkisi

bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, (0-1) aralığında herhangi bir değer olabilir.

Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farklılıklar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo-3: Klasik Mantık ile Bulanık Mantık Arasındaki Farklılıklar

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A veya A değil	A ve A değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

Örnek olarak normal oda sıcaklığını 23 derece olarak kabul edersek klasik küme kuramına göre 23 derecenin üzerindeki sıcaklık derecelerini sıcak olarak kabul ederiz ve bu derecelerin sıcak kümesindeki üyelik dereceleri "1" olur. 23 derecenin altındaki sıcaklık değerleri ise soğuktur ve sıcak kümesindeki üyelik dereceleri "0" olur. Soğuk kümesini temel aldığımızda bu değerler tersine döner. Bulanık küme yaklaşımında üyelik değerleri (0-1) aralığında değerler almaktadır. Örneğin 14 derecelik sıcaklık için üyelik derecesi (0); 23 sıcaklık derecesi için üyelik değeri (0,25) olabilir.

Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri (0-1) aralığında sonsuz sayıda değişebilir. Klasik kümelerdeki soğuk-sıcak, uzun-kısa, hızlı-yavaş, güzel-çirkin, aydınlık-karanlık gibi ikili değişkenler bulanık mantıkta biraz soğuk biraz sıcak, biraz karanlık gibi esnek niteleyicilerle yumuşatılarak gerçek dünyaya benzetilir. En önemli fark böyle bir çatıda bilginin kaynağındaki küme üyeliğinin kesin tanımlanmış önkoşullarının olmayışı ve daha çok problemlerle rastgele değişkenlerin hazır bulunmasındadır.

Klasik mantık yöntemleriyle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler tam ve net olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar. Bulanık kuramının merkez kavramı bulanık kümeleridir.

Örneğin "orta yaş" kavramını inceleyerek olursak, bu kavramın sınırlarının kişiden kişiye değişiklik gösterdiğini görürüz. Kesin sınırlar söz konusu olmadığı için kavramı matematiksel olarak da kolayca formüle edemeyiz. Ama genel olarak 35 ile 55 yaşları orta yaşlılık sınırları olarak düşünülebilir. Bu kavramı grafik olarak ifade etmek istediğimizde karşımıza çan eğrisi gibi bir eğri çıkacaktır. Bu eğriye "aitlik eğrisi" adı verilir ve kavram içinde hangi değerlerin hangi ağırlıkta olduğunu gösterir.

Bulanık mantığın sağladığı en büyük fayda ise "insana özgü tecrübe ile öğrenme" olayının kolayca modellenenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınmasıdır.

3. ÜYELİK

Bulanık mantık, sayıların komşuluğuna dayanır. Karar sürecinde bir durum bir sayıyla ifade ediliyorsa, söz konusu durumun kabul edilirliliği o sayının gerçekleşmesinde sağlanacaktır. Ancak söz konusu sayıya yakın sayılar karar sürecinin bir parçası olarak algılanmayacaktır (Özçelik, 2011:25).

Üyelik Fonksiyonu 0 ve 1 aralığında oluşur ve $\mu_A(x)$ ile ifade edilir.

a. Üyelik Fonksiyon Tipleri

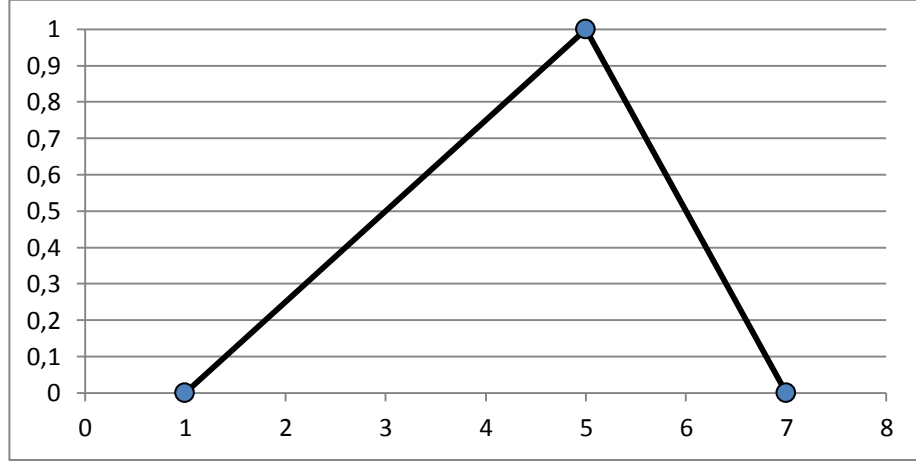
Çok sayıda üyelik fonksiyonu tipi olmakla beraber pratikte en fazla kullanılanlar üçgen, yamuk, çan eğrisi ve Gaussian üyelik fonksiyonlarıdır.

(1) Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bir üçgen üyelik fonksiyonu $y_1; y_2$ ve y_3 şeklinde üç parametre yardımıyla tanımlanır.

$$\mu_A(x; y_1, y_2, y_3) = \begin{cases} \frac{x - y_1}{y_2 - y_1}, & y_1 \leq x \leq y_2 \text{ ise} \\ \frac{y_3 - x}{y_3 - y_2}, & y_2 \leq x \leq y_3 \text{ ise} \\ 0, & x > y_3 \text{ veya } x < y_1 \text{ ise} \end{cases}$$

$y_1 = 1$; $y_2 = 5$ ve $y_3 = 7$ için üçgen üyelik fonksiyonu grafiği Şekil-1' de verilmiştir.



Şekil-1: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Grafiği

Üçgen Bulanık Sayılarda İşlemler:

$\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgensel bulanık sayıdır.

Toplama: $\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$

Çıkarma: $\tilde{A} - \tilde{B} = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2)$

Çarpma: $\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2)$

$k \otimes \tilde{B} = (k * l_2, k * m_2, k * u_2)$

Bölme: $\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}} = (\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2})$

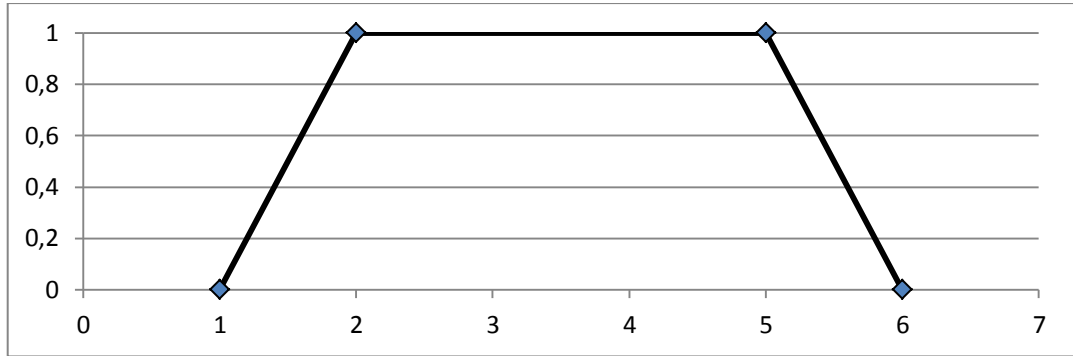
Tersini Alma: $\tilde{A}^{-1} = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1})$

(2) Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Bir yamuk üyelik fonksiyonu $y_1; y_2; y_3$ ve y_4 şeklinde dört parametre yardımıyla tanımlanır. Üçgen üyelik fonksiyonunun özel durumudur.

$$\mu_A(x; y_1, y_2, y_3, y_4) = \begin{cases} \frac{x - y_1}{y_2 - y_1}, & y_1 \leq x \leq y_2 \text{ ise} \\ 1, & y_2 \leq x \leq y_3 \text{ ise} \\ \frac{y_4 - x}{y_4 - y_3}, & y_3 \leq x \leq y_4 \text{ ise} \\ 0, & x > y_4 \text{ veya } x < y_1 \text{ ise} \end{cases}$$

$y_1 = 1; y_2 = 2; y_3 = 5$ ve $y_4 = 6$ için üçgen üyelik fonksiyonu grafiği Şekil-2'de verilmiştir.

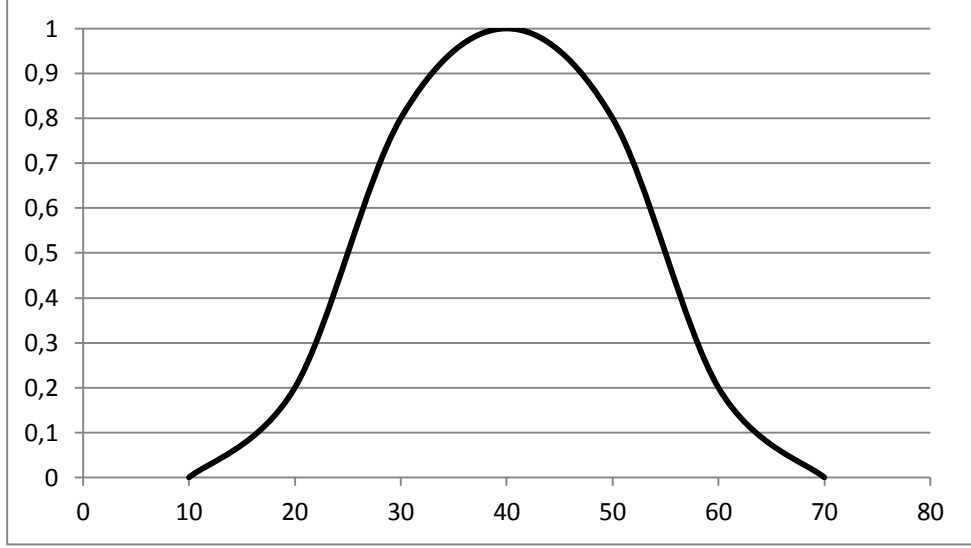


Şekil-2: Yamuk Üyelik Fonksiyonu Grafiği

(3) Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Bu tip bir üyelik fonksiyonu m ve σ parametreleri ile tanımlanırlar. Bu fonksiyonda m fonksiyon merkezini ve σ da genişliğini ifade eder. σ değerini değiştirerek, fonksiyonun biçimini değiştirebiliriz. Eğer σ küçük olursa üyelik fonksiyonu daha ince olurken, bu değer büyüdükçe üyelik fonksiyonu yayvanlaşacaktır.

$$\mu_A(x; m, \sigma) = \exp\left(\frac{-(x - m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

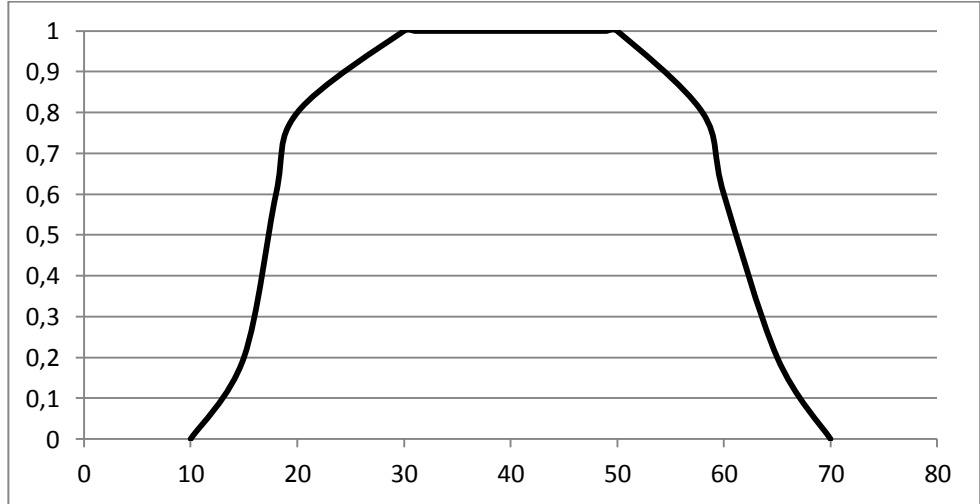


Şekil-3: Gaussian Üyelik Fonksiyonu Grafiği

(4) Çan Şekilli Üyelik Fonksiyonu

Bu tip bir üyelik fonksiyonu $y_1; y_2$ ve y_3 şeklinde üç parametre yardımıyla tanımlanır.

$$\mu_A(x; y_1, y_2, y_3) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - y_3}{y_1} \right|^{2y_2}}$$

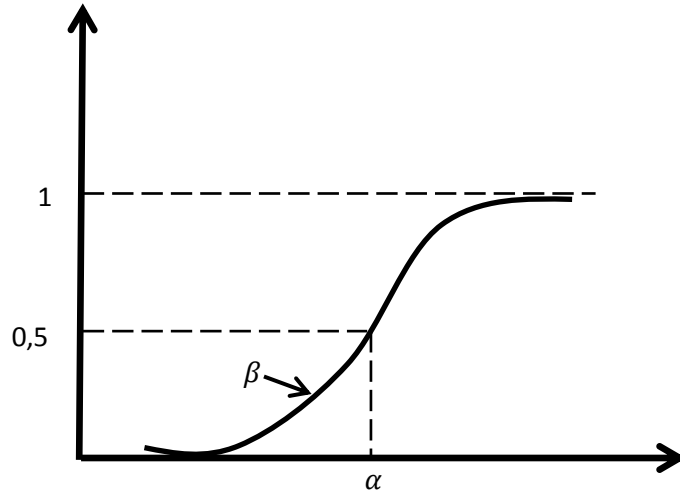


Şekil-4: Çan Şekilli Üyelik Fonksiyonu Grafiği

(5) Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

Sigmoidal tip üyelik fonksiyonu β ve α olmak üzere iki parametre aşağıdaki fonksiyon ile tanımlanır. β parametresi eğrinin eğimini gösterirken α parametresi 0,5 üyelik fonksiyon değeri ile fonksiyonun geçiş noktasını göstermektedir.

$$\mu_A(x; \beta, \alpha) = \left(\frac{1}{1 + e^{-\beta(x-\alpha)}} \right)$$

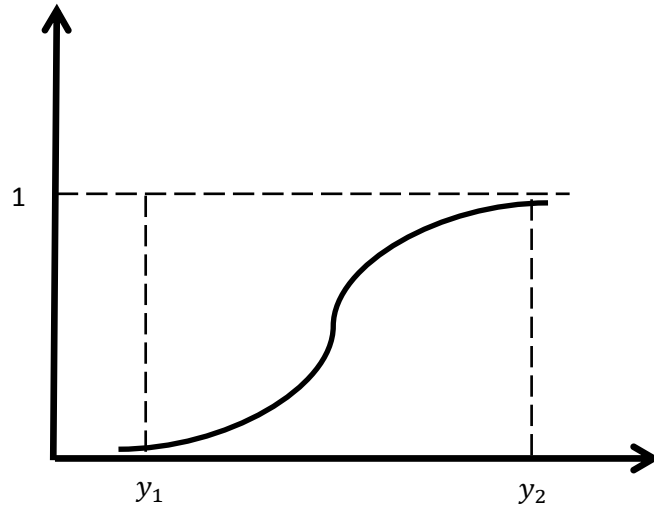


Şekil-5: Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu Grafiği

(6) S Şekli Üyelik Fonksiyonu

Bu üyelik fonksiyonu y_1 ve y_2 parametre ile tanımlanan düzgün bir üyelik fonksiyonudur. Bu fonksiyonun adı şeklinin S harfine benzemesinden gelmektedir.

$$\mu_A(x; y_1, y_2) = \begin{cases} 0, & x < y_1 \\ 2 \left[\frac{x - y_1}{y_2 - y_1} \right]^2, & y_1 \leq x \leq \left[\frac{y_1 + y_2}{2} \right] \\ 1 - 2 \left[\frac{x - y_2}{y_2 - y_1} \right]^2, & \left[\frac{y_1 + y_2}{2} \right] \leq x \leq y_2 \\ 1, & b \leq x \end{cases}$$



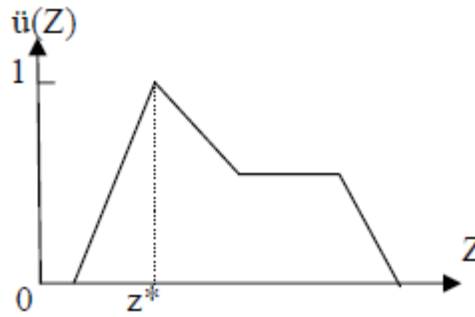
Şekil-6: S Şekilli Üyelik Fonksiyonu Grafiği

b. Durulaştırma

Durulaştırma işlemi bir bulanık kümeden tek sayısal değer elde etmektir. Bulanıklaştırma işleminin tersi olarak söylenebilir.

(1) En Büyük Üyelik İlkesi:

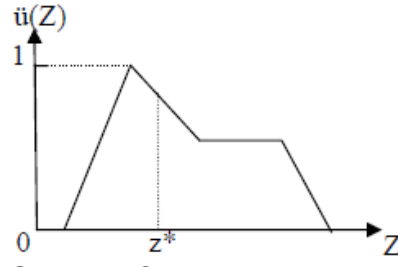
Yükseklik yöntemidir. Kullanılabilmesi için tepeleri olan çıkarım bulanık kümelerine ihtiyaç vardır. Şekil-7’de durulaştırma işlemi verilmektedir.



Şekil-7: En Büyük Üyelik Derecesi Durulaştırılması

(2) Centroid Yöntemi:

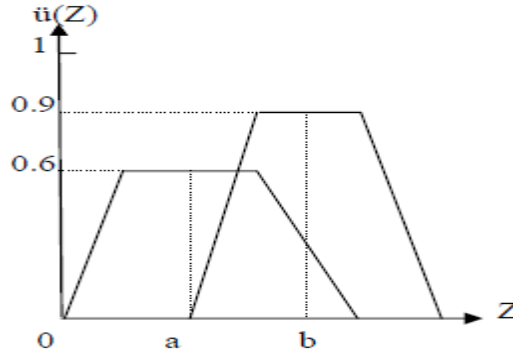
Ağırlık merkezi yöntemidir. Durulaştırma işlemlerinde, yaygın olarak kullanılan kullanılmaktadır. Şekil-8’de bu yöntem kullanılarak yapılan durulaştırma işlemini görülmektedir. Eksenlere göre statik moment alınarak ağırlık merkezi bulunmaktadır.



Şekil-8: Centroid Yöntemi ile Durulaştırma

(3) Ağırlıklı Ortalama Yöntemi:

Simetrik üyelik fonksiyonu bulunması gerekir. Şekil-9' da bu yöntem kullanılarak yapılan durulaştırma işlemini görülmektedir.

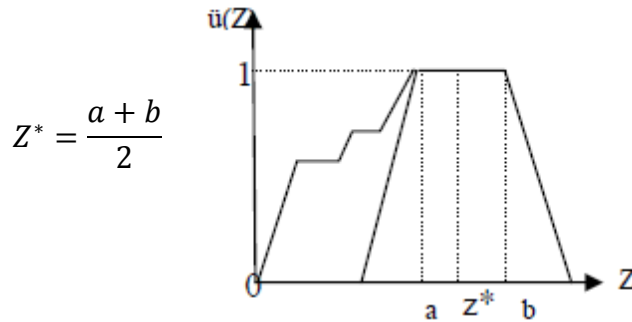


$$Z^* = \frac{a(0,6) + b(0,9)}{0,6 + 0,9}$$

Şekil-9: Ağırlıklı Ortalama Yöntemi ile Durulaştırma

(4) Ortalama En Büyük Üyelik:

En büyüklerin ortası olarak bilinir. Şekil-10' da bu yöntem kullanılarak yapılan durulaştırma işlemini görülmektedir.



$$Z^* = \frac{a + b}{2}$$

Şekil-10: Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi ile Durulaştırma

(5) CFCS (Converting Fuzzy Data into Crisp Scores) :

Bu metot Opricovic ve Tzeng tarafından bulunmuştur. Sol ve sağ değerlerin bulanık maksimum ve bulanık minimum değerlerinin ağırlıklarının maksimumu hesaplanarak belirli bir prosedür içinde yapmış oldukları durulaştırma yöntemidir.

Dört adımlı bir algoritmadır. (Opricovic ve Tzeng, 2003):

$Z_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, r_{ij}^k)$ Üçgensel bulanık settir.

1. Normalizasyon:

$$1. xl_{ij}^k = (l_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max},$$

$$2. xm_{ij}^k = (m_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max},$$

$$3. xr_{ij}^k = (r_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max};$$

$$\Delta_{\min}^{\max} = \max r_{ij}^k - \min l_{ij}^k$$

2. Sol (ls) ve sağ (rs) normalize değerlerin hesaplanması:

$$4. xls_{ij}^k = xm_{ij}^k / (1 + xm_{ij}^k - xl_{ij}^k)$$

$$5. xrs_{ij}^k = xr_{ij}^k / (1 + xr_{ij}^k - xm_{ij}^k)$$

3. Toplam Normalize Değerin Bulunması:

$$6. x_{ij}^k = [xls_{ij}^k (1 - xls_{ij}^k) + xrs_{ij}^k * xrs_{ij}^k] / [1 - xls_{ij}^k + xrs_{ij}^k]$$

4. Duru Değerlerin Bulunması:

$$7. z_{ij}^k = \min l_{ij}^k + x_{ij}^k \Delta_{\min}^{\max}.$$

(6) Alpha Cut (Kesme) Metodu:

Bu algoritmada bulanık sayı farkı α -kesme seviyeleri ile α kesme işlemine tabi tutulur.

Karar vericinin iyimserlik derecesi (endeksi) olarak tanımlanan λ ; $0 \leq \alpha \leq 1$ dir. λ büyüdükçe iyimser bir karar verici, küçüldükçe karamsar bir karar verici söz konusudur (Özçelik, 2011:48).

Adım 1: Alt ve üst sınır öncelik değerlerinin belirlenmesi

k alternatif için bulanık öncelik değeri (l,m,r) olarak alındığında alt ve üst sınır öncelik değeri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak bulunabilir.

$$\text{Alt Sınır (AS)} = \alpha * (m - l) + l$$

$$\text{Üst Sınır (ÜS)} = r - \alpha * (r - m)$$

Adım 2: Elde edilen alt ve üst sınır öncelik değerleri aşağıdaki eşitlikler ile birleştirilir.

W_{kA} : k. Alternatif için alt sınır öncelik değeri

$W_{kÜ}$: k. Alternatif için üst sınır öncelik değeri

$$W_{kA} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l * (AS_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l};$$

$$W_{kÜ} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l * (\ddot{ÜS}_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l}$$

Adım 3: Durulaştırılmış değerlerin bulunması.

$$W_d = \lambda * W_{kÜ} + (1 - \lambda) W_{kA} \quad \lambda \in [0,1]$$

λ = İyimserlik derecesi

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DEMATEL

The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) Metodu; 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından geliştirilmiştir. DEMATEL, özellikle karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarını geliştirmek ve hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerin tanımlanmasına katkıda bulunmak amacıyla geliştirilmiştir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010). Graf teorisi temelli olan DEMATEL yöntemi; geleneksel tekniklerden olan AHP gibi unsurlarının bağımsız olduğu varsayımı yerine unsurların arasında var olan ilişkiyi de ortaya çıkarmaya yarayan bir metottur (Shieh vd., 2010).

DEMATEL metodunun avantajı; kriterler arasındaki yapı ve ilişkileri inceleyen, sebep-sonuç modeli içeren etkili bir yöntem olmasıdır (Tseng ve Lin, 2009).

DEMATEL kriterleri ilişkilerin cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilir. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu kabul edilen kriterler, sebep kriterleri, daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu kabul edilen kriterler ise sonuç kriterleri olarak adlandırılır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010)

Uzmanlardan alınan bilgiler yetersiz, eksik veya dilsel ifadelerle olabilir. Bu durumda değerlendirmeler bulanık ortamda değerlendirilir ve bulanık DEMATEL yöntemi kullanılabilir.

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sumrit ve Anuntavoranich; altı uzman görüşü ve on altı kriteri DEMATEL yöntemini kullanarak değerlendirmiş ve teknoloji tabanlı firmaların teknolojik yenilik kapasitelerinin belirlemiştir (Sumrit ve Anuntavoranich, 2013).

Lee vd.; çalışmalarında DEMATEL metodunun adımlarından; limit alındığında sıfırlar matrisi ile karşılaşılması durumunda (çözumsuz sonuç) çıktığında yapılacak olan adımları revize etmişlerdir (Lee vd., 2013).

Organ; makine seçimini etkileyen kriterlerin birbirleri ile olan ilişkileri ortaya koymak amacıyla bulanık DEMATEL yöntemi değerlendirmiştir (Organ, 2013).

Horng vd.; çalışmalarında gelecekte olması beklenen restoran mekanının tasarımı için gerekli kriterleri DEMATEL yöntemi ile değerlendirmişlerdir (Horng vd., 2013).

Çınar; olasılıklı DEMATEL ve basit ağırlıklandırma yöntemi kullanarak kariyer tercihi problemini risk faktörlerini de kullanarak modellemiştir (Çınar, 2013).

Baykaşoğlu vd.; çalışmalarında taşımacılık yapan bir şirketin kamyon seçiminde bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemini birlikte kullanmışlardır (Baykaşoğlu vd., 2013).

Eroğlu vd.; tehlikeli madde taşımacılığı yapan şirketlerden 3 PL hizmeti almak isteyen firmaların değerlendireceği kriterlerin önem derecelerinin tespitinde bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır (Eroğlu vd., 2013).

Baruah vd.; tesis yeri seçiminde maliyetleri etkileyen yedi faktör arasındaki ilişkinin tespitinde DEMATEL metodunu kullanmışlardır (Baruah vd., 2012).

Vujanovic vd.; araç filosunun bakım yönetim göstergelerinin ANP ve DEMATEL yöntemleri ile değerlendirmişlerdir (Vujanovic vd., 2012).

Wanga ve Tzeng, marka değeri oluşturulmasında ÇKKV tekniklerinden DEMATEL, ANP ve VIKOR yöntemlerini birleştirerek bütünleşik bir model sunmuşlardır. (Wanga ve Tzeng, 2012).

Wang vd., bir ileri teknoloji tesisinin tasarım projesinde performansını iyileştirmek için DEMATEL'e dayalı bir model önermişlerdir. (Wang vd., 2012).

Cheng vd., restoranlardaki hizmet kalitesinin özellikleri arasındaki ilişkilerin kontrol edilebilmesi için, IPGA (Importance-Performance & Gap Analysis) modeli ve DEMATEL yöntemini iki safhalı karar verme modeli olarak uygulamışlardır (Cheng vd., 2012).

Ho vd.; tedarikçi kalite performansı değerlendirilmesinde, etkileyen ve etkilenen faktörlerin tespitinde DEMATEL yöntemini uygulamışlardır (Ho vd. 2012).

Wu; başarılı bir bilgi yönetimi uygulaması için kriterlerin değerlendirilmesinde bulanık DEMATEL yöntemini önermiştir (Wu, 2012).

Büyüközkan ve Çiftçi; yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesinde, bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini içeren, hibrid bir model önermişlerdir (Büyüközkan ve Çiftçi, 2012).

Gharakhani; tedarikçi seçimi kriterleri değerlendirilmesinde bulanık DEMATEL metodunu kullanmıştır (Gharakhani, 2012).

Warma ve Kumar; portföy seçiminde önceliklerin tespiti ve sıralamasında DEMATEL yöntemi kullanmışlardır (Warma ve Kumar, 2012).

Lin vd., otomobil üretim endüstrisinde yeşil tedarik zinciri yönetimi performans değerlendirmesini belirsizlik ortamında belirlemek için bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlar (Lin vd., 2011).

Mokhtarian; çalışmada Wu ve Lee'nin hesap hatalarını düzelterek bulanık DEMATEL yöntemini tekrar uygulamıştır (Mokhtarian, 2011).

Jassbi vd.; stratejik kriterler arasındaki nedensel ilişkileri yakalamak için bulanık DEMATEL yöntemini kullanarak; stratejik sebep-sonuç ilişki modellemişlerdir (Jassbi vd., 2011).

Tseng vd.; tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojileri için tespit edilen on faktör arasındaki ilişkinin tespitinde bulanık DEMATEL yöntemini kullanmıştır (Tseng vd., 2011a).

Tseng vd.; Vietnam turizminin gelişiminde turist taleplerinin değerlendirilmesini bulanık DEMATEL yöntemiyle yapmıştır (Tseng vd., 2011b).

Hu vd.; önem performans analiz modeli çalışmalarında; problemin kriterlerinin değerlendirilmesinde ve kalite karakteristiklerinin etkileşim seviyesini tespit edebilmek ve sebep-etki ilişkisini analiz edebilmek için DEMATEL metodunu kullanmışlardır (Hu vd., 2011).

Hung; tedarik zincirinin küresel risk ortamında rekabet avantajı elde edebilmek için hassas maliyetleme, yönetim kısıtlamaları, rekabet avantajı analizi ve risk yönetimi faktörleri altında, bulanık DEMATEL-ANP ve bulanık hedef programlama yöntemlerinin kullanımını önermiştir (Hung, 2011).

Wang vd.; 145 kişiden oluşan örneklem grubuna bulanık dilsel ifadeleri kullanarak havayolları şirketi hizmet kalitesinin belirlenmesinde DEMATEL metodunu kullanmışlardır (Wang vd., 2011).

Yang vd.; çalışmalarında bilgi güvenliğinin risk kontrol değerlendirilmesinde VIKOR, DEMATEL ve ANP birlikte kullanıldığı bütünlük yöntem önermişlerdir (Yang vd., 2011).

Chang vd.; çalışmalarında, Tayvan Elektronik Sanayinde çalışan uzmanların görüşlerinden faydalananak tedarikçi seçiminde etkili olan kriterleri belirlemek için bulanık DEMATEL yöntemini uygulamışlardır (Chang vd., 2011a).

Aksakal ve Dağdeviren; ANS yöntemini kriterlerin birbiri ile olan ilişkilerini inceleyen DEMATEL yöntemi ile birlikte kullanarak personel seçim problemi çözmüştür (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Shieh vd.; hastanelerdeki hizmet kalitesinin artırılmasına yönelik tespit edilecek anahtar faktörlerin belirlenmesinde DEMATEL yöntemini uygulamışlardır (Shieh vd.,2010).

Hu vd.; bilgisayar endüstrisi önem performans analiz modeli çalışmalarında, müşteri tatminindeki kalite kriterlerini BPNN (Back-propagation neural network) ve DEMATEL yöntemi ile değerlendirmişlerdir (Hu vd., 2009).

Lin ve Tzeng; çalışmalarında teknoloji pazar yeri seçiminde kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde DEMATEL metodunu kullanmışlardır (Lin ve Tzeng, 2009).

Li ve Tzeng; DEMATEL metodu için eşik değer belirlenmesinde Mean-de entropy algoritmasını kullanmışlardır (Li ve Tzeng, 2009).

Yang vd.; küçük ve orta ölçekli işletmelerin yenilikçi politikalarının değerlendirilmesinde DEMATEL metodunu kullanmıştır (Yang vd., 2008).

Wu ve Lee, küresel yöneticilerinin yetkinliklerinin geliştirilmesinde kullanılacak sekiz kriterin önem derecelerinin belirlenmesinde bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır (Wu ve Lee, 2007).

DEMATEL yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo-4'te verilmiştir.

Tablo-4: DEMATEL Uygulama Tablosu

Yöntem	Uygulama	Yayın
DEMATEL	Restoran mekanının tasarımı için kriterlerin değerlendirilmesi	Horng vd., 2013.
	Teknoloji tabanlı firmaların teknolojik yenilik kapasitelerinin değerlendirilmesi	Sumrit ve Anuntavoranich, 2013.
	İleri teknoloji tesisin tasarımında performans iyileştirilmesi	Wang vd., 2012.
	Portföy seçimi değerlendirilmesi	Warma ve Kumar, 2012.
	tedarik zinciri sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi	Uysal,2012.
	Tedarikçi kalite performansı değerlendirilmesi	Ho vd., 2012.
	Tesis yeri seçimi değerlendirilmesi	Baruah vd., 2012; Xie vd., 2009.
	Yeşil tedarik zinciri değerlendirilmesi	Lin vd., 2011; Wu vd., 2011.
	Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi teknolojileri için tespit edilen kriterlerin değerlendirilmesi	Tseng vd., 2011a.
	Hizmet kalitesi değerlendirilmesi	Wang vd., 2011; Shieh vd.,2010.
	Önem performans analiz modeli kriterlerinin değerlendirilmesi	Hu. vd., 2011.
	Kliniklerde kullanılabilecek Karar Destek Sistemi Kriterlerinin Değerlendirilmesi	Jeng, 2010.
	Teknoloji Pazar Yeri Seçimi	Lin ve Tzeng, 2009.
	Küçük ve Orta Ölçekli işletmelerin değerlendirilmesi	Yang vd., 2008.
Bulanık DEMATEL	Makine Seçimi kriterlerinin değerlendirilmesi	Organ, 2013.
	Tehlikeli Madde Taşımacılığı 3 PL seçiminin değerlendirilmesi	Eroğlu vd. 2013.
	Bilgi yönetimi uygulaması kriter değerlendirilmesi	Wu, 2012.
	Tedarikçi Seçimi Değerlendirilmesi	Gharakhani, 2012.; Chang vd., 2011a.
	Yeni ürün geliştirmede proje yönetimi	Chang vd. 2011b.
	Küresel Yöneticilerin Yetkinliklerinin geliştirilmesi	Mokhtarian, 2011; Wu ve Lee, 2007.
	Turizmin gelişiminde turist taleplerinin değerlendirilmesi	Tseng vd., 2011b.
	Hizmet Kalitesi Değerlendirilmesi	Chen vd., 2008.

Tablo-4: DEMATEL Uygulama Tablosu (Devamı)

Yöntem		Uygulama	Yayın
HİBRİD MODELLER	ANP ve DEMATEL	Araç filosunun bakım yönetim göstergelerinin değerlendirilmesi	Vujanovic vd., 2012.
		Personel Seçimi	Aksakal ve Dağdeviren, 2010.
		Katı atık yönetimi değerlendirilmesi	Tseng, 2009.
	DEMATEL, ANP ve Vikor bütünleşik	Marka Değeri Oluşturulması	Wanga ve Tzeng, 2012.
		Bilgi güvenliğinin risk kontrol değerlendirilmesi	Yang vd., 2011.
	DEMATEL ve TOPSIS	Personel Seçimi	Aksakal vd., 2013.
		Prototip teknolojisi yatırımı değerlendirilmesi	Kumar vd., 2012.
	Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS	Kamyon Seçimi	Baykaşoğlu, 2013.
	Olasılıklı DEMATEL ve Basit Ağırlıklandırma Yöntemi	Kariyer Tercihi Problemi	Çınar, 2013.
	DEMATEL ve QFD Metodu	Tedarikçi Seçimi	Dey vd., 2012.
	Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS	Yeşil Tedarikçi Değerlendirilmesi	Büyüközkan ve Çiftçi, 2012.
	DEMATEL-ANP ve Bulanık Hedef Programlama	Tedarik zincirinin küresel risk ortamında rekabet avantajının değerlendirilmesi	Hung, 2011.

2. DEMATEL METODU

DEMATEL Metodunda H adet karar verici/uzman grup tarafından değerlendirilen ve birbirini etkileyen n adet kriterin olması gerekir. Karar vericiler ve kriterler tespit edildikten sonra aşağıdaki safhalar uygulanarak değerlendirmeler yapılabilir.

Safha 1: Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması ve Ortalama Direkt İlişki Matrisinin Bulunması:

Direkt ilişki matrisi; kriterler arasındaki ikili karşılaştırmalar yapılarak karar verici/uzman grup tarafından belirlenir.

Literatürde en çok karşılaşılan ikili karşılaştırma skalaları Tablo-5 ve Tablo-6’ da gösterilmiştir.

Tablo-5: DEMATEL Metodu Karşılaştırma Skalası (Dey vd., 2012)

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etkili
2	Orta Etkili
3	Yüksek Etkili
4	Çok Yüksek Etki

Tablo-6: DEMATEL Metodu Karşılaştırma Skalası (Shieh vd., 2010)

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etkili
2	Orta Etkili
3	Yüksek Etkili

Karar vericilerden/Uzman gruptan Tablo-5 ve Tablo-6’ daki skalalardan belirlenen birine göre; “Hangi kriter hangi kriteri ne düzeyde etkiliyor?” sorusuna cevap vermesi istenir.

Örneğin; Tablo-7’deki sunulan matris incelendiğinde, karar vericilerden bir tanesinin değerlendirmesine göre Kriter 1, Kriter 2’yi “Düşük Etkili” olarak etkilerken; Kriter 2, Kriter 1’i “Çok Yüksek Etki” ile etkilemektedir.

Tablo-7:Örnek Direkt İlişki Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4
Kriter 1	0	1	2	4
Kriter 2	4	0	1	3
Kriter 3	2	2	0	1
Kriter 4	0	1	0	0

Direkt ilişki matrisi simetrik değildir ve köşegen elemanları 0’dır.

Yukarıda anlatılan şekilde $n * n$ boyutundaki matris direkt ilişki matrisi olarak adlandırılır. Bu matrisin her (i,j) elemanı x_{ij} kriter i 'den kriter j 'ye olan direkt ilişkiyi gösterir (Çınar, 2013). Her bir uzman ya da karar vericiden bir adet olmak üzere değerlendirmeleri istenir. H adet direkt ilişki matrisi elde edilir.

$$X = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & x_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

Elde edilen direkt ilişki matrisleri eşitlik (1)'deki denklem kullanılarak ortalamaları alınır ve ortalama direkt ilişki matrisi (X) oluşturulur. Bu aynı zamanda grup kararıdır.

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{n=1}^H x_{ij}^n \quad \text{Eş.(1)}$$

Safha 2: Normalize Edilmiş Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Eşitlik (2) ve eşitlik (3) kullanılarak normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (C) oluşturulur. x_{ij} elemanları yerine a_{ij} elemanları yazılır; matrisin satır ve sütun toplamaları içinden en büyüğü belirlenerek ortalama direkt ilişki matrisi bu değere bölünür.

$$s = \max \left(\max \sum_{j=1}^n x_{ij}, \max \sum_{i=1}^n x_{ij} \right) \quad \text{Eş.(2)}$$

$$C = \frac{X}{s} \quad \text{Eş.(3)}$$

Direkt ilişki matrisinin satır toplamaları satırdaki her bir kriterin diğerleri üzerindeki toplam etkiyi gösterdiğinden eşitlik (2)'de yazılan ifadelerden ilki diğerleri üzerinde en fazla etkisi olan kriterin toplam etkisine işaret

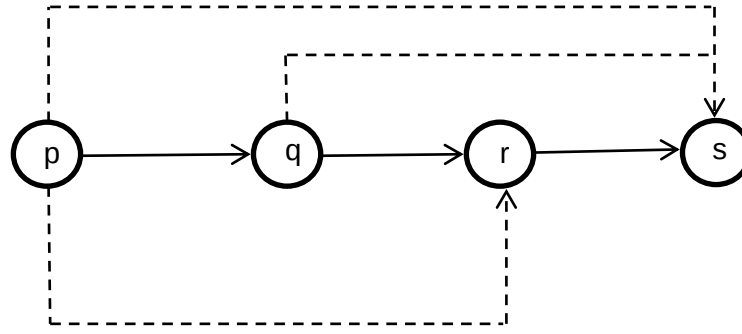
etmektedir. Aynı şekilde her i sütununun toplamı i kriterinin üzerindeki toplam etkiyi göstermektedir. Maksimumu ise en fazla etkiyi gösterendir. İki değerden en büyük olanı seçip her elemanı bu değere böldüğümüzde C matrisi elde edilir ve bu matrisin elemanları 0 ve 1 arasında bir değer alır.

Safha 3: Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:

$$\lim_{H \rightarrow \infty} c + c^2 + c^3 + \dots \dots c^H \quad \text{Eş.(4)}$$

$$F = C + C^2 + C^3 + \dots \dots \dots + C^H = C(I - C)^{-1} \quad \text{Eş.(5)}$$

Burada I n*n boyutundaki birim matrisi, C'ler ise giderek azalan dolaylı etkileri ifade etmektedir.



Şekil-11:Direkt ve Dolaylı Etkiler

Şekil 11'de dört kriterin birbiri ile olan doğrudan ve dolaylı etkileri gösterilmiştir. Buna göre p kriteri q kriterini doğrudan etkilerken; s kriterini dolaylı olarak etkilemektedir. Bu ilişki yapısına göre p kriterinin r üzerindeki dolaylı etkisi, s faktörü üzerinde olduğundan daha fazladır. Doğrudan ve dolaylı etkileri sonsuza giden bir seri oluşturarak, bu serinin limiti alındığında eşitlik (5) elde edilmektedir (Çınar, 2013).

Safha 4: Etkilen ve Etkileyen (Gönderici ve Alıcı) Kriter Gruplarının Belirlenmesi:

Safha 3'te bulunan matristen (F) yola çıkarak; bu matrisin i'inci satırının toplamı D_i ; i kriteri tarafından diğer kriterlere gönderilen doğrudan ve dolaylı

etkilerin toplamını gösterir. Sütun toplamı R_i ; ise aynı kriterin diğer kriterlerden gelen etkilerin toplamını gösterir.

Her kriter için satır ve sütun toplamlarıyla belirlenen $D_i + R_i$ endeksi gönderilen ve alınan toplam etki değerini; $D_i - R_i$ değeri ise i faktörünün sisteme yaptığı net etkiyi göstermektedir. Bu değer pozitif olması i kriterinin “Net etkileyen” olduğunu gösterirken; negatif olması “Net etkilenen olduğunu ifade eder. $D_i + R_i$ değeri i kriterinin toplam sistem içindeki derecesini göstermektedir (Çınar, 2013).

Burada D_i gönderilen etkiler; R_i alınan etkiler; $D_i + R_i$ merkezi rol derecesi ve $D_i - R_i$ etki derecesi olarak söylenebilir (Çınar, 2013).

$D_i + R_i$ değerleri kriterlerin ne kadar önem derecelerine sahip olduğunu gösterirken $D_i - R_i$ değerleri kriterleri gönderici ve alıcı gruplar olarak ikiye ayırır. Genel olarak $D_i - R_i$ değerlerinden negatif olanlar alıcı (Etkilenen) grubu, pozitif olanlar ise gönderici (Etkileyen) grubu gösterir (Tzeng ve Huang, 2011:265).

Safha 5: Eşik Değerin (Threshold Value): Belirlenmesi ve Etki Diyagramının Çizilmesi:

Eşik değeri belirlemek; F matrisindeki daha yüksek öncelikli ve dikkate çekici değerlerin tespiti açısından önem arz etmektedir. F matrisindeki her elaman bu matristeki i 'inci kriterin j 'nci kritere gönderdiği etkiyi temsil etmektedir. Eğer matriste yer alan tüm değerler dikkate alınacak olursa problemde önemi ortaya çıkarılması düşünülen kriterler arası etki derecelerinde hedeften uzaklaşılma olasılığı artar. Aynı şekilde etki diyagramının karmaşık bir hal almasını sağlar (Tzeng ve Huang, 2011:135).

Uygun bir diyagram elde etmek için karar vericilerin etki seviyesi için bir eşik değeri ayarlamaları gerekir.

Eşik değeri karar verici ya da uzmanlar tarafından belirlenebileceği gibi F matrisinin aritmetik ortalamasının alınarak eşik değerin tespit edildiği de literatürde görülmüştür.

Eşik değerin uzman veya karar vericiler tarafından tespit edilmesi geleneksel bir yaklaşımdır. Ancak zaman zaman fazla sayıda tutulan uzman adedi nedeni ile eşik değeri tespiti zorlaşmaktadır. (Li ve Tzeng, 2009).

Etki diyagramı yatay eksenini D+R, dikey eksenini D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R,D-R) noktalarının gösterilmesiyle elde edilir.

Tespit edilen eşik değeri elde edilmiş olan diyagramın karmaşık olmasının önüne geçmesi açısından önemlidir. Kullanılacak eşik değerinin büyük ya da küçük olması kriterler arasındaki ilişkinin boyutunu etkileyebilmekte ve çözümün daha karmaşık veya basit olmasını sağlayabilmektedir (Çınar,2013).

Safha 6: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi:

$$w_i = \sqrt{[(D_i + R_i)]^2 + [(D_i - R_i)]^2} \quad \text{Eş.(6)}$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \text{Eş.(7)}$$

DEMATEL Metodunun çözümsüz kaldığı durumlar:

DEMATEL metodu matris işlemlerine dayanan matematiksel işlemlerin yapıldığı bir ÇKKV yöntemidir.

Örneğin ; Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması esnasında sonuç tüm elemanları "0" olan bir matris ile karşılaşabiliriz.

Aşağıdaki işlem Lee vd.'nin makalesinden alınmıştır.(Lee vd., 2013)

$$H1 \begin{vmatrix} 0 & 4 & 2 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 2 & 4 & 0 \end{vmatrix} \quad H2 \begin{vmatrix} 0 & 3 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \end{vmatrix}$$

İki karar vericiden oluşan matrisler için DEMATEL adımları [Eş.(1,2,3)] uygulanmıştır. Aşağıdaki direkt ilişki matrisi bulunmuştur.

$$C = \begin{vmatrix} 0,0 & 0,7 & 0,2 & 0,1 \\ 0,8 & 0,0 & 0,1 & 0,1 \\ 0,2 & 0,0 & 0,0 & 0,8 \\ 0,0 & 0,3 & 0,7 & 0,0 \end{vmatrix}$$

Eşitlik (4) uygulandığında ise karşımıza F matrisi aşağıdaki şekilde çıkmaktadır.

$$F = \begin{vmatrix} \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} \\ \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} \\ \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} \\ \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} & \text{Inf} \end{vmatrix}$$

Bu noktada çözüm bulunulabilmesi için eşitlik (2)'nin eşitlik (8)'daki gibi hesaplanması uygun olacaktır. ($\varepsilon = 0,00001$)

$$s = \max \left(\max \sum_{j=1}^n x_{ij} + \varepsilon, \max \sum_{i=1}^n x_{ij} + \varepsilon \right) \quad \text{Eş. (8)}$$

Eşitlik (6) kullanıldığında gibi çözüm aşağıdaki gibidir.

$$F = \begin{vmatrix} 125001,03 & 125000,4 & 124999,82 & 124999,75 \\ 125000,52 & 125001,03 & 124999,75 & 124999,7 \\ 124999,73 & 124999,72 & 125001,03 & 125000,52 \\ 124999,72 & 124999,86 & 125000,4 & 125001,03 \end{vmatrix}$$

Lee vd. her ne kadar çözümsüz bir matris için çözüm önermiş olsalar da öncelikle DEMATEL metodunun kullanılması; eğer çözümsüz matrisle karşılaşırsa bu tekniğin uygun olduğunu belirtmişlerdir (Lee vd. 2013).

3. BULANIK DEMATEL METODU

DEMATEL Metodu karmaşık yapıda olan, etkileyen ve etkilenen kriterlerin tespitinde bulunmak için kullanılan bir metottur. Bu yöntem temel olarak neden sonuç ilişkilerini tespit ederek, tespit edilen değerlerin görselleştirerek anlamlandırılmasına yarar.

Fakat bu ilişkilerin tespitinde karar verici/uzmanlardan net olarak bilgi alınamayabilir veya değerlendiricilerin sayısal skalalarla düşündüklerini net

bir şekilde ifade edemeyebilir. Burada bu sıkıntıyı aşmak maksadıyla dilsel ifadelerle cevap vermesi istenebilir.

Bulanık DEMATEL dilsel ifadelerin kullanıldığı ve yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Safhaları aşağıdaki gibidir.

Safha 1: Kriterlerin Belirlenmesi ve Bulanık Skalanın Tespiti:

Çalışacağımız problem tipine göre uzman kişilerden anket veya yüz yüze konuşma yoluyla ya da literatürden yararlanarak kriterler tespit edilebilir.

Bulanık skala ise üçgensel, yamuk veya başka üretilmiş bulanık sayılar olabilir. Tablo-8 ve Tablo-9’ da örnekleri gösterilmektedir.

Tablo-8:Üçgen Bulanık Sayılar (Li, 1999)

Dilsel İfade	Etki Skoru	Bulanık İfade
Etkisiz (E)	0	(0,0,0.25)
Düşük Etkili (DE)	1	(0,0.25,0.50)
Orta Etkili (OE)	2	(0.25,0.50,0.75)
Yüksek Etkili (YE)	3	(0.50,0.75,1)
Çok Yüksek Etkili (ÇYE)	4	(0.75,1,1)

Tablo-9: Yamuk Bulanık Sayılar (Chen vd., 2006)

Dilsel İfade	Etki Skoru	Bulanık İfade
Çok Düşük Etkili	0	(0,0.1,0.1,0.2)
Düşük Etkili	1	(0.1,0.2,0.2,0.3)
Biraz Düşük Etkili	2	(0.2,0.3,0.4,0.5)
Etkili	3	(0.4,0.5,0.5,0.6)
Biraz Yüksek Etkili	4	(0.5,0.6,0.7,0.8)
Yüksek Etkili	5	(0.7,0.8,0.8,0.9)
Çok Yüksek Etkili	6	(0.8,0.9,0.9,1)

Safha 2: Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Kriterler arasındaki ilişki düzeyinin anlamak için karar verici veya uzmanlardan ikili karşılaştırma yapmaları istenir. Tıpkı DEMATEL metodunda olduğu gibi “Hangi kriter hangi kriteri ne düzeyde etkiliyor?” sorusuna cevap vermesi istenir.

Örneğin; Tablo-10'daki değerlendirmeye göre karar vericilerden bir tanesinin değerlendirmesine göre Tablo 5'deki skaladan yola çıkarak Kriter 1, Kriter 2'yi “Düşük Etkili” olarak etkilerken; Kriter 2, Kriter 1'i “Çok Yüksek Etki ile etkilemektedir. Bulanık Skala hali ise Tablo-8 'de gösterilmiştir.

Direkt ilişki matrisi simetrik değildir ve köşegen elemanları 0'dır.

Tablo-10: Örnek Direkt İlişki Matrisi (Dilsel İfadeler)

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4
Kriter 1	0	Düşük Etkili	Orta Etkili	Çok Yüksek Etkili
Kriter 2	Çok Yüksek Etkili	0	Düşük Etkili	Yüksek Etkili
Kriter 3	Orta Etkili	Orta Etkili	0	Düşük Etkili
Kriter 4	Etkisiz	Düşük Etkili	Etkisiz	0

Yukarıda anlatılan şekilde $n * n$ boyutundaki matris bulanık direkt ilişki matrisi olarak adlandırılır. Bu matrisin her (i,j) elemanı x_{ij} kriter i'den kriter j'ye olan direk ilişkiyi gösterir Her bir uzman ya da karar vericiden bir adet olmak $(x^1, x^2 \dots x^H)$ üzere değerlendirmeleri istenir. H adet direkt ilişki matrisi elde edilir. Elde edilen direkt ilişki matrisleri eşitlik (1)'deki denklem kullanılarak ortalamaları alınır ve ortalama direkt ilişki matrisi C oluşturulur. Bu aynı zamanda grup kararıdır.

Tablo-11: Örnek Direkt İlişki Matrisi(Bulanık Skala)

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4
Kriter 1	0	(0,0.25,0.50)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
Kriter 2	(0.75,1,1)	0	(0,0.25,0.50)	(0.50,0.75,1)
Kriter 3	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	0	(0,0.25,0.50)
Kriter 4	(0,0,0.25)	(0,0.25,0.50)	(0,0,0.25)	0

Safha 3: Normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Eşitlikler (9) ve (10) kullanılarak normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi bulunur. Burada l_{ij} üçgensel bulanık sayıların ilki ve en küçüğü; m_{ij} orta değer; u_{ij} ise en büyük değerdir.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{C}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) \quad \text{Eş.(9)}$$

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n l_{ij} \right) \quad r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n m_{ij} \right) \quad r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad \text{Eş.(10)}$$

Safha 4: Bulanık Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:

$$\lim_{H \rightarrow \infty} c + c^2 + c^3 + \dots \dots c^H \quad \text{Eş.(4)}$$

$$F = C + C^2 + C^3 + \dots \dots \dots + C^H = C(I - C)^{-1} \quad \text{Eş.(5)}$$

Burada I $n \times n$ boyutundaki birim matrisi, C 'ler ise giderek azalan dolaylı etkileri ifade etmektedir.

İşlemleri yaparken bulanık sayıları kendi içinde ayrı matrislere bölerek işlem yapılması kolaylık sağlamaktadır.

Safha 5: Etkilenen ve Etkileyen (Gönderici ve Alıcı) Grupların Belirlenmesi:

Safha 4'te bulunan matristen (F) yola çıkarak; bu matrisin i ' inci satırının toplamı $\tilde{D}_i$; i kriteri tarafından diğer kriterlere gönderilen doğrudan ve dolaylı etkilerin toplamını gösterir. Sütun toplamı $\tilde{R}_i$; ise aynı kriterin diğer kriterlerden gelen etkilerin toplamını gösterir.

Her kriter için satır ve sütun toplamlarıyla belirlenen $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$ endeksi gönderilen ve alınan toplam etki değerini; $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$ değeri ise i faktörünün sisteme yaptığı net etkiyi göstermektedir. Bu değer pozitif olması net i

kriterinin “Net etkileyen” olduğunu gösterirken; negatif olması “Net etkilenen” olduğunu ifade eder. $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$ değeri i kriterinin toplam sistem içindeki derecesini göstermektedir (Çınar, 2013).

Burada $\tilde{D}_i$ gönderilen etkiler; $\tilde{R}_i$ alınan etkiler; $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$ merkezi rol derecesi ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$ etki derecesi olarak söylenebilir (Çınar, 2013).

Safha 6: Durulaştırma:

Uygun bir durulaştırma yöntemi ile durulaştırma işlemi gerçekleştirilir.

Safha 7: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Eşitlik (11) ve Eşitlik (12) kullanılarak ağırlıklar tespit edilir.

$$w_i = \sqrt{[(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}]^2 + [(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}]^2} \quad \text{Eş.(11)}$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \text{Eş.(12)}$$

Bulanık DEMATEL yönteminde de eşik değeri hesaplanabilir. Durulaştırma işlemi Bulanık Toplam İlişki Matrisi üzerinde yapılırsa durulaştırılmış Toplam ilişki matrisi üzerinde de eşik değeri hesaplanabilir.

Eşik değeri belirlemek; F matrisindeki daha yüksek öncelikli ve dikkate çekici değerlerin tespiti açısından önem arz etmektedir. F matrisindeki her elaman bu matristeki i' inci kriterin j' nci kritere gönderdiği etkiyi temsil etmektedir. Eğer matriste yer alan tüm değerler dikkate alınacak olursa problemde önemi ortaya çıkarılması düşünülen kriterler arası etki derecelerinde hedeften uzaklaşılma olasılığı artar. Aynı şekilde etki diyagramının karmaşık bir hal almasını sağlar (Tzeng ve Huang, 2011:135).

Uygun bir diyagram elde etmek için karar vericilerin etki seviyesi için bir eşik değeri ayarlamaları gerekir.

Eşik değeri karar verici ya da uzmanlar tarafından belirlenebileceği gibi F matrisinin aritmetik ortalamasının alınarak eşik değerin tespit edildiği de literatürde görülmüştür.

Eşik değerin uzman veya karar vericiler tarafından tespit edilmesi geleneksel bir yaklaşımdır. Ancak zaman zaman fazla sayıda tutulan uzman adedi nedeni ile eşik değeri tespiti zorlaşmaktadır. (Li ve Tzeng, 2009).

Etki diyagramı yatay eksenini D+R, dikey eksenini D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R,D-R) noktalarının gösterilmesiyle elde edilir.

Tespit edilen eşik değeri elde edilmiş olan diyagramın karmaşık olmasının önüne geçmesi açısından önemlidir. Kullanılacak eşik değerinin büyük ya da küçük olması kriterler arasındaki ilişkinin boyutunu etkileyebilmekte ve çözümün daha karmaşık veya basit olmasını sağlayabilmektedir (Çınar,2013).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

STOKASTİK ÇOK KRİTERLİ KABUL EDİLEBİLİRLİK ANALİZİ

Stochastic Multi Criteria Acceptability Analysis - Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi (SMAA); bilgilerin; şüpheli, kesin olmayan, kayıp veya eksik olduğu durumlarda kullanılabilen bir ÇKKV yöntemidir.

Çoğu gerçek hayat problemlerinde toplanan bilgi şüpheli veya kesin değildir. Bazen de edinilen bilgi içinde konu ile ilgili eksik görüşler vardır. Bu noktada SMAA metodu; bir karar destek aracı olarak kullanılabilen bir yöntemdir.

Bu yöntemin temel amacı karar modelinde alternatifleri değerlendirmek için karar vericilerin tercihleri ile kriterleri bir araya toplamaktır (Ehrgott vd., 2010:286).

SMAA yöntemleri ile sıralama, en iyiye belirleme, değer/fayda fonksiyonu veya kategorilere ayırma/sıralama işlemleri yapılabilir.

SMAA yöntemi belirsiz parametreleri değişik değerlerle simule ederek; hangi alternatifin en çok tercih edildiğini tespit eder.

Bu metot ters ağırlık uzayı analizi üzerine inşa edilmiştir. Ağırlık uzayı ile hangi alternatifin ne kadar tercih edildiğini veya kesin sıranın tespiti yapılabilmektedir (Ehrgott vd., 2010:287).

Analizin ana sonuçlarında ise alternatiflerin, sıra kabul edilebilirlik indisi, güvenilirlik faktörleri ve merkezi ağırlık vektörleri tespit edilir.

Sıra kabul edilebilirlik indisleri; bir alternatifin hangi sırada olduğunu kabul eden değerini tanımlar, güvenilirlik faktörleri; bir alternatifin diğer bir alternatife göre tercih edilen alternatif olma ihtimalini tanımlarken merkezi ağırlık vektörleri; beklenen ağırlık merkezi olarak tanımlanır (Ehrgott vd., 2010:285).

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tervonen; SMAA uygulamalarını java tabanlı bir ara yüz ile açık kaynak kodlu bir yazılımla kullanıcılara sunmuştur (Tervonen, 2014).

Karabay; bir kamu kurumu için tesis yeri seçiminde matematiksel model ve SMAA yöntemlerini kullanarak; sonuçlarını değerlendirmiştir (Karabay, 2013).

Okul; çalışmasında SMAA ve TOPSIS yöntemlerini hibrid olarak kullanarak; makineli tüfek seçim problemini değerlendirmiştir (Okul, 2012).

Özkaya; üniversite sıralamalarının oluşturulmasında SMAA metotlarını kullanmıştır (Özkaya, 2010).

Tervonen vd., çalışmalarında nano malzemeleri sınıflandırmak için SMAA-TRI yöntemini kullanmışlardır (Tervonen vd., 2009).

Lahdelma ve Salminen; veri zarflama analizi ve SMAA-2'den oluşan SMAA-D metodunu geliştirmişlerdir. SMAA-D metodunun veri zarflama analizinin genişletilmiş bir şekli olduğunu belirtmişlerdir (Lahdelma ve Salminen, 2006a).

Durbach; çalışmasında kalabalık alternatif kümesini azaltmak amacıyla SMAA-A metodunu geliştirmiştir. Metotta; problemde istenen düzey alt ve üst sınır olarak sınırlandırılmış, her alternatif için kabul edilebilirlik değerleri belirlenmiş ve simülasyon tekniği ile sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulamada; 50 alternatiften en önemli 10 alternatif düzeyine kadar indirilmiştir (Durbach, 2006).

Lahdelma vd.; çalışmalarında bir elektrik tedarikçisinin uzun ve kısa dönem karlarını maksimize etmek için; pazar payı, yeşil elektrik ve risk yönetimini de içeren Ref-SMAA metodunu geliştirmişlerdir. 9 alternatif ve 4 kriteri değerlendirmişlerdir. En çok tercih edilen alternatifi belirlemek için alternatifleri destekleyen alt referans noktaları oluşturmuşlardır (Lahdelma vd., 2005).

Lahdelma vd.; SMAA-O metodunu kullanarak, katı atık yönetim sisteminde kullanılacak alternatifleri SMAA-O metodu ile sıralamışlardır (Lahdelma vd., 2003).

Kangas ve Kangas; Multicriteria Approval (MA) ve SMAA metodlarını sıralı ve genel kriterlere göre değerlendirerek doğal kaynak karar analizi yapmışlardır. 20 alternatifi 4 kriter ile değerlendirmişler ve MA ve SMAA-O yöntemlerinin hibrid olarak kullanılmasının etkin olduğunu belirtmişlerdir (Kangas ve Kangas, 2003).

Makkonen vd.; liberal piyasada elektrik dağıtıcısının stratejik kararlarını, stokastik simülasyon, optimizasyon ve SMAA-2 yöntemlerinden oluşan karar destek sistemi ile belirlemişlerdir (Makkonen vd., 2003).

Kangas vd.; SMAA-2 metodunu orman ekosistem yönetiminde kullanmışlardır. Uygulamada hem sıralı hem de genel kriterlerin kullanımına yer vermişlerdir (Kangas vd., 2003)

Lahdelma vd.; atık değerlendirme tesisi yer seçiminde sadece kriter sıralamalarını kullanarak SMAA-O metodunu geliştirmişlerdir. 4 alternatifi; 17 adet kriter ile değerlendirmişlerdir (Lahdelma vd., 2002)

Lahdelma ve Salminen; çalışmalarında SMAA metodunu genişleterek SMAA-2 metodu ile Helsinki Liman Bölgesi seçimi problemini tekrar incelemiştir. SMAA metodunun aksine en iyiyi tespit etmek yerine alternatiflerin sıralamasını sağlamışlardır (Lahdelma ve Salminen, 2001).

Lahdelma ve Salminen; beklenti teorisi ve SMAA'yı birlikte kullanarak SMAA-P metodunu geliştirmişlerdir. SMAA metodunu beklenti teorisinden bir fonksiyon ekleyerek karar vericilerin değişik tercihlerini değerlendirmişlerdir (Lahdelma ve Salminen, 2009). Lahdelma vd.; çevre planlaması ve yönetiminde (Atık planlaması) kullanılabilecek çok kriterli karar destek yöntemlerinden SMAA'yı incelemiştir (Lahdelma vd., 2000)

Hokkanen vd.; SMAA-2 metodunu kullanarak Helsinki'de kirli toprağın temizlenmesi amacıyla teknolojik rekabete dayalı aday firmalar arasında çok

kriterli karar analizi uygulaması yaparak firmaları sıralamıştır. Yapılan bu çalışmada, SMAA-2'nin, farklı, güçlü ve zayıf yanları incelenmiştir (Hokkanen vd., 2000).

Miettinen ve Salminen; çalışmalarında ELECTRE-III metodunun temellerini kullanarak tercihleri sıralamanın aksine sıralama ilişkilerini genişleterek kriter ağırlıklarını tespit etmişlerdir. Atık yönetimi ile ilgili gerçek hayat problemi üzerinde uygulayarak sonuçları elde etmişlerdir (Miettinen ve Salminen, 1999)

Hokkanen vd.; Helsinki'de kurulacak olan liman yer seçimi için 24 alternatif içerisinde, 11 kriterle göre en uygun olanını belirlemeye SMAA metodu ile çalışmışlardır (Hokkanen vd., 1999).

Lahdelma vd.; kesin olmayan karar verici değerlendirmeleri ve eksik bilgilerden yola çıkarak SMAA metodunu geliştirmişlerdir. Altı alternatif ve dört kriterli gerçek bir arazi planı üzerinde uygulamışlardır. Kriter ve ağırlıkların stokastik değişkenler kullanılarak uygulandığı, toplam ağırlık uzayının fayda/değer fonksiyonu kullanılarak yapıldığı bir çalışmadır (Lahdelma vd., 1998).

Hokkanen vd.; SMAA-3 karar destek yöntemini kullanarak karar vericilerin kesin olamayan değerlendirmeleri ışığında çevresel etki değerlendirme kriterlerini kullanarak aday arazilerin tercih sıralamalarını yapmışlardır. SMAA'daki fayda fonksiyonu yerine ELECTRE-III tip yapay kriter ve seçim prosedürünü kullanmışlardır (Hokkanen vd.,1998).

SMAA ile ilgili çalışmalar Tablo-12 'de verilmiştir.

Tablo-12: SMAA İle İlgili Çalışmalar

Yöntem	Uygulama	Yayın
JSMAA yazılımı		Tervonen, 2014
SMAA-TRI	Tesis yeri seçimi	Karabay, 2013
SMAA-TOPSIS	Makineli tüfek seçimi	Okul vd., 2013
SMAA-2	Üniversite eğitim kalitelerine göre ülkelerin sıralanması	Kadzinski ve Tervonen, 2013
SMAA-2	Tersine lojistikte kriterlerin sıralanması.	Özmen ve Kızılkaya, 2013
SMAA-2/Meta Analizi	İlaç fayda risk analizi	Valkenhoef vd., 2012
SMAA-2		Tervonen vd., 2011
SMAA	Ormanlık alan verimlilik tahmini	Aertsen vd., 2011
SMAA-2, SMAA-TRI	Üniversite sıralamalarının oluşturulması	Özkaya, 2010
SMAA	Hava kargo sisteminin merkezileştirilmesi	Menou vd., 2010
SMAA-TRI	Nano malzemelerin sınıflandırması	Tervonen vd., 2009
SMAA-P	Eko sistem tercihleri	Lahdelma ve Salminen, 2009
SMAA-2	Asansör planlama	Tervonen vd.2008
SMAA-D	Karşılaştırmalı uygulama	Lahdelma ve Salminen, 2006a
SMAA-A		Durbach, 2006
SMAA-2	Orman planlama	Kangas vd., 2006
SMAA-2 (Cross Conf.)		Lahdelma ve Salminen, 2006b
SMAA-2 (Gauss Dağılımı)	Elektrik dağıtım şirketinin stratejik kararlarının değerlendirilmesi	Lahdelma vd., 2006
Ref-SMAA	Elektrik dağıtım şirketinin stratejik karar verme	Lahdelma vd., 2005

Tablo-12: SMAA İle İlgili Çalışmalar (Devamı)

Yöntem	Uygulama	Yayın
SMAA-O	Katı atık yönetim sistemi seçimi	Lahdelma vd., 2003
MA ve SMAA-O	Doğal kaynak planlaması (Orman)	Kangas ve Kangas, 2003
SMAA-O	Katı atık yönetim sistemi seçimi	Lahdelma vd., 2003
SMAA-2	Elektrik dağıtım şirketinin stratejik kararlarının değerlendirilmesi	Makkonen vd., 2003
SMAA-2	Eko sistem tercihleri	Kangas vd., 2003
SMAA	Çevre (Atık) planlaması	Lahdelma vd., 2000
SMAA-2	Toprak temizlemesi için aday sıralama	Hokkanen vd., 2000
SMAA-2	Liman yeri seçimi	Lahdelma ve Salminen, 2001
SMAA		Hokkanen vd., 1999
SMAA-3	Arazi planlaması	Hokkanen vd., 1998
SMAA		Lahdelma vd., 1998

2. SMAA YÖNTEMLERİ

Değişik SMAA yöntemleri mevcuttur.

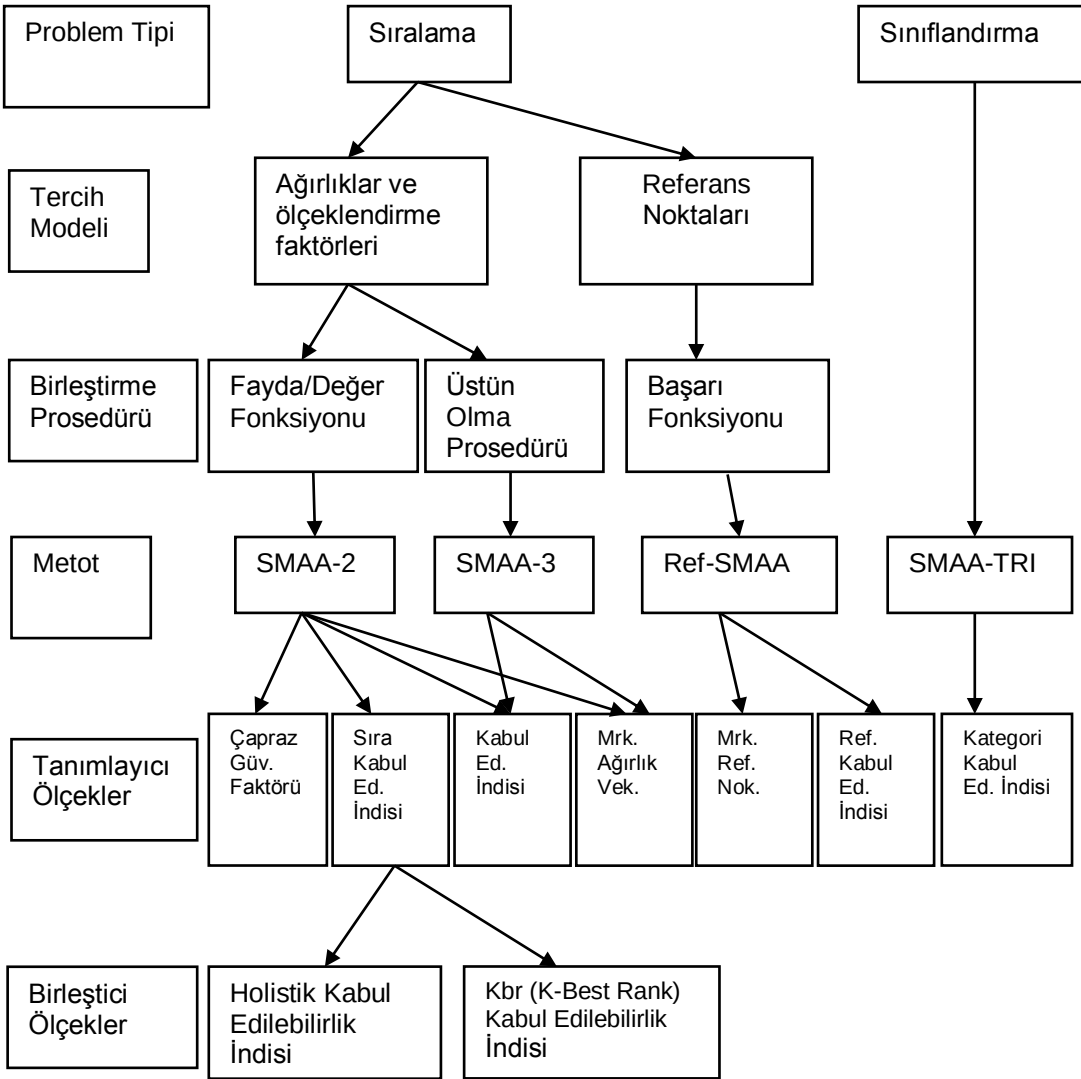
a. SMAA Yöntem Seçimi

Bir karar verme probleminin SMAA ile çözümü için öncelikle hangi metodun seçileceğine karar verilmelidir.

Sınıflandırma yapılacaksa kullanılacak tek metot SMAA-TRI'dir. Sıralama problemiye, tercih modeli çeşidinin seçilmesi gerekir. Model referans noktasına dayalıysa Ref-SMAA kullanılır. Ağırlığa dayalı bir model söz konusuysa, birleştirme çeşidinin seçilmesi gerekir: fayda fonksiyonu ya da daha üstün/önemli olma metodu. Tüm bu bilgilere göre, sıralama problemi için SMAA-2, SMAA-3 ya da Ref-SMAA uygulaması seçilebilir. (Okul, 2012)

SMAA karar ağacı Tablo-13' de verilmiştir (Tervonen vd. 2008).

Tablo-13: SMAA Karar Ağacı



b. Ters Ağırlık Uzayı Analizi

Ters ağırlık uzayı analizi en çok tercih edilen alternatifi tanımlamak veya sınıflandırma amacı ile kullanılır. Ağırlık uzayı analizi; doğrusal değer fonksiyonu ile gösterilir. Ağırlık uzayı da rastgele atanmış fayda fonksiyonu gibi çalışır. Doğrusal fayda fonksiyonu kısmi faydaların ağırlıklandırılmış toplamı olarak aşağıdaki gibi gösterilir.

$$u(x_i, w) = w_1 * u_{i1} + w_2 * u_{i2} + ... + w_n * u_{in}$$

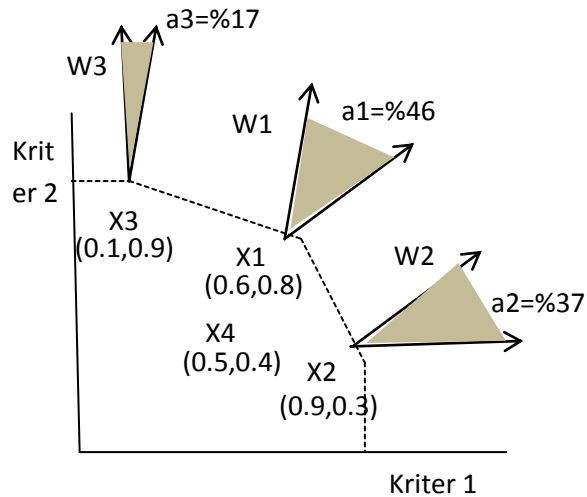
Kısmi fayda u_{ij} değerleri kriter değerlerinden x_{ij} hesaplanır. En kötü değer 0 iken en iyi değer 1'dir. w_j değerleri ise kriterlerin önem derecesidir, pozitifdir ve toplamı 1'dir. Bilgi eksikliği veya ağırlık bilgisi eksikliğinde de durum aynen böyle kabul edilir.

Örnek (Ehrgott vd., 2010:290):

Tablo-14: Örnek

Alternatifler	Kriter Değerleri		Kısmi Fayda Değerleri	
	Kriter 1	Kriter 2	u_{i1}	u_{i2}
x_1	6	80	0,6	0,8
x_2	9	30	0,9	0,3
x_3	1	90	0,1	0,9
x_4	5	40	0,5	0,4

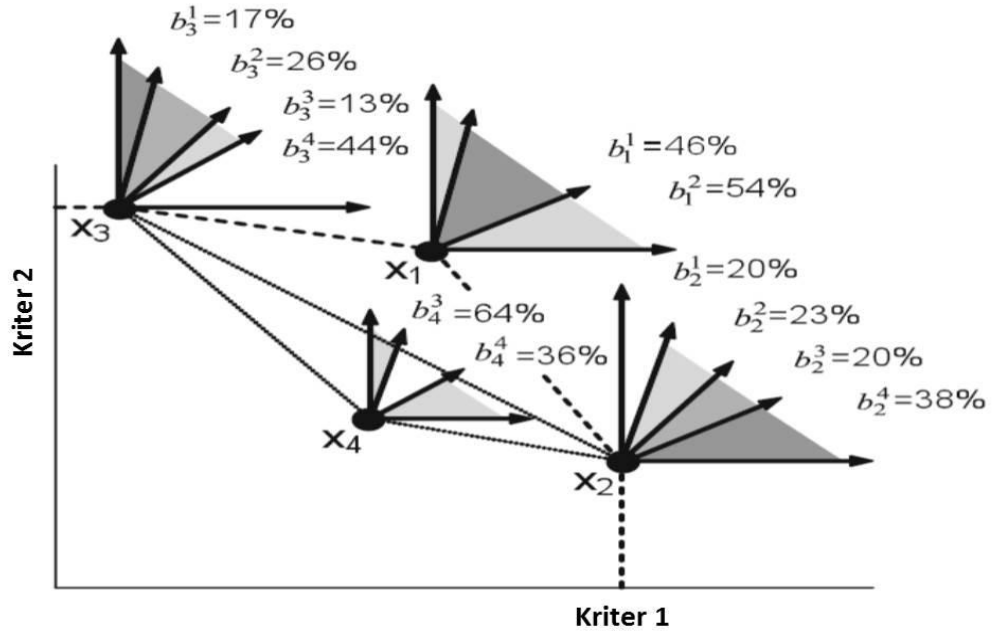
Tablo-14' te görüldüğü gibi 4 alternatifli ve 2 kriterli deterministik problemde Kriter 1 değerleri 10'a; Kriter 2 değerleri 100'e bölünerek normalize edilmiş ve kısmi fayda değerleri elde edilmiştir. Ağırlık bilgisi olmadan hangi alternatifin en çok tercih edileceği tespit edilememektedir.



Şekil-12: Örnek Kriter Karşılaştırması

Şekle 12'de göre alternatifler x_1 , x_2 ve x_3 etkilidir. Ancak ağırlık bilgisi olmadan hangisinin en çok tercih edilen olduğunu söylemek mümkün değildir. Alternatif x_4 ise etkisizdir. Koyu alanlar ağırlıkları göstermektedir ve hangi alternatifin en çok tercih edilebilir olduğunu belirler.

SMAA'da uygun ağırlık seti iki ölçekle belirlenir: Görelî büyüklük değeri (Relative Size) ve ağırlık merkezi (Center of Gravity-Midpoint). Görelî büyüklük değerleri ile uygun ağırlık değerleri karşılaştırması kabul edilebilirlik indisi a_i 'dir. Ağırlık merkezi ise merkezi ağırlık vektörüdür.



Şekil-13: Örnek Kriter Karşılaştırması (Merkezi Ağırlık vektörü)

Şekil 13 incelendiğinde alternatif X_2 daima sıralamada birinci veya ikinci sırayı alacaktır.

c. SMAA Metodu

SMAA yöntemlerinde ÇKKV problemlerinde olduğu gibi m alternatif seti $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_m\}$; n adet kriter ile değerlendirilir.

Karar vericiler bir veya birden fazla en çok tercih ettikleri alternatif setlerini kurabilirler, kendi tercihlerine göre alternatifleri kısmi veya tam olarak sıralayabilir veya kategorilendirebilirler (Ehrgott vd., 2010:290).

Problemin tespitinde $M(x,w)$ karar modelini temsil etmektedir. $X=[x_{ij}]$ kriter değerlendirmelerinin olduğu matristir. i alternatifleri; j kriterleri temsil etmektedir. $w=[w_{ij}]$ ise karar vericilerin tercih parametrelerin olduğu vektördür.

W vektörü tercih modeline göre; değişik değerler alabilir. Bunlar; fayda/değer fonksiyonu, referans noktaları, olasılık değerleri, eşik değerler olabilir (Ehrgott vd., 2010:290). Deterministik x ve w değerleri ile problemin kuruluşuna göre kesin sonuçlar elde edilebilir. Bu durum ÇKKV problemlerinde sonuca götürür. Ancak yetersiz kriter ve tercih bilgisi ÇKKV problemi tam olarak sonuç vermez. Bu durumda ÇKKV probleminin içinde stokastiklik olması gerekir. Bu da ancak olasılık dağılımı ile ifade edilebilir. SMAA yönteminde kriter ve tercih parametrelerinin olasılık dağılımları $f_x(x)$ ve $f_w(w)$ ifadeleri gösterilir.

m adet alternatif kümesi; $A=\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_m\}$;

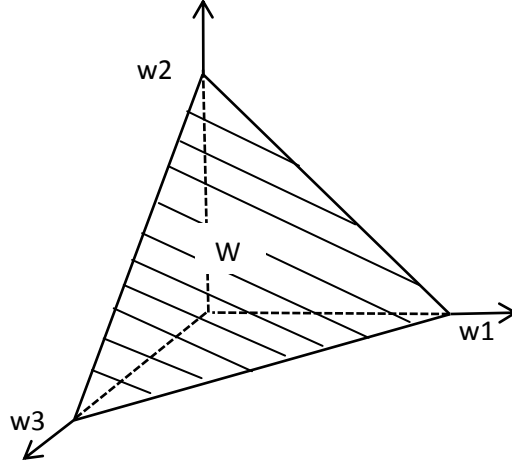
n adet kriter kümesi; $K=\{g_1, g_2, g_3, \dots, g_n\}$

x_i alternatifinin g_j kriterine göre değerlendirilmesi $g_j(x_i)$ şeklinde gösterilir.

Ağırlıkların negatif değildir ve normalizedir. Uygun ağırlık kümesi aşığıdaki şekilde tanımlanır:

$$W = \left\{ w \in R^n : w \geq 0 \wedge \sum_{j=1}^n w_j = 1 \right\}$$

Uygun ağırlık vektörü setti n boyutlu ağırlık uzayında $n-1$ boyutlu simpleksidir. Üç kriterli bir uygulamada uygun ağırlık vektörleri aşağıda gösterilmiştir (Lahdelma vd., 1998).



Şekil-14: Üç Kriterli Uygulama

Tercih yapısı: Fayda fonksiyonu;

$$u_{ij} = u_j(g_{ij})$$

$$u(x_i, w) = \sum_{j=1}^n w_j u_{ij} \quad w \in W$$

Kesin olmayan ya da belirsiz kriter değerleri, X uzayında birleşik olasılık dağılımlı $f(\xi)$ yoğunluk fonksiyonu ve ξ_{ij} stokastik değişkeni ile ifade edilir. Benzer şekilde karar vericilerin bilinmeyen ya da kısmen bilinen tercihleri, W uygun ağırlık kümesinde $f(w)$ birleşik yoğunluk fonksiyonlu ağırlık dağılımıyla ifade edilir. Ağırlıklar üzerindeki tercih bilgilerinin toplam eksikliği, üniform ağırlık dağılımıyla aşağıdaki şekilde ifade edilir (Okul, 2012).

$$F(w) = \frac{1}{vol(w)}$$

Bu durumda (n-1) boyutlu uygun ağırlık simpleksinin hacmi;

$$Vol(w) = \frac{\sqrt{n}}{(n-1)!}$$

SMAA metodu her alternatif için $W_i(\xi)$ destekleyici ağırlıklar kümesini aşağıdaki şekilde tanımlar:

$$W_i(\xi) = \{ w \in W : u(\xi_i, w) \geq u(\xi_k, w), \quad \forall k = 1, \dots, m \}$$

Sıra kabul edilebilirlik indisi

Bir alternatifi kabul edilebilirlik indisi, alternatifi en çok tercih edilen alternatif yapacak farklı değerleri tanımlar. Sıfır değerine sahip kabul edilebilirlik indisi, o alternatifi, varsayılan tercih modeliyle, hiçbir zaman en iyi olarak dikkate alınamayacağını gösterir. Kabul edilebilirlik indisi, kriter dağılımları ve uygun ağırlık kümesi üzerinde çok boyutlu integrallerle aşağıdaki şekilde hesaplanır (Okul, 2012).

$$a_i = \int_x f(\xi) \int_{W_i(\xi)} f(w) dw d\xi$$

Merkezi ağırlık vektörü

Merkezi ağırlık vektörü, w_i^c , uygun ağırlık kümesinin beklenen ağırlık merkezi olarak tanımlanır. Merkezi ağırlık vektörü, varsayılan tercih modeliyle, bu alternatifi destekleyen karar vericinin tercihlerini tanımlar. Merkezi ağırlık vektörü, kriter ve ağırlık dağılımları üzerinde çok boyutlu integrallerle hesaplanır (Okul, 2012).

$$w_i^c = \int_x f(\xi) \int_{W_i(\xi)} f(w) w dw d\xi / a_i$$

Güvenilirlik faktörü

Güvenilirlik faktörü, p_i^c , merkezi ağırlık vektörünün seçilmesi durumunda, bir alternatifin tercih edilen alternatif olma ihtimalini tanımlar. Güvenilirlik faktörleri, kriter ölçümlerinin, etkin alternatifleri ayırt etmede yeterince doğru olup olmadığını ölçer. Güvenilirlik faktörü, kriter dağılımları üzerinde çok boyutlu integrallerle hesaplanır (Okul vd., 2013)

$$p_i^c = \int_{\xi: u(\xi_i, w_i^c) \geq u(\xi_k, w_i^c)} f(\xi) d\xi$$

Monte Carlo Simülasyonu ile işlemler yapılır.

ç. SMAA-2 Metodu

SMAA metodundaki kabul edilebilirlik indisi, alternatifleri sıralamaz, sınıflandırır. SMAA-2, SMAA'yı tüm sıralamaları dikkate alacak şekilde genişletir ve beş yeni tanımlayıcı ölçü ortaya çıkarır. Bunlar; sıra kabul edilebilirlik indisi, üç tane en iyi sıra tipi ölçeği ve tümleşik kabul edilebilirlik indisi (Lahdelma ve Salminen, 2001).

SMAA-2 ile, SMAA metodundaki kabul edilebilirlik analizleri, her alternatife göre iyiden kötüye her sıralama için ağırlık vektörü kümelerine genişletilmiştir. Elde edilen sıra kabul edilebilirlik indisleri, orijinal kabul edilebilirlik indislerinin problemi çözmede yetersiz kaldığı durumlarda uyuşan alternatiflerin belirlenmesinde kullanılabilir Sıra kabul edilebilirlik indisleri, meta ağırlıkların kullanılmasıyla her alternatif için genel kabul edilebilirliği tanımlayan tümleşik kabul edilebilirlik indisleri haline getirilebilirler (Okul, 2012).

Her alternatifin sıralaması en iyi (=1) en kötü (=m) olacak şekilde sıralama fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\text{rank}(i, \xi, w) = 1 + \sum_{k \neq i} \rho(u(\xi_k, w) > u(\xi_i, w)) \quad \rho(\text{true})=1 \text{ ve } \rho(\text{false})=0$$

SMAA-2 metodunda sıralama;

$$W_i^r(\xi) = \{w \in W : \text{rank}(i, \xi, w) = r\}$$

Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi

Sıra kabul edilebilirlik indisi, b_i^r , daha önce tanımlanan kabul edilebilirlik indisinin kesin sıralamaları dikkate alacak şekilde genişletilmiş halidir. Dağılımları ve uygun sıra ağırlıkları üzerinde çok boyutlu integrallerle aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$b_i^r = \int_{\xi \in X} f_x(\xi) \int_{w \in W_i^r(\xi)} f_w(w) dw d\xi$$

En iyi alternatifler, yüksek kabul edilebilirliklere sahip alternatiflerdir. Sıra kabul edilebilirlik indisleri $[0,1]$ aralığındadır. Sıfır, alternatifin hiçbir zaman verilen sıralamayı sağlamayacağını, 1 ise seçilen herhangi bir ağırlık için verilen sıralamanın her zaman sağlanacağını gösterir. İlk sıra kabul edilebilirlik indisi, b_i^r , kabul edilebilirlik indisi, a_i 'ye eşittir.

Diğer sıra kabul edilebilirliklerinin incelenmesi, kabul edilebilirlik analizine yeni bilgiler getirir. Çok yüksek birinci sıra kabul edilebilirliği olan alternatifler, aynı zamanda diğer yüksek sıralamalarda da olmaları gerekir. Birbirlerinin ilk sıra kabul edilebilirliğini azaltan komşular, sonraki sıralar için birbirlerinin kabul edilebilirliklerini arttırmaları. (Lahdelma ve Salminen, 2001).

Sıra kabul edilebilirlik indisleri, alternatifler için anahtar göstergelerdir. Alternatif sayısı çok olduğu zaman, karar verme prosesinin ilk aşamalarında, k-en iyi sıralama (kbr) kabul edilebilirlikleri şeklinde alternatifleri toplamak uygun olur. kbr kabul edilebilirlikleri, zayıf alternatiflerin elendiği tekrarlı proseslerde kullanılır. Bu proseste her k iterasyonunda en iyi k kabul edilebilirlik (kbr) indeksleri aşağıdaki şekilde analiz edilir (Okul, 2012).

$$a_i^k = \sum_{r=1}^k b_i^r$$

Bir alternatif için en iyi k sıralamasına denk gelen ağırlık uzayı aynı zamanda merkezi kbr ağırlık vektörü w_i^k ile tanımlanabilir (Okul, 2012).

kbr güvenilirlik faktörü ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$p_i^k = \int_{\xi: \text{rank}(\xi_i, w_i^k) \leq k} f(\xi) d\xi$$

Tümleşik Kabul Edilebilirlik İndisi

Her alternatif için sıra kabul edilebilirlikleri birleştirilerek a_i^h tümleşik kabul edilebilirlik indisleri aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$a_i^h = \sum_r \alpha^r b_i^r$$

α_r , meta ağırlık olarak ifade edilir. Meta ağırlıkları seçmenin birçok yolu vardır. (Lahdelma ve Salminen, 2001). Ancak ağırlıklar, negatif olmamalı, normalize edilmiş olmalı ve sıra değerinin artışıyla artmamalıdır. Karmaşıklık seviyesinin artmasına ve yeni varsayımların eklenmesine sebep olmaları tümleşik kabul edilebilirlik indislerini kullanmanın kısıtlayıcı faktörleridir.

Birden çok karar vericinin olduğu bazı karar problemlerinde ağırlık bilgisini kesin olmasa da elde edebilme ihtimali vardır. Temelde tercih bilgisini SMAA ya da SMAA-2'ye ilave etmenin iki tür tekniği vardır. Genelde ağırlıklar için uygun bir yoğunluk fonksiyonu kullanılarak tercihler modellenir. Daha basit bir yolu da kısıtlanmış ağırlık uzayı W 'de düzgün dağılımı kısıtlarken uygun ağırlıklar kümesi W 'ye kısıtlar eklemektir. Bir ağırlık uzayında kısıtlar karmaşıklığın artmasına göre aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Lahdelma ve Salminen, 2001; Okul vd., 2013).

- Ağırlık aralıkları ($w_j \in [w_j^{\min}, w_j^{\max}]$),
- Ağırlık oranları (ödünleşimler) aralıkları ($w_j / w_k \in [w_{jk}^{\min}, w_{jk}^{\max}]$),
- Ağırlıklar için doğrusal eşitsizlik kısıtları ($Aw \leq c$),
- Ağırlıklar için doğrusal olmayan eşitsizlik kısıtları ($f(w) \leq 0$),
- Ağırlıkların kısmi ya da bütün sıralamaları ($w_j > w_k$).

d. SMAA-3 Metodu

SMAA-3, temel SMAA metodundaki fayda fonksiyonu yerine ELECTRE-tip yapay kriter ve maximin seçim prosedürünü kullanan bir metottur. Bu metoda göre, aşağıdaki kısıtlar kümesini sağlayan alternatif tercih edilen alternatif olur (Okul, 2012).

$$\min_{l=1, \dots, m, l \neq i} c(x_i, x_l) \geq \min_{l=1, \dots, m, l \neq k} c(x_k, x_l) \quad k = 1, \dots, m, \quad k \neq i$$

Bunun temelinde bir alternatifin uygun ağırlıkları yeniden tanımlanır:

$$W_i = \{w \in W : \min_{l=1, \dots, m, l \neq i} \sum_{j=1}^n w_j c_j(x_i, x_l) \geq \min_{l=1, \dots, m, l \neq k} \sum_{j=1}^n w_j c_j(x_k, x_l)$$

$$k = 1, \dots, m, \quad k \neq i\}$$

Analizin diğer kısımları, SMAA metodundaki gibidir. Deterministik olması sebebiyle güvenilirlik faktörleri hesaplanmaz. Bu tercih modeli doğrusal olmadığından merkezi ağırlık vektörünün, alternatifin uygun ağırlıklar kümesi dışında yer alabilir (Okul, 2012).

e. SMAA-TRI Metodu

ELECTRE TRI bir problem sınıflandırma metodudur. SMAA-TRI, bunu parametre değerlerinde bilgisizliğe izin verecek şekilde genişletir (Tervonen vd., 2009).

SMAA-TRI'de ELECTRE TRI için gereken girdiler şunlardır:

Belirsiz ya da kesin olmayan profiller, $\Phi \subseteq R^{(k-1) \times n}$ kümesinde $f\Phi(\Phi)$ birleşik yoğunluk fonksiyonuyla Φ_{hj} stokastik değişkenlerle ifade edilir. Birleşik yoğunluk fonksiyonu baskınlık ilişkisindeki profil kombinasyonlarını sağlamalıdır. Genellikle kategori profilleri bağımsız şekilde dağıtılmıştır, bu durumda dağılımlar üst üste gelmez.

Lambda kesme seviyesi $[0.5, 1]$ aralığında tanımlı $f_L \times (\Lambda)$ yoğunluk fonksiyonuyla, Λ stokastik değişkenle ifade edilir.

Ağırlıklar ve kriter ölçümleri SMAA-2'de olduğu gibidir.

Diğer parametre ve veriler $T = \{M, q, p, v\}$ ile ifade edilir. Bu bileşenler deterministik değerler olarak incelenir.

SMAA-TRI, her alternatif ve kategori çifti için kategori kabul edilebilirlik indisi, π_i^h , üretir.

f. Ref-SMAA Metodu

SMAA metotları ağırlıklara dair herhangi bir bilgi olmadan kullanılabilmesine rağmen, bazı bilgileri karar vericilerden sağlamaya çalışmak tercih edilebilir. Ağırlıkların kullanımı yerine, tercihlerin ifade edilmesi için daha basit bir yöntem referans noktalarıdır. Referans noktalarıyla, karar vericiler, kriterler arası ödünleşimi belirlemek yerine, her bir kriter için tercih edilen değerleri belirlerler. Referans Noktası Metodu (Ref-SMAA), en iyi çözümü bulmaya çalışmak yerine, davranış tarzına cevap verir; bu sebeple bazı karar verme durumlarına daha uygundur (Okul, 2012).

$\bar{x} \in R^k$ bir referans noktası olmak üzere, $s_{\bar{x}} : X \rightarrow R$ bir başarı fonksiyonudur. Ref-SMAA'nın başarı fonksiyonu, çeşitli yollarla seçilebilir. μ yeterince küçük bir nicelik ve w sabit pozitif bir ölçek vektörü olmak üzere aşağıdaki şekildedir.

$$s_{\bar{x}}(x_i) = \min_{i=1, \dots, k} [w_i(x_i - \bar{x}_i)] + \mu \sum_{i=1}^k w_i(x_i - \bar{x}_i)$$

Genellikle w_i , her kriter için en iyi ile en kötü değer arasındaki farkın tersine eşit olarak alınır. Ref-SMAA, her x_i , alternatifi için uygun referans noktaları kümesi temelinde aşağıdaki şekilde çalışır.

$$\bar{X}_i(\xi) = \{\bar{x} \in \bar{X} \mid s_{\bar{x}}(\xi_i) \geq s_{\bar{x}}(\xi_j), j=1, \dots, m\}$$

Her referans noktası, $\bar{x} \in \bar{X}_i(\xi)$, x_i 'nin tüm tercihlerini, diğer alternatiflerin tercihlerine eşit ya da büyük yapar. Uygun referans noktaları kümesi, $\bar{X}_i$, ihtiyaçlara göre belirlenir, örneğin tüm karar vericilerin referans noktalarının konveks bir bileşimi gibi. Kabul edilebilirlik indisine benzer şekilde, Ref-SMAA, referans kabul edilebilirlik indisi r_i 'yi tanımlar. Bu, kriter değerleri dağılımı ve uygun referans noktası kümesi üzerinde çok boyutlu integrallerle aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r_i = \int_{\xi \in X} f_x(\xi) \int_{\bar{x}_i \in \bar{X}_i(\xi)} f(\bar{x}) d\bar{x} d\xi$$

Merkezi referans noktası, $\bar{x}_i$, uygun referans noktaları kümesinin beklenen ağırlık merkezi olarak tanımlanır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\bar{x}_i = \frac{1}{r_i} \int_{\xi \in X} f_x(\xi) \int_{\bar{x}_i \in \bar{X}_i(\xi)} f(\bar{x}) \bar{x} d\bar{x} d\xi$$

Ref-SMAA'nın tüm tanımlayıcı ölçekleri, referans noktalarıyla ilişkilidir. Bu yüzden ölçekler, alternatiflere olduğu kadar kriter kümesine de aittir. Bazı karar vericiler için, bu modelin anlaşılması daha kolaydır, çünkü ağırlıklar gibi yapay kavramlar yoktur (Okul, 2012).

3. JSMAA

SMAA, her türlü ÇKKV problemi için kullanılabilen bir ÇKKV metodudur. SMAA, Monte Carlo simülasyonu kullanarak ters parametre uzay analizine dayanır. Simülasyon kullandığı için SMAA metotları pratikte manüel hesaplanamaz. Bu nedenle JSMAA yazılımı yaratılmıştır. JSMAA, Java platformunda yaratılmış olup açık kaynak kodlu bir programdır. JSMAA, Java platformunda oluşturulduğundan Linux, Mac OS X, Windows gibi çoğu işletim sisteminde kullanılabilir. JSMAA programı www.smaa.fi/JSMAA.php internet sayfasından indirilebilir (Özkaya, 2010)

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

1. PROBLEMİN TANIMI

Hizmet ve üretim sektöründe kullanılan her sistemin (makine, ekipman, araç vb.) belirli bir ömrü vardır ve sistemler yaşam çevrimleri süresince bakıma ihtiyaç duyarlar. Sistemin belirlenen şartlarda devamlılığını sağlamak için bakımın etkisi göz ardı edilemez. Uygun bakım stratejisinin belirlenmesi ise bakım yönetiminin önemli bir sorunudur.

Uygun bakım sistemi belirlendikten sonra ise maliyetler önümüze çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ve bilgiye ulaşma kolaylığının yanı sıra bu edinilen bilgilerin uygulanmasında sorunlar göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada Kara Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde teşkil edilmiş Bakım Birlik/Bölüklerinin mevcut kanun, yönetmelik, yönerge, emir ve talimatlar doğrultusunda icra etmiş oldukları bakım ve onarım faaliyetlerinin maliyetleri konusunda bakım/onarım maliyetlerinin tespiti ve azaltılması hususunda bir öneri sunulmuştur.

Harcama yetkilileri; mevcut kanun, yönetmelik, yönerge, emir ve talimatlar doğrultusunda harcama yerinin tespitini yaparken aynı zamanda birliği sevk ve idare etmekten sorumlu iken ihtiyaç önceliklerini de belirlemektedir. Bu durum ana ast birlik komutanları ve bizzat harcama kalemini uygulayan birliklere doğrudan sorumluluk vermektedir. Hukuki bir aksaklık yaşanmaması ve en önemli husus olan birliğin ateş ve harekât kabiliyetinin devamını sağlanması için bakım ve onarım önceliklerinin belirlenmesi ve yapılacak olan faaliyetlere ilişkin olarak komutanın doğru bilgilendirilmesi önem arz etmektedir. Nitekim bu bilgilendirme ile komutan kararını verecektir.

Uygulamada bakım ve onarımın icra edilme şeklini, birlik önceliği belirlemekle beraber, ne şekilde harcama yapılması gerektiği komutan kararı ile belirlenmektedir. Bu çalışmada komutan kararını desteklemeye yönelik

analitik yöntemler önerilmiştir. Yaşanılan tecrübeler ve görüşmeler sayesinde harcama şekli ve önceliklerinin belirlenmesinin daha bilimsel yaklaşım ve analitik işlemler ile yapılmasının daha iyi olacağı değerlendirilmiştir.

2. KRİTERLER

Problemin çözümünde kullanılan kriterler literatür ve Kara Kuvvetleri Komutanlığına ait yönerge ve talimatlardan tespit edilmiştir. Öne çıkan altı adet kriter ve açıklamaları aşağıdadır.

K-1 Maliyet:

Bina, tesis, ekipman, personel, malzemenin maliyeti, işçilik, idari giderler, depolama/stok maliyeti, idame maliyetleri, nakliye gibi her türlü maliyetlerdir. Atık ve hurda maliyeti de bu kriterin içine dâhil edilmiştir.

Problemin çözümünde işçilik ve yedek parça maliyetleri göz önüne alınmıştır.

Bina, tesis ve ekipman maliyetleri, idari giderler ve nakliye sabit kabul edilmiştir. Bunu nedeni bu tür maliyetlerin bakım onarım faaliyetleri icra edilse de edilmese de Kara Kuvvetleri Komutanlığı tarafından yüklenildiği gerçeğidir. Dolayısıyla bu tür maliyetler karar vermede harcama yetkilisinin kararını direkt olarak etkilememektedir.

K-2 Zaman:

Birliğin arıza başlangıcından bitişine kadar geçen süredir. İşçilik faaliyetleri, yedek parçanın tedarikinde geçen süre, arızalı malzemenin naklinde geçen süreleri içermektedir.

Bakım Birliği tarafından desteklenen bir birliğin araç arızası başlangıcından itibaren; ilgili bakım onarım kademesine haber verilip sevk edilmesi; bakım birliğinin arızanın tespiti ve gerekli olan yedek parçaların ve malzemelerinin tespit etmesi ve tedarik edilmesi ve daha sonra onarılacak sağlam malzemenin birliğe iade edilmesi zamanlarını içermektedir.

Örneğin; arızalanan bir hizmet aracı için arıza başladıktan itibaren bitimine kadar olan sürede yedek parçanın ilgili kademe bulunması ve işçilik süresi farklı iken; yedek parçanın bulunmaması ve tedariki arasında zaman açısından fark vardır.

K-3 İstihbarat:

Piyasadan temin edilecek yedek parçaların ve işçilik giderlerinin birliğin mevcut arıza yüzdesini veya istatistiki bilgilerini açığa çıkarmayacak şekilde yapılması gerekmektedir. Bu nedenle bu kriter değerlendirmeye alınmıştır. Bu tür bir bilginin açığa çıkarılması hem mevcut envanterin ortaya çıkarılması, hem de mevcut yetenek eksikliklerinin ifşa olması sebebi ile uzun dönemde olumsuzluklar doğurabilir.

Güvenilirlik ve güvenlikte bu kapsamda değerlendirilmeye alınmıştır.

K-4 Yetenek Kazanımı:

Kara Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde teknisyen ve tamirciler bulundurmaktadır. Araç ve malzeme çeşitliliği göz önüne alındığında teknik işlerle sorumlu personelin yetenekleri önem kazanmaktadır. Piyasada bulunan ve doğrudan askeri işleri etkilemeyen arızacılık işleri ile ilgili olarak yetenek ihtiyacı olmamasına rağmen bu yeteneklerin kazanımı maliyetler açısından önem arz etmektedir. Ayrıca piyasada onarılan yani işçiliği, sivil atölyelerde yapılan veya işçiliğin sivil firmalarca kışla içinde yapılması yeteneklerin kazanılmasını engellemektedir.

Kendi atölyesinde yapılan her işlem teknik personelin yeteneğinin artmasına ve pekiştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Verimlilik ve kalite bu kriter içinde değerlendirilmeye alınmıştır. Aynı arızan tekrarı yeteneklerle ve işçilik kalitesiyle ve niteliğiyle doğrudan ilişkilidir.

K-5 Öncelik:

Birliğin mevcut vazifesi ve teknik ayrıntılar göz önüne alınarak tespit edilen bakım onarım sırasıdır.

Operasyonel sebepler ise önceliği etkileyen diğer bir sebeptir. Birliğin tatbikatta olması; normal eğitim vazifelerini icra ediyor olması veya üs bölgesinde olması aynı malzemenin onarım sırasını ve maliyetini değiştirmektedir.

Örneğin üs bölgesinde arızalanan bir jeneratörün onarım sırası en önde iken maliyet göz önüne alınmaz ama barış garnizonunda arızalanan bir jeneratör için (Beslediği elektrik şebekesinin yerine göre) maliyetler göz önüne alınarak öncelik sırasında değişimler olabilir. Ama yine de mutfağı destekleyen bir jeneratörün önceliği komutanın da kanaatine göre en önce olabilir.

Kara Kuvvetleri Komutanlığında birinci öncelik ateş gücündedir. Öncelikli olarak bu tür silahların veya taşıyıcı sistemlerin faal olması gerekmektedir.

Bunlardan sonra ise birliğin vazifesine göre sıra değişebilmektedir. Örneğin; Adana Garnizonunda araç klimaları ve oda klimaları önemlidir. Ama kışla mutfağında soğuk hava dolabının arızası ile aynı ana denk geldiğinde önceliği doğrudan değişmektedir.

K-6 Bakım/Onarım personelinin sorumluluk algısı:

TSK personeli kendini geliştirmek zorundadır. Dolayısıyla piyasadan onarılacak bir malzeme için bu kriter de göz önüne alınmalıdır. Personel “Nasıl ödenek var, piyasada onarılır.” demek yerine kendi imkânlarıyla kademe yetkisini aşmadan, azami olarak yetenekleriyle arıza gidermek zorundadır.

3. ALTERNATİFLER

Kara Kuvvetleri Komutanlığına bağlı Bakım Birlik/Bölüklerinde onarım faaliyetleri ana hatlarıyla üç şekilde yapılmaktadır.

A-1 Arızalı Malzemenin Sivil Piyasadan Hizmet Alımı ile Yapılması:

Garanti kapsamı dışında ve emirle yasaklanmayan malzemelerin ödenekleri olduğu sürece komutanında da onayı ile sivil piyasada onarılması işlemidir.

Zaman açısından en hızlısıdır. Yetkili firmalarca garantili olarak yapılan işlemdir. Komutan öncelik sırasına göre bu onarım yöntemini uygulayabilir. Ayrıca birlikte teknisyen eksikliği (Uzun süreli istirahat, emeklilik vb.) durumda da bu yöntemi uygulayabilir. Maliyetler artmaktadır. Yetenek kazanımı azalmaktadır.

Hizmet sivil atölyede yapılabileceği gibi sivil personel izinle kışla içinde de çalışabilir. İstihbarat konusunun önemli olduğu bir durumdur.

A-2 Yedek Parçanın Yerel Piyasadan Temin Edilerek Kendi Atölyelerimizde Kendi Teknisyenlerimize Yaptırılması:

Garanti kapsamı dışında ve emirle yasaklanmayan malzemelerin ödenekleri olduğu sürece komutanında da onayı ile sivil piyasadan yedek parçaları temin edilerek bakım birliği atölyelerinde teknisyenlerce onarılması işlemidir. Birinci alternatif ile karşılaştırıldığında zaman görece olarak daha uzundur. Yetenek kazanımı fazladır, maliyet birinci alternatif göre işçilik gideri olmayacağından nispeten daha düşüktür. Temin edilen yedek parçanın garantili olması önem arz etmektedir.

Bakım onarım faaliyetleri arızanın olduğu yerde ve ya atölyede icra edilmektedir. Zaman kriteri birinci alternatif göre daha uzundur.

A-3 İkmal Kanalında Tedarik Süreci Beklenerek Karşılanması ve Müteakiben Kendi Atölyelerimizde Kendi Teknisyenlerimize Yaptırılması:

Bakım birliği elinde bulunmayan yedek parçayı kendi saymanlığından istemekte; malzeme mevcut ise derhal tamir yoluna gidebilmektedir. Ancak malzeme mevcut değilse saymanlık bu isteği borca alarak; ya üst kademesinden istek yapmakta ya da ihale sürecine dâhil ederek tedarik etmeye çalışmaktadır.

Üst kademedan istek eğer diğer birliklerde veya merkezi depolarda mevcut ise transfer yoluna gidilerek borç ödenmektedir. Ancak bu faaliyette bekleme süresi uzundur.

Örneğin Adana Garnizonunda bir aracın bekleyen yedek parçası Gaziantep'ten transfer edilebilir. Bu da yük birleştirmesi; kargo hizmetleri gibi unsurların devreye girmesi ve zaman kaybına sebebiyet vermektedir.

Yine saymanlık; birliğin kendi ödeneği ile ihaleye çıkılmasını bekleyebilirken merkezi olarak ihale sürecini de bekleyebilmektedir. Bunların tamamı uzun vadeli işlemlerdir.

4. KRİTER ÖNEM DERECELERİNİN TESPİTİ

Kriter önem derecelerinin tespiti için Bulanık DEMATEL yöntemi uygulanmıştır. DEMATEL yöntemi kriterleri ilişkilerin cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenlemektedir. Diğer bir ifade ile kriterlerin kendi arasındaki ilişkileri dikkate alarak bir sıralama yapmaktadır. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu kabul edilen kriterler, sebep kriterleri; daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu kabul edilen kriterler ise sonuç kriterleri olarak adlandırılır.

Bulanık mantığın seçilmesinde ise ana sebep değerlendiricilerin dilsel ifadelerle ikili karşılaştırma matrislerinde kendilerini daha iyi ifade

edebilmeleridir. Diğer bir sebep ise dilsel ifadelerin; klasik mantığın 0 ve 1 değerlendirmelerine göre daha üstün yanlarının olmasındandır.

a. Safha 1: Kriterlerin Belirlenmesi ve Bulanık Skalanın Tespiti:

Problemde değerlendirilecek olan kriterler; literatür taraması, mevcut kanun, yönetmelik, yönerge ve emirlerden tespit edilmiştir. Tespit edilen kriterlerin kaynakları Tablo-15'te sunulmuştur.

Tablo-15: Tespit Edilen Kriterler ve Kaynakları

Kriter	Kaynağı
K 1 Maliyet	Zaeri vd., 2007; Mousavi vd., 2009; Zürn ve Quintana, 1977; Demirtaş, 2013; Nezami ve Yıldırım, 2011; Ahmadi vd.,2010; Nagar, 2011; Mete,2007; KKM 368 1(B), KKT 9-1
K 2 Zaman	Mousavi vd., 2009; Burhanuddin vd., 2010; Ahmadi cd., 2010, KKM 368 1(B), KKT 9-1
K 3 İstihbarat	Zürn ve Quintana, 1977; Zarei vd., 2007; Nagar, 2011, KKM 368 1(B), KKT 9-1
K 4 Yetenek Kazanımı	KKM 368 1(B), KKT 9-1, KKY 23-1, KKY 23-2
K 5 Öncelik	KKM 368 1(B), KKT 9-1 KKY 23-1, KKY 23-2
K 6 Bakım/Onarım Personelinin Sorumluluk Algısı	KKM 368 1(B), KKT 9-1, KKY 23-1, KKY 23-2

Bulanık skala tespitinde literatürde sıkça karşılaşılan üçgensel bulanık sayılar tespit edilmiştir. Yöntem uygulanırken Tablo-8' de verilen üçgen bulanık sayılar ve dilsel ifadeleri kullanılmıştır.

b. Safha 2: Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bu safhada bakım ve teşkilllerinde çalışmış; problem konusunda uzman 9 kişiden kriterlerin birbirlerini etkisi hususunda ikili karşılaştırma yapmaları istenmiş ve 9 uzmanın ayrı ayrı yapmış olduğu dilsel değerlendirmeler alınarak bulanık sayılara çevrilmiş, aritmetik ortalamaları alınarak Bulanık Direkt İlişki Matrisi oluşturulmuştur.

Uzmanlara kriterlerin neyi ifade ettiği anlatılmış ve her birine ayrı ayrı ikili karşılaştırma matrisleri sunularak bakımın maliyetleri konusunda hangi

kriter diğere göre daha etkili değerdendirmeleri istenmiştir. Değerdendirme Tablo 8'deki dilsel ifadelere göre yapılmıştır.

Örneğın; Uzman 3 görüşüne göre bakımın maliyetleri konusunda K-2 Kriteri K-1 kriterine göre etkisizdir.

Ancak diğere yöntemlerin tersine DEMATEL yöntemlerinin ikili karşılaştırmalarında simetriklik yoktur. Yani; Uzman 3 görüşüne göre bakımın maliyetleri konusunda K-2 Kriteri; K-1 Kriterine göre etkisiz iken; K-1 Kriteri; K-2 Kriterine göre çok yüksek etkilidir.

Dilsel ifadelere göre uzman görüşleri ve Bulanık Direkt İlişki Matrisi Tablo-16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25' te sunulmuştur.

c. Safha 3: Normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bu safhada Eşitlik (9) kullanılarak Bulanık Direkt İlişki Matrisinin tüm satır ve sütun toplamaları hesaplanmış ve satır ve sütun toplamalarının maksimum değeri matris içindeki değere bölünerek normalleştirme işlemi yapılmıştır. Çalışmada işlemler Excel programında hesaplanmıştır.

Sütunların toplamaları; 1,694; 2,833; 3,806; 2,194; 3,333; 4,222; 0,611; 1,500; 2,722; 1,667; 2,861; 3,972; 1,528; 2,694; 3,833; 1,556; 2,667; 3,556'dir.

Satırların toplamı ise 1,556; 2,611; 3,639; 1,917; 3,083; 3,972; 0,861; 1,861; 3,083; 1,611; 2,778; 3,889; 1,722; 2,806; 3,722; 1,583; 2,750; 3,806'dir.

Bu değere göre $\max r_l=2,194$; $\max r_m=3,333$; $\max r_u=4,222$ 'dir. Bulanık Direkt İlişki Matrisindeki üçgensel bulanık sayıların her biri kendi sütun değeri maksimumuna bölünerek Tablo-26'da sunulan Normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi oluşturulmuştur.

Örneğın; $0,361/2,194=0,165$; $0,583/3,333=0,175$; $0,750/4,222=0,178$.

Tablo-16: Uzman 1 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 1	K1	0	O.E.	D.E.	O.E.	Ç.Y.E.	Ç.Y.E.
	K2	O.E.	0	D.E.	Y.E.	Y.E.	Ç.Y.E.
	K3	D.E.	Y.E.	0	D.E.	D.E.	D.E.
	K4	O.E.	O.E.	D.E.	0	Y.E.	Ç.Y.E.
	K5	Ç.Y.E.	Ç.Y.E.	D.E.	Ç.Y.E.	0	Ç.Y.E.
	K6	Ç.Y.E.	Ç.Y.E.	O.E.	Ç.Y.E.	Y.E.	0

Tablo-17: Uzman 2 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 2	K1	0	Ç.Y.E.	E	D.E.	D.E.	D.E.
	K2	Ç.Y.E.	0	E	Y.E.	E	Ç.Y.E.
	K3	E	E	0	D.E.	E	E
	K4	D.E.	Y.E.	D.E.	0	Y.E.	D.E.
	K5	D.E.	E	E	Y.E.	0	Ç.Y.E.
	K6	D.E.	Ç.Y.E.	E	D.E.	Y.E.	0

Tablo-18: Uzman 3 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 3	K1	0	Ç.Y.E.	E	E	O.E.	D.E.
	K2	E	0	D.E.	Y.E.	Ç.Y.E.	Y.E.
	K3	E	Ç.Y.E.	0	D.E.	E	E
	K4	O.E.	Y.E.	D.E.	0	Y.E.	D.E.
	K5	O.E.	Y.E.	D.E.	Ç.Y.E.	0	Ç.Y.E.
	K6	Y.E.	Ç.Y.E.	Y.E.	Y.E.	Y.E.	0

Tablo-19: Uzman 4 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 4	K1	0	E	D.E.	O.E.	Y.E.	O.E.
	K2	D.E.	0	D.E.	Y.E.	D.E.	D.E.
	K3	D.E.	D.E.	0	E	D.E.	D.E.
	K4	Y.E.	Ç.Y.E.	D.E.	0	Y.E.	Y.E.
	K5	O.E.	O.E.	D.E.	O.E.	0	Ç.Y.E.
	K6	D.E.	D.E.	O.E.	O.E.	Y.E.	0

Tablo-20: Uzman 5 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 5	K1	0	Ç.Y.E.	O.E.	Y.E.	Y.E.	Y.E.
	K2	Ç.Y.E.	0	Y.E.	Ç.Y.E.	O.E.	Ç.Y.E.
	K3	O.E.	Y.E.	0	Y.E.	O.E.	Y.E.
	K4	Y.E.	O.E.	O.E.	0	Y.E.	D.E.
	K5	Ç.Y.E.	Y.E.	D.E.	Y.E.	0	D.E.
	K6	Y.E.	Y.E.	D.E.	O.E.	O.E.	0

Tablo-21: Uzman 6 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 6	K1	0	Y.E.	E	Y.E.	O.E.	E
	K2	O.E.	0	Y.E.	O.E.	O.E.	D.E.
	K3	O.E.	D.E.	0	O.E.	D.E.	E
	K4	Y.E.	Y.E.	E	0	Y.E.	D.E.
	K5	E	E	E	O.E.	0	O.E.
	K6	D.E.	Ç.Y.E.	E	D.E.	O.E.	0

Tablo-22: Uzman 7 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 7	K1	0	Ç.Y.E.	O.E.	Y.E.	Y.E.	Y.E.
	K2	Ç.Y.E.	0	Y.E.	Ç.Y.E.	O.E.	Ç.Y.E.
	K3	O.E.	Y.E.	0	Y.E.	O.E.	Y.E.
	K4	Y.E.	O.E.	O.E.	0	Y.E.	D.E.
	K5	Ç.Y.E.	Y.E.	D.E.	Y.E.	0	D.E.
	K6	Y.E.	Y.E.	D.E.	O.E.	O.E.	0

Tablo-23: Uzman 8 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 8	K1	0	D.E.	D.E.	D.E.	Ç.Y.E.	Ç.Y.E.
	K2	D.E.	0	Ç.Y.E.	Y.E.	D.E.	Ç.Y.E.
	K3	Y.E.	Y.E.	0	D.E.	D.E.	D.E.
	K4	Ç.Y.E.	Ç.Y.E.	O.E.	0	Ç.Y.E.	O.E.
	K5	Ç.Y.E.	Ç.Y.E.	Y.E.	Y.E.	0	D.E.
	K6	Ç.Y.E.	Y.E.	Y.E.	D.E.	D.E.	0

Tablo-24: Uzman 9 İkili Karşılaştırma Matrisi

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Uzman 9	K1	0	O.E.	E	Y.E.	O.E.	Y.E.
	K2	Y.E.	0	D.E.	O.E.	O.E.	Ç.Y.E.
	K3	Y.E.	O.E.	0	O.E.	D.E.	D.E.
	K4	Y.E.	O.E.	E	0	O.E.	E
	K5	D.E.	Y.E.	E	Y.E.	0	D.E.
	K6	D.E.	Y.E.	E	D.E.	D.E.	0

Tablo-25: Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0,000 0,000 0,000	0,444 0,667 0,806	0,056 0,194 0,444	0,278 0,500 0,750	0,417 0,667 0,861	0,361 0,583 0,778
K2	0,361 0,583 0,750	0,000 0,000 0,000	0,250 0,472 0,694	0,500 0,750 0,944	0,250 0,472 0,694	0,556 0,806 0,889
K3	0,194 0,389 0,639	0,333 0,556 0,778	0,000 0,000 0,000	0,167 0,389 0,639	0,056 0,250 0,500	0,111 0,278 0,528
K4	0,417 0,667 0,889	0,444 0,694 0,889	0,083 0,278 0,528	0,000 0,000 0,000	0,500 0,750 0,972	0,167 0,389 0,611
K5	0,389 0,611 0,750	0,417 0,611 0,806	0,056 0,222 0,472	0,500 0,750 0,944	0,000 0,000 0,000	0,361 0,611 0,750
K6	0,333 0,583 0,778	0,556 0,806 0,944	0,167 0,333 0,583	0,222 0,472 0,694	0,306 0,556 0,806	0,000 0,000 0,000

Tablo-26: Normalleştirilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0,000 0,000 0,000	0,203 0,200 0,191	0,025 0,058 0,105	0,127 0,150 0,178	0,190 0,200 0,066	0,165 0,175 0,184
K2	0,165 0,175 0,178	0,000 0,000 0,000	0,114 0,142 0,164	0,228 0,225 0,224	0,114 0,142 0,053	0,253 0,242 0,211
K3	0,089 0,117 0,151	0,152 0,167 0,184	0,000 0,000 0,000	0,076 0,117 0,151	0,025 0,075 0,038	0,051 0,083 0,125
K4	0,190 0,200 0,211	0,203 0,208 0,211	0,038 0,083 0,125	0,000 0,000 0,000	0,228 0,225 0,075	0,076 0,117 0,145
K5	0,177 0,183 0,178	0,190 0,183 0,191	0,025 0,067 0,112	0,228 0,225 0,224	0,000 0,000 0,000	0,165 0,183 0,178
K6	0,152 0,175 0,184	0,253 0,242 0,224	0,076 0,100 0,138	0,101 0,142 0,164	0,139 0,167 0,062	0,000 0,000 0,000

ç. Safha 4: Bulanık Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bu safhada öncelikle işlemlerde kolaylık sağlaması açısından Bulanık Direkt İlişki Matrisinin sağ (l), orta (m) ve sol (u) değerleri kolaylık sağlaması açısından birleştirilmiş ve elde edilen her üç matris içinde Eşitlik (5) kullanılarak Bulanık Toplam İlişki Matrisi oluşturulmuştur.

İşlem kolaylığı sağlaması için elde edilen matrisler Tablo-28’de; Bulanık Toplam İlişki Matrisi ise Tablo-29’de sunulmuştur.

d. Safha 5: Etkilenen ve Etkileyen (Gönderici ve Alıcı) Grupların Belirlenmesi:

Bulanık Toplam İlişki Matrisinden yola çıkarak bu matrisin i’ inci satırının toplamı $\tilde{D}_i$; i kriteri tarafından diğer kriterlere gönderilen doğrudan ve dolaylı etkilerin toplamını gösterir. Sütun toplamı $\tilde{R}_i$; ise aynı kriterin diğer kriterlerden gelen etkilerin toplamını gösterir. $\tilde{D}_i$ değerleri; Bulanık Toplam İlişki Matrisinin satırlarının toplamı ile elde edilmiştir. $\tilde{R}_i$ değerleri de Bulanık Toplam İlişki Matrisinin sütunlarının toplamı ile bulunmuştur.

Örneğin; K1 kriterin $\tilde{D}_i$ değerleri (l ve m)

$$0,397+0,651+0,183+0,515+0,535+0,531=2,811;$$

$$0,643+0,895+0,418+0,785+0,793+0,776=4,310 \text{ şeklinde bulunurken;}$$

$\tilde{R}_i$ değeri (u) $0,479+0,683+0,562+0,675+0,724+0,659=3,782$ şeklinde hesaplanır. Bulanan değerler Tablo-27’de sunulmuştur.

Tablo-27: Etkilenen ve Etkileyen Gruplar

	$\tilde{D}_i$			$\tilde{R}_i$			$\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$			$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K-1	2,811	4,310	3,101	2,964	4,573	3,782	5,775	8,883	6,883	-0,152	-0,263	-0,681
K-2	3,232	4,862	3,452	3,630	5,191	4,123	6,863	10,054	7,575	-0,398	-0,329	-0,670
K-3	1,572	3,113	2,798	1,167	2,576	2,852	2,739	5,689	5,649	0,404	0,537	-0,054
K-4	2,892	4,516	3,245	2,973	4,637	3,863	5,864	9,153	7,108	-0,081	-0,121	-0,618
K-5	3,057	4,566	3,710	2,777	4,432	1,385	5,834	8,998	5,095	0,280	0,134	2,325
K-6	2,805	4,466	3,266	2,857	4,423	3,568	5,662	8,889	6,834	-0,053	0,043	-0,302

Tablo-28: Bulanık Direkt İlişki Matrisi (Yeniden Düzenlenmiş)

	L						M						U					
K1	0,000	0,203	0,025	0,127	0,190	0,165	0,000	0,200	0,058	0,150	0,200	0,175	0,000	0,191	0,105	0,178	0,066	0,184
K2	0,165	0,000	0,114	0,228	0,114	0,253	0,175	0,000	0,142	0,225	0,142	0,242	0,178	0,000	0,164	0,224	0,053	0,211
K3	0,089	0,152	0,000	0,076	0,025	0,051	0,117	0,167	0,000	0,117	0,075	0,083	0,151	0,184	0,000	0,151	0,038	0,125
K4	0,190	0,203	0,038	0,000	0,228	0,076	0,200	0,208	0,083	0,000	0,225	0,117	0,211	0,211	0,125	0,000	0,075	0,145
K5	0,177	0,190	0,025	0,228	0,000	0,165	0,183	0,183	0,067	0,225	0,000	0,183	0,178	0,191	0,112	0,224	0,000	0,178
K6	0,152	0,253	0,076	0,101	0,139	0,000	0,175	0,242	0,100	0,142	0,167	0,000	0,184	0,224	0,138	0,164	0,062	0,000

Tablo-29: Bulanık Toplam İlişki Matrisi

	L						M						U					
K1	0,397	0,651	0,183	0,515	0,535	0,531	0,643	0,895	0,418	0,785	0,793	0,776	0,479	0,682	0,458	0,638	0,237	0,608
K2	0,593	0,554	0,278	0,636	0,531	0,641	0,872	0,822	0,530	0,916	0,828	0,896	0,683	0,581	0,543	0,723	0,247	0,675
K3	0,298	0,396	0,090	0,290	0,232	0,265	0,566	0,666	0,262	0,573	0,519	0,527	0,562	0,625	0,327	0,569	0,196	0,518
K4	0,569	0,661	0,194	0,417	0,577	0,473	0,841	0,933	0,454	0,686	0,841	0,761	0,675	0,719	0,489	0,510	0,252	0,600
K5	0,583	0,684	0,195	0,623	0,413	0,559	0,837	0,926	0,446	0,876	0,665	0,815	0,724	0,784	0,532	0,769	0,211	0,691
K6	0,524	0,685	0,228	0,491	0,489	0,389	0,814	0,950	0,466	0,801	0,787	0,649	0,659	0,732	0,503	0,654	0,242	0,476

e. Safha 6: Durulaştırma:

Bu safhada iki farklı durulaştırma yöntemi kullanılmıştır. Birinci yöntem α -kesme yöntemi, ikinci yöntem ise CFCS yöntemidir.

Bu yöntemlerin kullanılmasının nedeni, α kesme metodunun bulanık sayıları en yüksek temsil etme derecesine sahip olması ve her iki yönteminde literatürde sıklıkla kullanılmasıdır.

α kesme metodu

α kesme metodu işlemine başlamadan önce α kesme seviyeleri 0,7; 0,8 ve 0,9 olarak değerlendirmeye alınacağı karar verilmiştir. İyimserlik değeri olan λ ise 0 (Kötümser), 0,5 (İlımlı) ve 1 (İyimser) olarak belirlenmiştir (Özçelik, 2011: 68).

Aşağıdaki işlemler sırasıyla $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ uygulanmış ve durulaştırılmış değerler Tablo-30'de sunulmuştur.

Adım 1: Alt ve üst sınır öncelik değerlerinin belirlenmesi

k. alternatif için bulanık öncelik değeri (l,m,r) olarak alındığında alt ve üst sınır öncelik değerli aşağıdaki eşitlikler kullanılarak bulunabilir.

$$\text{Alt Sınır (AS)} = \alpha * (m - l) + l$$

$$\text{Üst Sınır (ÜS)} = r - \alpha * (r - m)$$

Adım 2: Elde edilen alt ve üst sınır öncelik değerleri aşağıdaki eşitlikler ile birleştirilir.

W_{kA} : k. Alternatif için alt sınır öncelik değeri

$W_{kÜ}$: k. Alternatif için üst sınır öncelik değeri

$$W_{kA} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l * (AS_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l}; \quad W_{k\ddot{U}} = \frac{\sum_{l=1}^L \alpha_l * (\ddot{U}S_k)_l}{\sum_{l=1}^L \alpha_l}$$

Adım 3: Durulaştırılmış değerlerin bulunması.

$$W_d = \lambda * W_{k\ddot{U}} + (1 - \lambda)W_{kA} \quad \lambda \in [0,1]$$

Tablo-30'da sunulan durulaştırılmış $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ değerlerine baktığımızda iyimserlik derecesi (1)' e göre Kriter 2, Kriter 4 ve Kriter 1 sırasıyla; 9,579; 8,761 ve 8,499 değerleriyle diğer kriterlerden görelî olarak daha fazla öneme sahiptir. İyimserlik derecesi (0,5)'e göre baktığımızda Kriter 2, Kriter 4 ve Kriter 1 sırasıyla 9,510; 8,642 ve 8,393 değerleriyle görelî olarak daha fazla öneme sahiptir. İyimserlik derecesi (0)'a göre baktığımızda Kriter 2, Kriter 4 ve Kriter 5 sırasıyla 9,442; 8,522 ve 8,391 değerleriyle görelî olarak daha fazla öneme sahiptir.

Tablo-30'da sunulan durulaştırılmış $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerlerini incelediğimizde negatif değerler etkilenen kriterleri; pozitif değerler ise etkileyen kriterleri temsil etmektedir. İyimserlik derecesi (1) olduğunda Kriter 1, -0,343 değeriyle; Kriter 2, -0,394 değeriyle; Kriter 4, -0,216 değeriyle, Kriter 6, -0,023 değeriyle etkilenenler grubunu (Alıcı); Kriter 3, 0,423 değeriyle; Kriter 5 ise 0,554 değeriyle etkileyenler grubunu (Gönderici) oluşturmaktadır. İyimserlik derecesi (0,5) olduğunda Kriter 1, -0,293 değeriyle; Kriter 2, -0,368 değeriyle; Kriter 4, -0,165 değeriyle, etkilenenler grubunu (Alıcı); Kriter 3, 0,467 değeriyle; Kriter 5, 0,358 değeriyle; Kriter 6 ise 0,001 değeriyle etkileyenler grubunu (Gönderici) oluşturmaktadır. İyimserlik derecesi (0) olduğunda Kriter 1, -0,242 değeriyle; Kriter 2, -0,342 değeriyle; Kriter 4, -0,113 değeriyle, etkilenenler grubunu (Alıcı); Kriter 3, 0,511 değeriyle; Kriter 5, 0,162 değeriyle; Kriter 6 ise 0,025 değeriyle etkileyenler grubunu (Gönderici) oluşturmaktadır.

Tablo-30: α kesme Durulaştırılmış Değerler

		Bulanık Değerler			Kesme Seviyeleri			Alt Sınır Değerleri	Kesme Seviyeleri			Üst Sınır Değerleri	DURU DEĞERLER	İyimserlik		
														w		
		l	m	u	0,70	0,80	0,90	Wa	0,70	0,80	0,90	Wü		1,00	0,50	0,00
K-1	$\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$	5,775	8,883	6,883	7,950	8,261	8,572	8,287	8,283	8,483	8,683	8,499		8,499	8,393	8,287
K-2		6,863	10,054	7,575	9,096	9,416	9,735	9,442	9,310	9,558	9,806	9,579		9,579	9,510	9,442
K-3		2,739	5,689	5,649	4,804	5,099	5,394	5,124	5,677	5,681	5,685	5,682		5,682	5,403	5,124
K-4		5,864	9,153	7,108	8,166	8,495	8,824	8,522	8,539	8,744	8,948	8,761		8,761	8,642	8,522
K-5		5,834	8,998	5,095	8,049	8,365	8,681	8,391	7,827	8,217	8,607	8,250		8,250	8,321	8,391
K-6		5,662	8,889	6,834	7,921	8,244	8,567	8,271	8,273	8,478	8,684	8,495		8,495	8,383	8,271
K-1	$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$	-0,152	-0,263	-0,681	-0,230	-0,241	-0,252	-0,242	-0,389	-0,347	-0,305	-0,343		-0,343	-0,293	-0,242
K-2		-0,398	-0,329	-0,670	-0,350	-0,343	-0,336	-0,342	-0,431	-0,397	-0,363	-0,394	-0,394	-0,368	-0,342	
K-3		0,404	0,537	-0,054	0,497	0,510	0,523	0,511	0,359	0,418	0,478	0,423	0,423	0,467	0,511	
K-4		-0,081	-0,121	-0,618	-0,109	-0,113	-0,117	-0,113	-0,270	-0,220	-0,170	-0,216	-0,216	-0,165	-0,113	
K-5		0,280	0,134	2,325	0,177	0,163	0,148	0,162	0,791	0,572	0,353	0,554	0,554	0,358	0,162	
K-6		-0,053	0,043	-0,302	0,014	0,024	0,034	0,025	-0,060	-0,026	0,009	-0,023	-0,023	0,001	0,025	

CFCS yöntemi

İkinci yöntem olan CFCS yöntemi ile durulaştırma yönteminde ise aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulanmıştır. Durulaştırılmış toplam ilişki matrisi Tablo-31’de, CFCS ile durulaştırılan değerler Tablo-32’de sunulmuştur.

$Z_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, r_{ij}^k)$ Üçgensel bulanık settir.

1. Normalizasyon:

$$xl_{ij}^k = (l_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max},$$

$$xm_{ij}^k = (m_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max},$$

$$xr_{ij}^k = (r_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max};$$

$$\Delta_{\min}^{\max} = \max r_{ij}^k - \min l_{ij}^k$$

2. Sol (ls) ve sağ (rs) normalize değerlerin hesaplanması:

$$xls_{ij}^k = xm_{ij}^k / (1 + xm_{ij}^k - xl_{ij}^k)$$

$$xrs_{ij}^k = xr_{ij}^k / (1 + xr_{ij}^k - xm_{ij}^k)$$

3. Toplam Normalize Değerin Bulunması:

$$x_{ij}^k = [xls_{ij}^k (1 - xls_{ij}^k) + xrs_{ij}^k * xrs_{ij}^k] / [1 - xls_{ij}^k + xrs_{ij}^k]$$

4. Duru Değerlerin Bulunması:

$$z_{ij}^k = \min l_{ij}^k + x_{ij}^k \Delta_{\min}^{\max}.$$

Tablo-31: CFCS ile Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0,563	0,917	0,380	0,743	0,785	0,735
K2	0,868	0,801	0,479	0,935	0,984	0,919
K3	0,509	0,608	0,250	0,514	0,358	0,470
K4	0,821	0,973	0,409	0,610	1,096	0,707
K5	0,814	0,944	0,414	0,864	0,472	0,785
K6	0,778	1,004	0,424	0,756	0,750	0,565

Tablo-32: CFCS ile Durulaştırılmış Değerler

KRİTERLER	Bulanık Değerler			Normalizasyon						Sol ve sağ normalize değerler		Toplam Normalize Değerler	Duru değerler
	l	m	u	min (l)	max (n)	Δ	x lj	x mj	x nj	x j ls	x j ns	x j crisp	(f ij)
K-1	0,397	0,643	0,479	0,090	0,784	0,694	0,442	0,798	0,561	0,589	0,735	0,683	0,563
K-2	0,593	0,872	0,683	0,090	0,784	0,694	0,725	1,128	0,856	0,804	1,175	1,122	0,868
K-3	0,298	0,566	0,562	0,090	0,784	0,694	0,301	0,686	0,681	0,495	0,684	0,604	0,509
K-4	0,569	0,841	0,675	0,090	0,784	0,694	0,691	1,083	0,843	0,778	1,108	1,053	0,821
K-5	0,583	0,837	0,724	0,090	0,784	0,694	0,712	1,077	0,914	0,789	1,093	1,043	0,814
K-6	0,524	0,814	0,659	0,090	0,784	0,694	0,625	1,043	0,820	0,736	1,056	0,992	0,778
K-1	0,651	0,895	0,682	0,090	0,784	0,694	0,809	1,160	0,854	0,859	1,231	1,193	0,917
K-2	0,554	0,822	0,581	0,090	0,784	0,694	0,669	1,055	0,708	0,761	1,084	1,026	0,801
K-3	0,396	0,666	0,625	0,090	0,784	0,694	0,441	0,830	0,771	0,598	0,819	0,746	0,608
K-4	0,661	0,933	0,719	0,090	0,784	0,694	0,824	1,216	0,907	0,873	1,312	1,273	0,973
K-5	0,684	0,926	0,784	0,090	0,784	0,694	0,856	1,206	1,000	0,893	1,259	1,231	0,944
K-6	0,685	0,950	0,732	0,090	0,784	0,694	0,857	1,240	0,926	0,897	1,349	1,317	1,004
K-1	0,183	0,418	0,458	0,090	0,784	0,694	0,134	0,474	0,531	0,354	0,502	0,419	0,380
K-2	0,278	0,530	0,543	0,090	0,784	0,694	0,272	0,635	0,654	0,466	0,641	0,562	0,479
K-3	0,090	0,262	0,327	0,090	0,784	0,694	0,000	0,249	0,342	0,199	0,313	0,231	0,250
K-4	0,194	0,454	0,489	0,090	0,784	0,694	0,150	0,525	0,576	0,382	0,548	0,460	0,409
K-5	0,195	0,446	0,532	0,090	0,784	0,694	0,151	0,513	0,638	0,377	0,567	0,467	0,414
K-6	0,228	0,466	0,503	0,090	0,784	0,694	0,199	0,543	0,595	0,404	0,565	0,482	0,424
K-1	0,515	0,785	0,638	0,090	0,784	0,694	0,613	1,002	0,790	0,721	1,002	0,941	0,743
K-2	0,636	0,916	0,723	0,090	0,784	0,694	0,787	1,190	0,913	0,848	1,263	1,219	0,935
K-3	0,290	0,573	0,569	0,090	0,784	0,694	0,289	0,697	0,692	0,495	0,695	0,611	0,514
K-4	0,417	0,686	0,510	0,090	0,784	0,694	0,472	0,859	0,606	0,619	0,812	0,750	0,610
K-5	0,623	0,876	0,769	0,090	0,784	0,694	0,769	1,133	0,979	0,831	1,158	1,116	0,864
K-6	0,491	0,801	0,654	0,090	0,784	0,694	0,579	1,025	0,813	0,709	1,032	0,961	0,756
K-1	0,535	0,793	0,237	0,090	0,784	0,694	0,642	1,013	0,213	0,739	1,066	1,001	0,785
K-2	0,531	0,828	0,247	0,090	0,784	0,694	0,636	1,063	0,226	0,745	1,389	1,289	0,984
K-3	0,232	0,519	0,196	0,090	0,784	0,694	0,206	0,619	0,154	0,438	0,287	0,387	0,358
K-4	0,577	0,841	0,252	0,090	0,784	0,694	0,702	1,082	0,234	0,784	1,543	1,450	1,096
K-5	0,413	0,665	0,211	0,090	0,784	0,694	0,466	0,829	0,174	0,609	0,505	0,550	0,472
K-6	0,489	0,787	0,242	0,090	0,784	0,694	0,575	1,005	0,220	0,703	1,025	0,952	0,750
K-1	0,531	0,776	0,608	0,090	0,784	0,694	0,636	0,988	0,746	0,731	0,985	0,930	0,735
K-2	0,641	0,896	0,675	0,090	0,784	0,694	0,794	1,161	0,844	0,849	1,237	1,195	0,919
K-3	0,265	0,527	0,518	0,090	0,784	0,694	0,252	0,630	0,618	0,457	0,626	0,547	0,470
K-4	0,473	0,761	0,600	0,090	0,784	0,694	0,553	0,968	0,736	0,684	0,958	0,890	0,707
K-5	0,559	0,815	0,691	0,090	0,784	0,694	0,676	1,045	0,867	0,763	1,055	1,002	0,785
K-6	0,389	0,649	0,476	0,090	0,784	0,694	0,431	0,805	0,557	0,586	0,741	0,685	0,565

CFCS Yöntemi ile durulaştırılmış toplam ilişki matrisinden elde edilen $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri Tablo-33'te sunulmuştur.

Tablo-33: $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ Değerleri

	D	R	D+R	D-R
K1	4,123	4,353	8,476	-0,229
K2	4,987	5,247	10,234	-0,259
K3	2,708	2,357	5,064	0,351
K4	4,616	4,422	9,038	0,194
K5	4,292	4,444	8,736	-0,153
K6	4,278	4,181	8,459	0,097

Tablo-33 incelendiğinde Kriter 2, Kriter 4 ve Kriter 5 sırasıyla; 10,234;9,038 ve 8,736 değerleriyle diğer kriterlerden görece olarak daha fazla öneme sahiptir.

$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerlerini incelediğimizde. ise Kriter 2, -0,259 değeriyle; Kriter 1, -0,229 değeriyle, Kriter 5, -0,153 değeriyle etkilenenler grubunu (Alıcı); Kriter 3, 0,351 değeriyle; Kriter 4, 0,194 değeriyle ve Kriter 6, 0,097 etkileyenler grubunu (Gönderici) oluşturmaktadır.

f. Safha 7: Kriter Önem Derecelerinin Belirlenmesi:

Eşitlik (11) ve Eşitlik (12) kullanılarak kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir.

α kesme metoduna göre yapılan işlemlerden elde edilen kriterlerin önem dereceleri Tablo-34'te, CFCS Yöntemine göre yapılan işlemlerden elde edilen önem dereceleri Tablo-35' te sunulmuştur.

Tablo-34: α Kesme Metoduna Göre Yapılan Durulaştırmadan Elde Edilen Kriterlerin Önem Dereceleri

Kriterler	İyimserlik Derecesi (1)	İyimserlik Derecesi (0,5)	İyimserlik Derecesi (0)
K1	0,17248	0,17247	0,17245
K2	0,19439	0,19546	0,19653
K3	0,11552	0,11137	0,10711
K4	0,17769	0,17750	0,17729
K5	0,16765	0,17103	0,17458
K6	0,17226	0,17216	0,17204

İyimserlik derecesi (1) ve (0,5) olduğunda kriterlerin önem derecesine göre sıralaması $K2 > K4 > K1 > K6 > K5 > K3$; iyimserlik derecesi (0) olduğunda önem derecesine göre sıralama $K2 > K4 > K5 > K1 > K6 > K3$ olmaktadır.

Tablo-35: CFCS Yöntemi İle Yapılan Durulaştırmadan Elde Edilen Kriterlerin Önem Dereceleri

Kriterler	Önem Derecesi
K1	0,1695
K2	0,2046
K3	0,1015
K4	0,1807
K5	0,1746
K6	0,1691

CFCS Yöntemine göre yapılan durulaştırma işleminden sonra kriterlerin önem sıralamaları $K2 > K4 > K5 > K1 > K6 > K3$ şeklinde olmuştur.

Her ne kadar iyimserlik derecesi 1 ve iyimserlik derecesi 0.5'e göre önem derecesi sıralaması aynı çıktıysa da gönderici ve alıcı grupların değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

g. Safha 8: Eşik Değer ve Etki Diyagramı:

Eşik Değer karar vericiler tarafından belirlenebileceği gibi Toplam İlişki Matrisinin ortalaması alınarak da tespit edilebilir.

Problemde eşik değer Bulanık Toplam İlişki Matrisinin durulaştırılarak ortalaması alınarak tespit edilmiştir. Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi elde edildikten sonra DEMATEL yönteminin adımlarına kalındığı yerden devam edilebilir. O zamanda $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ endeks değerleri değişmez.

İyimserlik derecelerine göre durulaştırılmış toplam ilişki matrisleri Tablo-36' de sunulmuştur. Bu matrislerin aritmetik ortalamaları alındığında iyimserlik derecesi (1)'e göre eşik değer: 0,684; iyimserlik derecesi (0,5)'e göre eşik değer: 0,676; iyimserlik derecesi (0)'a göre eşik değer: 0,667'tür.

Tablo-36: Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi (α -Kesme Yöntemine göre)

Kriterler	İyimserlik Derecesi (1)					
K1	0,612	0,854	0,426	0,757	0,686	0,743
K2	0,836	0,775	0,533	0,879	0,716	0,853
K3	0,565	0,658	0,275	0,573	0,457	0,525
K4	0,809	0,892	0,461	0,652	0,728	0,730
K5	0,816	0,899	0,462	0,856	0,578	0,791
K6	0,784	0,908	0,473	0,773	0,683	0,615
Kriterler	İyimserlik Derecesi (0,5)					
K1	0,604	0,851	0,400	0,745	0,715	0,736
K2	0,827	0,773	0,507	0,870	0,743	0,850
K3	0,540	0,636	0,252	0,546	0,461	0,501
K4	0,799	0,887	0,432	0,643	0,759	0,718
K5	0,802	0,890	0,430	0,842	0,597	0,779
K6	0,771	0,904	0,447	0,757	0,706	0,607
Kriterler	İyimserlik Derecesi (0)					
K1	0,596	0,848	0,373	0,733	0,743	0,729
K2	0,819	0,770	0,482	0,862	0,771	0,847
K3	0,515	0,614	0,229	0,519	0,464	0,477
K4	0,789	0,881	0,404	0,634	0,790	0,706
K5	0,789	0,880	0,397	0,828	0,617	0,766
K6	0,758	0,899	0,420	0,742	0,730	0,599

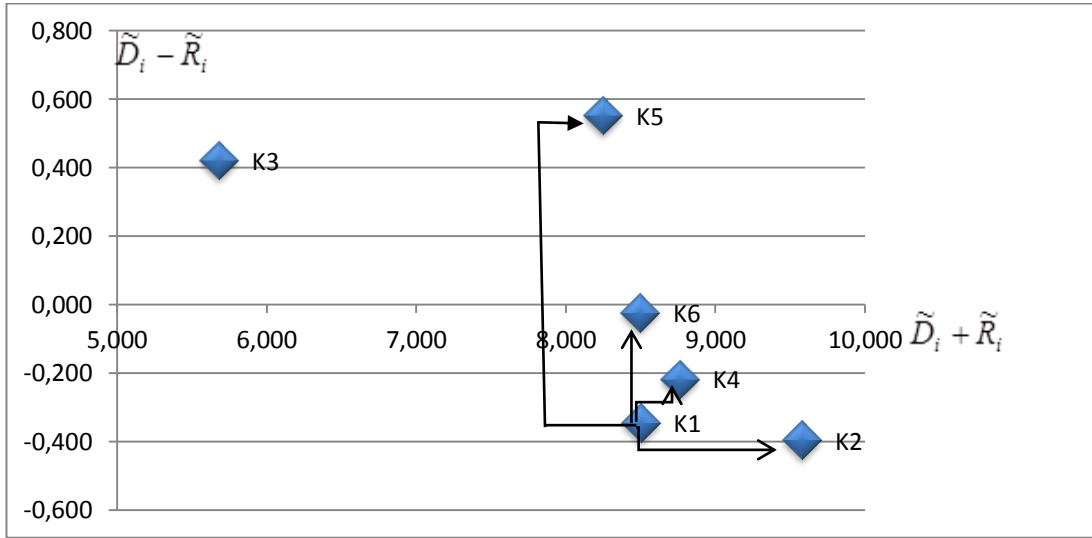
Tablo-31'de sunulan ve CFCS Yöntemiyle durulaştırılan toplam ilişki matrisine göre eşik değer ise 0,695 olarak tespit edilmiştir.

Eşik değer belirlemek sayesinde etki diyagramındaki karmaşık görüntü ve belirlenen değer altında kalan etkileri dikkate almadan işlem yapılabilir.

Bu değerin altında kalan değerler dikkate alınmaz. $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri Tablo-30'dakinin aynısıdır.

Etki diyagramında ise x eksenini $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ değerlerini; y eksenini $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerlerini ifade etmektedir.

İyimserlik derecelerine göre etki diyagramları Şekil-15; Şekil-16 ve Şekil-17'de ve CFCS Yönteminden elde edilen durulaştırma değerlerine göre elde edilen etki diyagramı Şekil-18'de sunulmuştur.

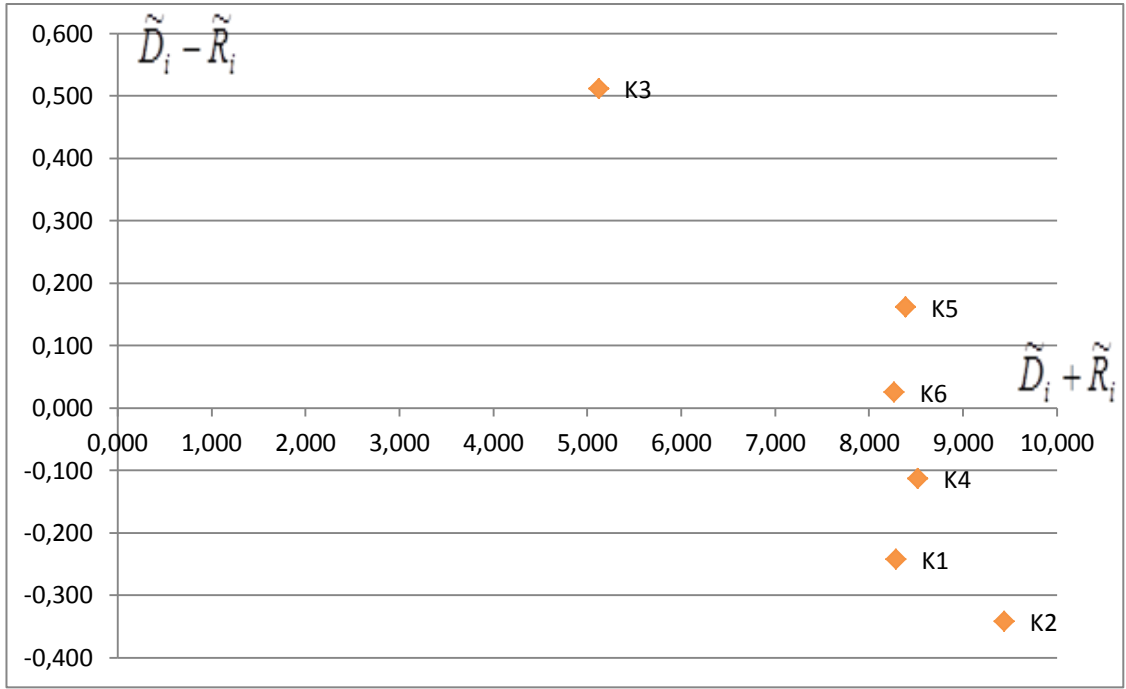


Şekil-15 İyimserlik Derecesi (1)'e Göre Etki Diyagramı

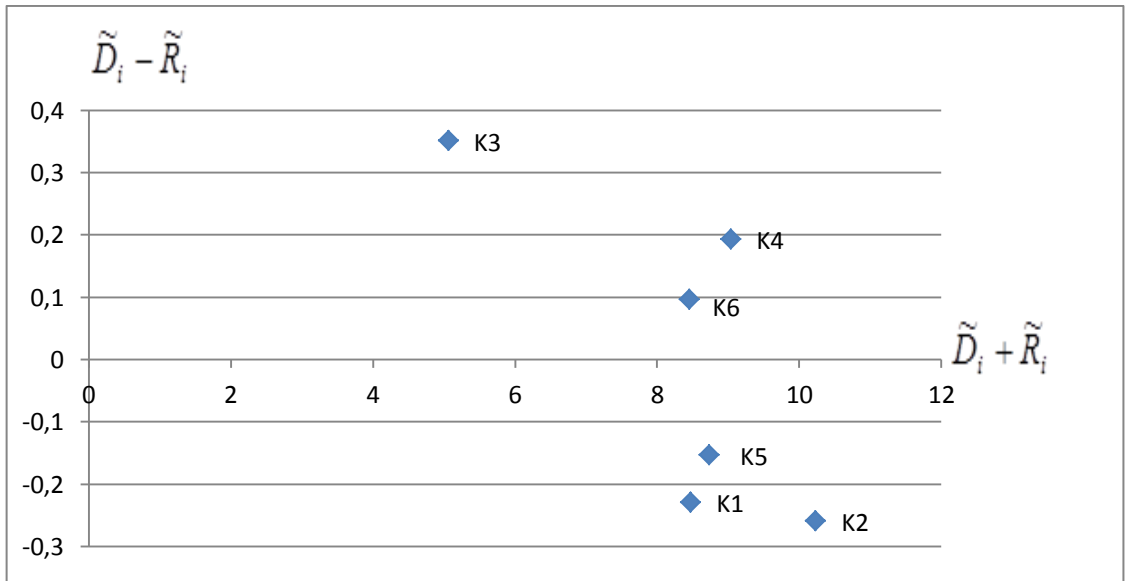
Şekil 15 incelendiğinde iyimserlik derecesi (1)'e göre Kriter 1'in etkilediği diğer kriterler görülmektedir. Kriter (1)'den diğer kriterler uzana oklar eşik değerin üstündeki değerlerdir. Her kriter için yapılp, etkileyen ve etkilenenler kolayca görülebilir



Şekil-16 İyimserlik Derecesi (0,5)'e Göre Etki Diyagramı



Şekil-17 İyimserlik Derecesi (0)'a Göre Etki Diyagramı



Şekil-18 CFCS Yöntemine Göre Yapılan Durulaştırılmadan Elde Edilen Etki Diyagramı

5. ALTERNATİFLERİN SIRALAMASININ TESPİTİ

Alternatiflerin sıralamalarının tespitinde literatürde uygulaması az olan ve diğer yöntemlere göre nispeten daha yeni bir yöntem olan SMAA tercih edilmiştir. Bu yöntem bakım maliyetleri ile ilgili herhangi bir konuda henüz uygulanmamıştır.

SMAA yöntemi bilgilerin; şüpheli, kesin olmayan, kayıp veya eksik olduğu durumlarda kullanılabilen çok kriterli karar destek yöntemidir. Kara Kuvvetleri Komutanlığında bakım ve onarım faaliyetleri 24 saat esasına göre icra edilmektedir. Bazı durumlarda problem sahasında olarak tespit edilen bakım maliyetleri ile ilgili bilgiler şüpheli veya eksik olabilir.

Çoğu gerçek hayat problemlerinde toplanan bilgi şüpheli veya kesin değildir. Bazen de edinilen bilgi içinde konu ile ilgili eksik görüşler vardır. Bu noktada SMAA metodu; bir destek aracı olarak kullanılabilen yöntemdir.

SMAA yöntemi belirsiz parametreleri değişik değerlerle simule ederek; hangi alternatifin en çok tercih edildiğini tespit eder.

SMAA yöntem seçiminde Tablo-13' te gösterilen karar ağacı dikkate alınmıştır. Problem tipinin alternatiflerin sıralaması şeklinde oluşu; kriterlerin ağırlıkları ve sıralamasının faktörlerinin kullanılması, fayda/değer fonksiyonlu oluşu sebebi ile SMAA 2 yöntemi tercih edilmiştir.

SMAA-2 yöntemi için açık kaynakta bulunan ve kullanımında büyük kolaylık sağlayan JSMAA programı kullanılmıştır. Son sürüm olan JSMAA 1.0.2 versiyonu kullanılmıştır.

DEMATEL yöntemi ile tespit edilen kriter ağırlıklarının sıralaması SMAA-2 metodunun temel girdilerini teşkil etmiştir.

Çalışmada barış durumu için Senaryo-1; arızanın 24 saatte onarılıp faal hale getirilmesi durumu için Senaryo-2 ve iç güvenlik ve sefer durumu için Senaryo-3 olmak üzere 3 senaryo oluşturulmuştur.

a. Senaryo-1:

Maliyeti kriteri konusunda Kara Kuvvetleri Komutanlığı birliklerine bakım ve onarım desteği sağlayan bir firmanın yetkili servislerinden yedek parça ve işçilik fiyatları alınarak tespit edilmiştir. Bu durum birliklerin bulundukları bölgedeki sanayii durumu, ulaşım durumu ve firmaların farklı işçilik fiyatları sebebi ile değişiklik gösterebilmektedir.

Zaman kriteri ise yine aynı firmanın iş zaman hadleri ve Kara Kuvvetleri Komutanlığındaki bakım/onarım birliklerinin iş zaman hadlerinden faydalanılarak tespit edilmiştir.

İstihbarat ve öncelik kriterlerinde; 1 en kötü durum; 2 orta; 3 en iyi durumu ifade üzere değerlendirilmiştir.

Yetenek Kazanımı ve Sorumluluk Algısı kriterleri; 1 en kötü durum; 2 en iyi durumu ifade üzere değerlendirilmiştir.

Tablo-37’de; maliyet kriterinde işçilik ve yedek parça maliyetlerinin TL cinsinden jenerik olarak oluşturulan değerleri görülmektedir.

Alternatifler bazında maliyet değerleri orta büyüklükteki arıza veya bakımın maliyetleridir. Bu maliyetler A-1alternatifi için işçilik ve parça maliyeti; A-2 için parça maliyeti olarak rastgele belirlenmiştir. A-3 alternatifi yedek parçanın ikmal kanalından gelmesi ve kendi atölyelerimizde yapılması nedeni ile maliyeti yoktur.

Zaman değerleri; A-1 alternatifi için bir günde yapılacağı değerlendirilerek 2-8 saat; A-2 alternatifi için 2 günde yapılacağı değerlendirilerek 2-24 saat; A-3 alternatifi için parçanın ikmal merkezinden bir ayda geleceği değerlendirilerek 1-720 saat alınmıştır.

Tüm arıza ve bakım faaliyetlerinde K-3 İstihbarat kriteri için A-1 alternatifi tercih edilmeyen bir durum olduğu için 1 değerini; A-2 alternatifi parça dışarıdan alındığı için 1 veya 2 değerini; A-3 alternatifi en çok tercih edilen durum olduğu için 3 değerini almaktadır.

Tüm arıza ve bakım faaliyetlerinde K-4 Yetenek Kazanımı Kriteri için A-1 alternatifi dışarıya yaptırıldığı için 1 değerini veya dışarıda yapım sırasında teknisyenlerce izlenildiği için 2 değerini; A-2 ve A-3 alternatifleri teknisyen tarafından yapıldığı için 2 değerini almaktadır.

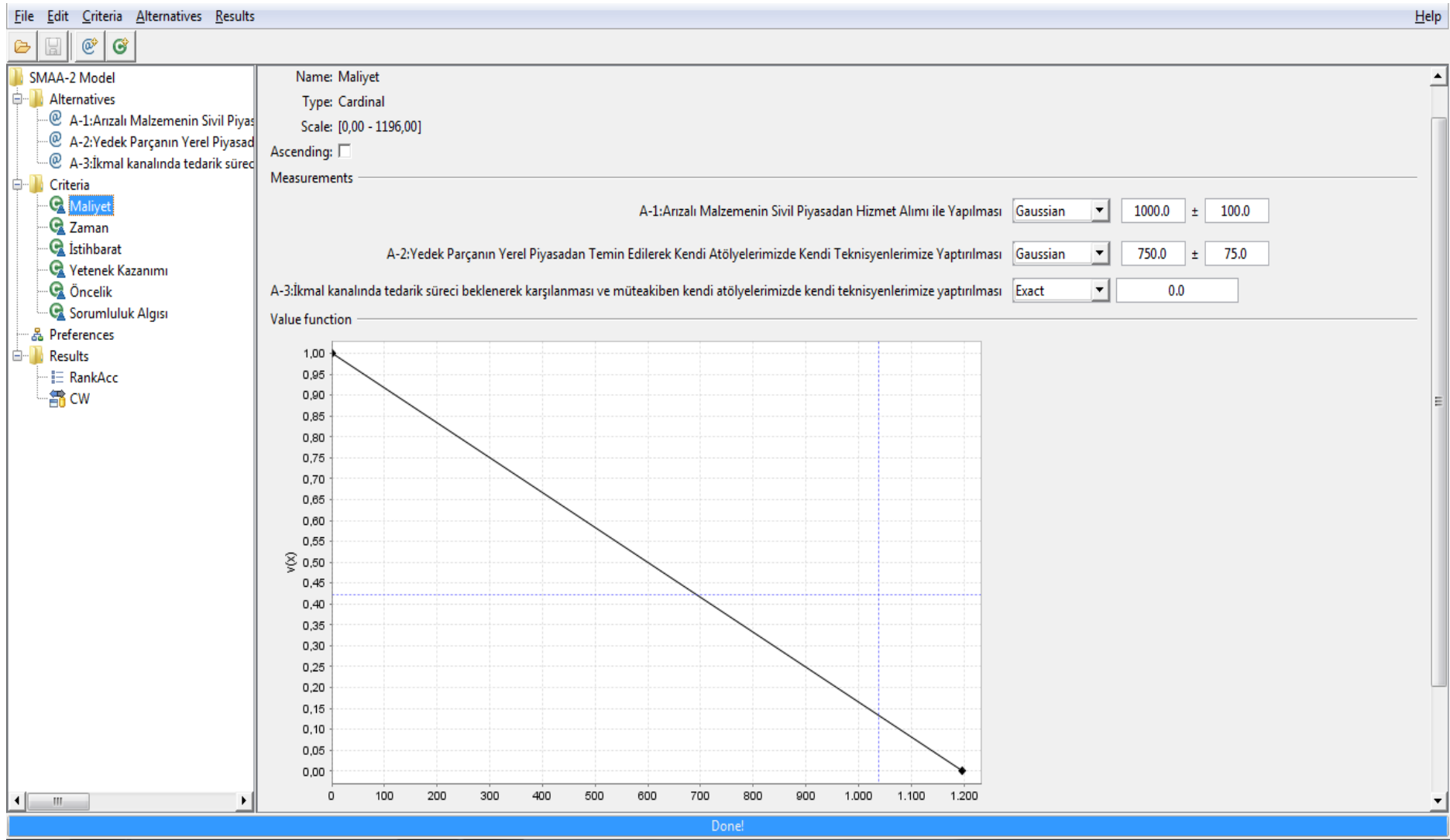
Tüm arıza ve bakım faaliyetlerinde K-5 Öncelik Kriteri için A-1 alternatifi dışarıya yaptırılma tercih edilemediği için 1 değerini; A-2 alternatifi mecbur kalındığında durumlarda tercih edileceğinden 2 değerini; A-3 alternatifi kendi atölyemizde yapılması nedeni ile 3 değerini veya arızaların yoğunluğuna bağlı olarak dışarıya yaptırıldığı için 2 değerini almaktadır.

Tüm arıza ve bakım faaliyetlerinde K-6 Sorumluluk Algısı Kriteri için A-1 alternatifi dışarıda yapım olduğu için teknisyenin sorumluluk alanında olmayacağından 1 değerini; A-2 ve A-3 alternatifleri kendi atölyemizde yapılması nedeni ile 2 değerini almaktadır.

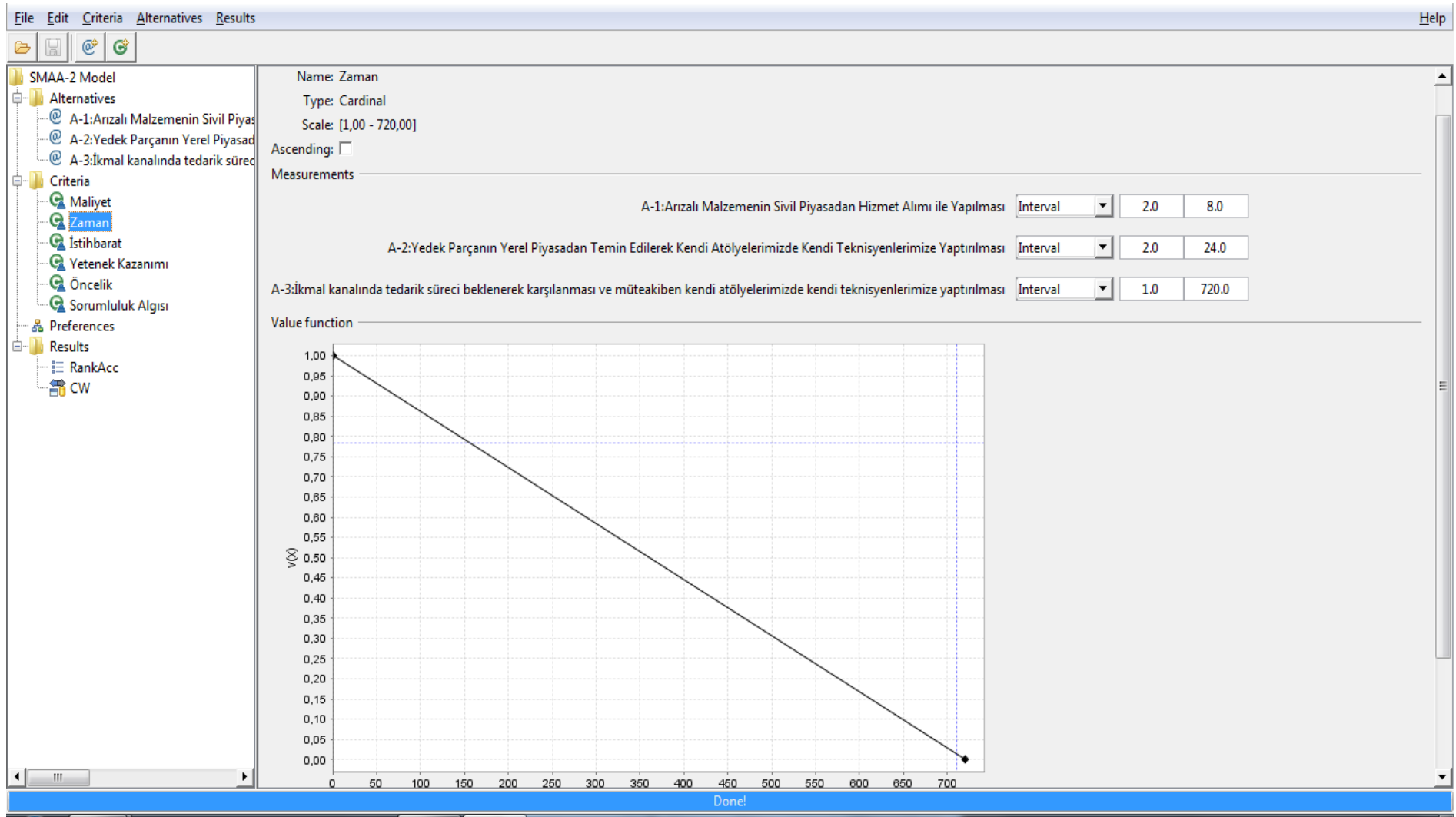
Tablo-37: Senaryo-1 Alternatiflerin Kriterler Açısından Girdi Değerleri

Alternatifler	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6
	Maliyet (TL)	Zaman (Saat)	İstihbarat (1-3)	Yetenek Kazanımı (1-2)	Öncelik (1-3)	Sorumluluk Algısı (1-2)
A-1	1000	2-8	1	1-2	1	1
A-2	750	2-24	1-2	2	2	2
A-3	0	1-720	3	2	2-3	2
	$\Delta \pm \%10$					

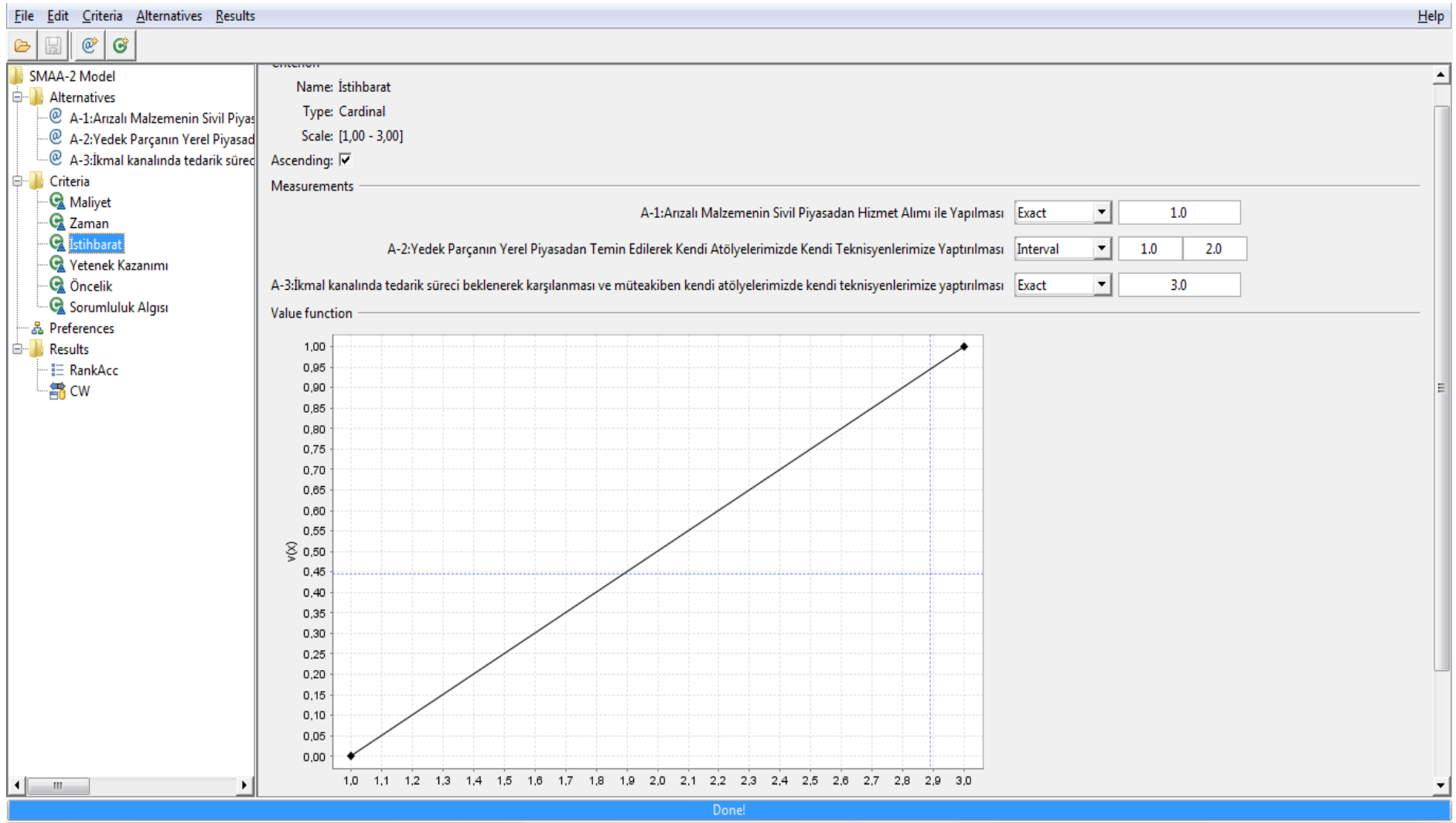
JSMAA programında kriterlerin min (Ascending) ve max (Descending) tercih durumlarının belirtilmesi gerekmektedir. Maliyet ve Zaman kriterlerinde en az maliyet ve en az süre istendiği için ASCENDING ikonu işareti kaldırılmıştır. İstihbarat, Yetenek Kazanımı, Öncelik ve Sorumluluk Algısı kriterlerinde İstihbaratın yüksek, yetenek kazanımının fazla; önceliğin en iyi durum olması ve sorumluluk algısının en yüksek olması istendiği için ASCENDING ikonu işareti kaldırılmamıştır. Girilen değerler Şekil-19, 20, 21 22, 23, 24' te sunulmuştur.



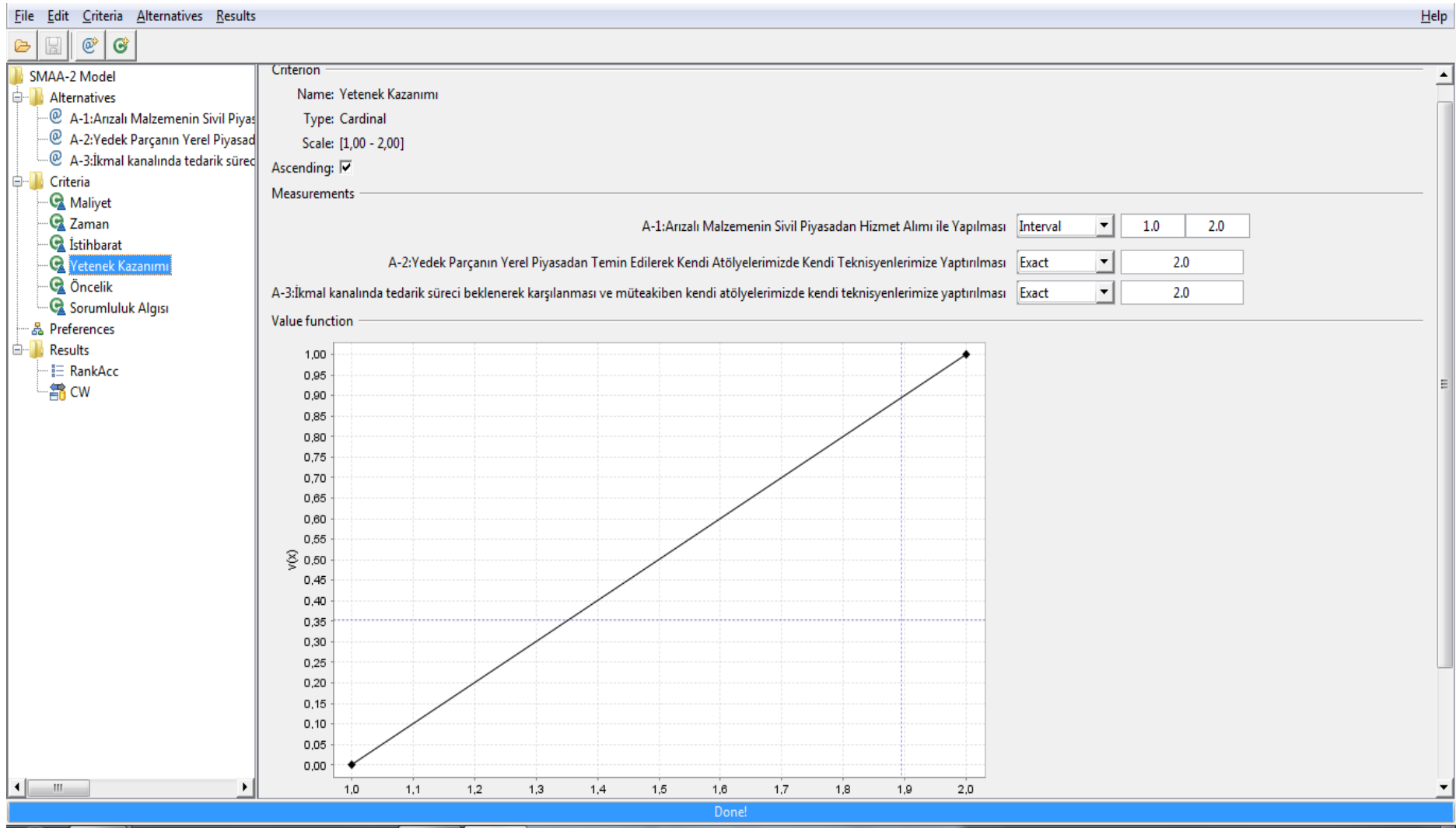
Şekil-19 Maliyet Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri



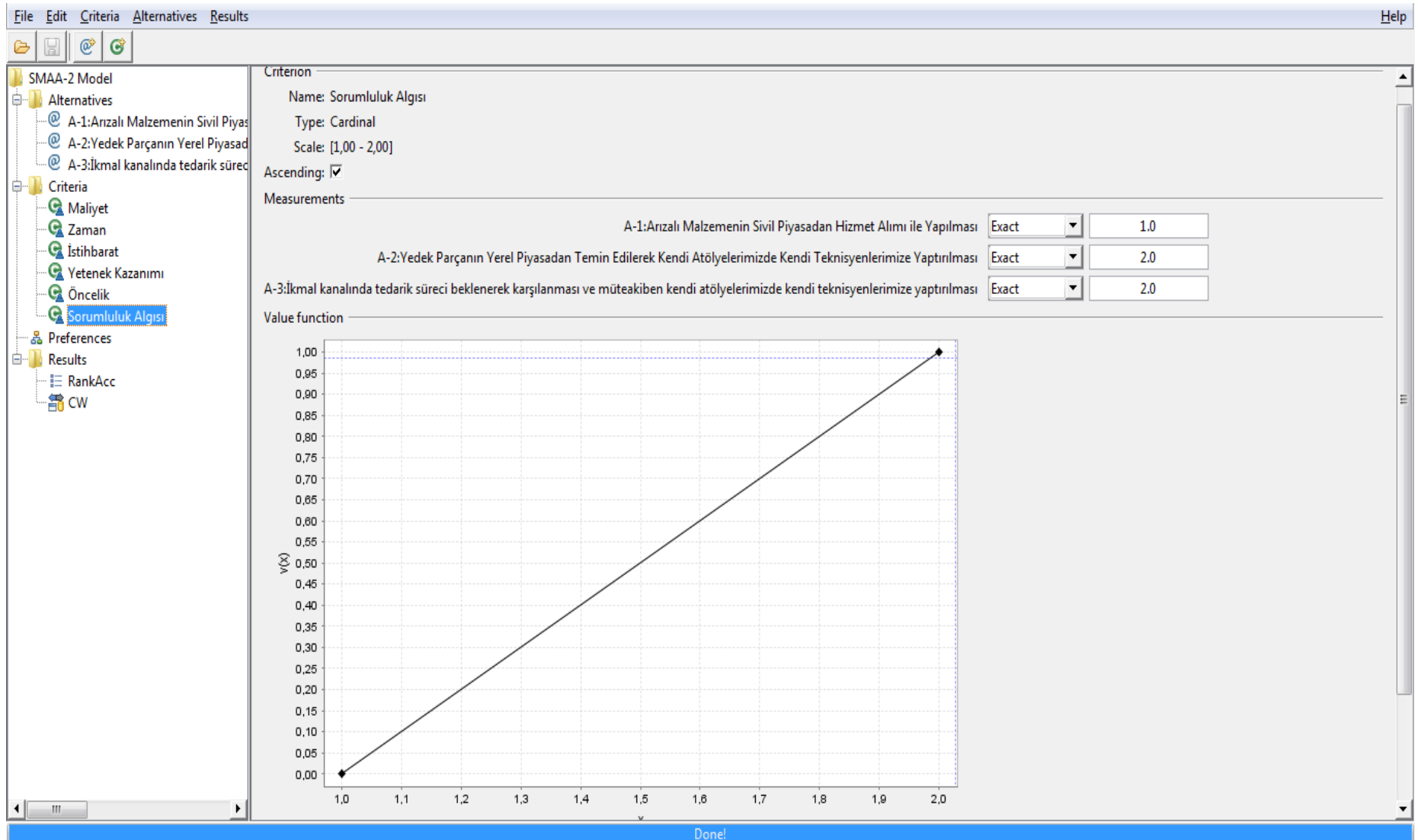
Şekil-20 Zaman Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri



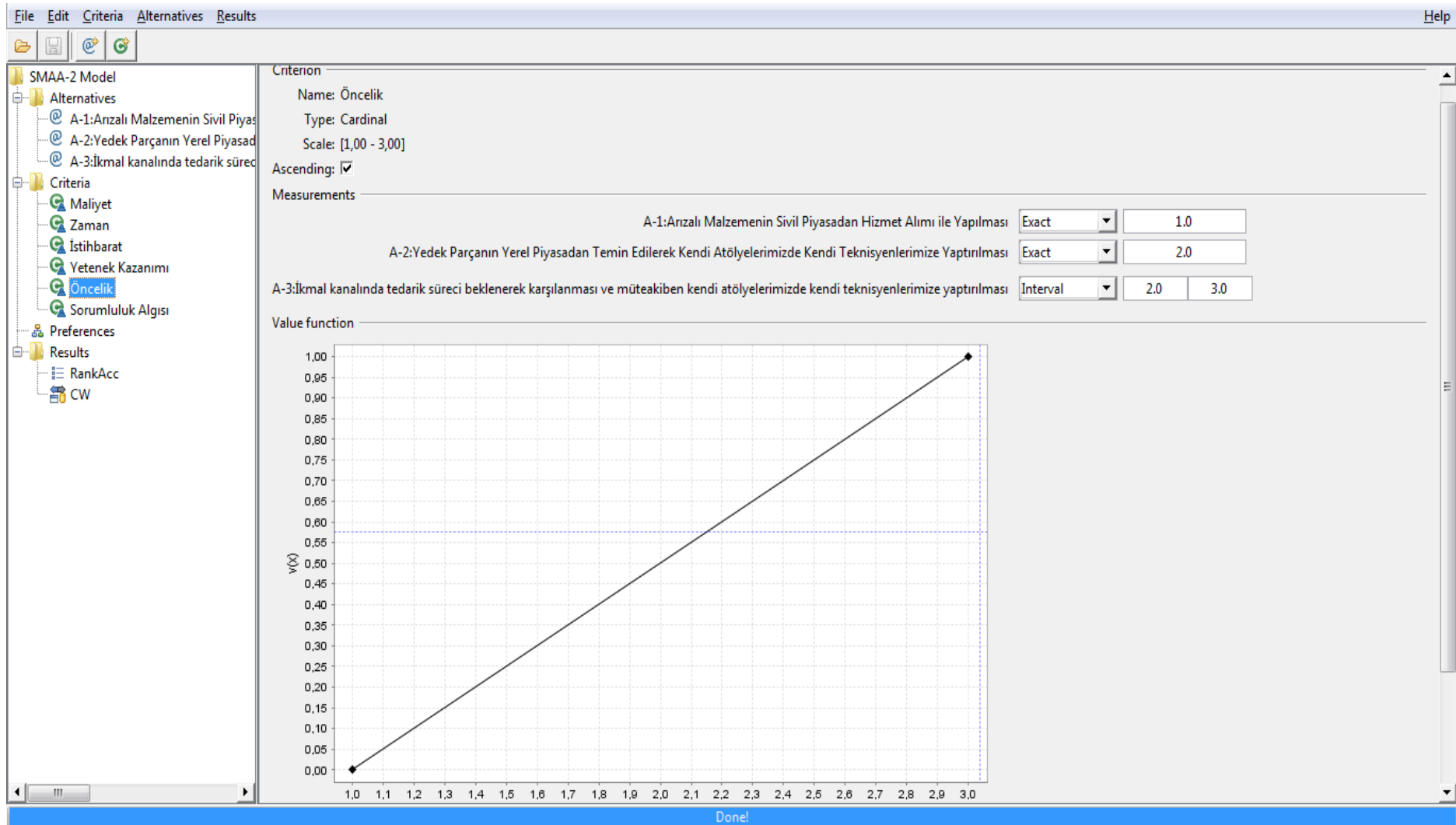
Şekil-21 İstihbarat Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri



Şekil-22 Yetenek Kazanımı Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri



Şekil-23 Sorumluluk Algısı Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri



Şekil-24 Öncelik Kriterinin JSMAA Programına Girilen Değerleri

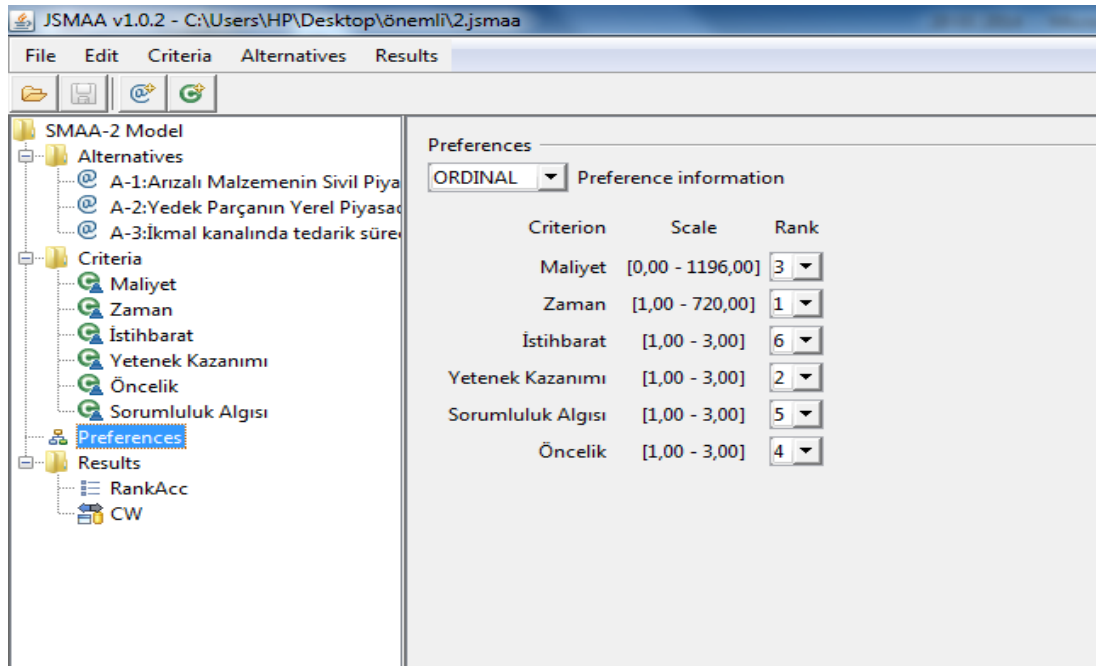
JSMAA programında alternatif ve kriterlerin değerleri girildikten sonra tercih (Preference) bilgilerinin seçilmesi gerekmektedir. Programda Missing, Ordinal ve Cardinal olmak üzere üç tip tercih alternatifi bulunmaktadır.

Missing tercihi kriterlerin herhangi bir ağırlık veya sıralama değerinin olmadığı durumda; Cardinal Tercihi AHP ve DEMATEL gibi yöntemlerle belirlenen ağırlık bilgisi olduğu durumda ve Ordinal Tercihi DEMATEL ve TOPSIS gibi yöntemlerin yanı sıra karar vericinin belirlediği sıralama olduğu durumda kullanılmaktadır.

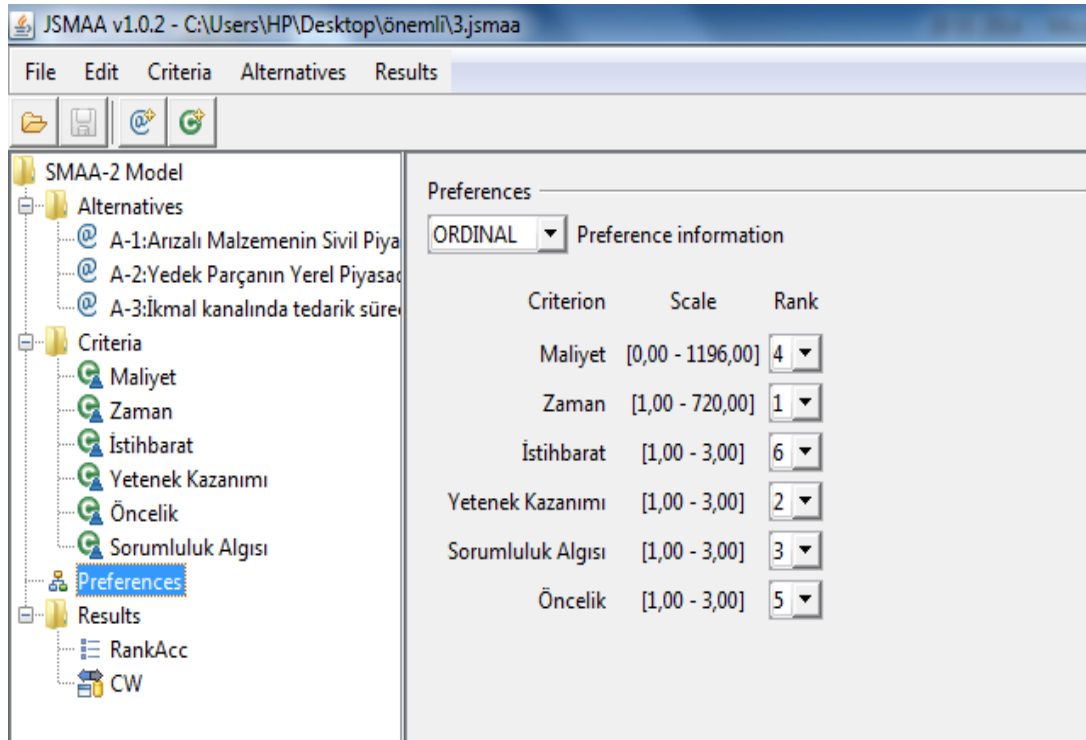
Çalışmada Missing ve Ordinal Tercihleri kullanılmıştır.

Ordinal Tercih

DEMATEL yönteminden elde edilen kriterlerin önem derecelerine göre sıralamaları girilmiştir. İyimserlik derecesi (1) ve iyimserlik derecesi (0,5) olduğunda sıralama $K2 > K4 > K1 > K6 > K5 > K3$; iyimserlik derecesi (0) yani kötümser olduğunda ve CFCS ile durulaştırma yapıldığında sıralama $K2 > K4 > K5 > K1 > K6 > K3$ 'dir. Şekil-25 ve Şekil-26'da JSMAA programına girilen değerler görülmektedir.



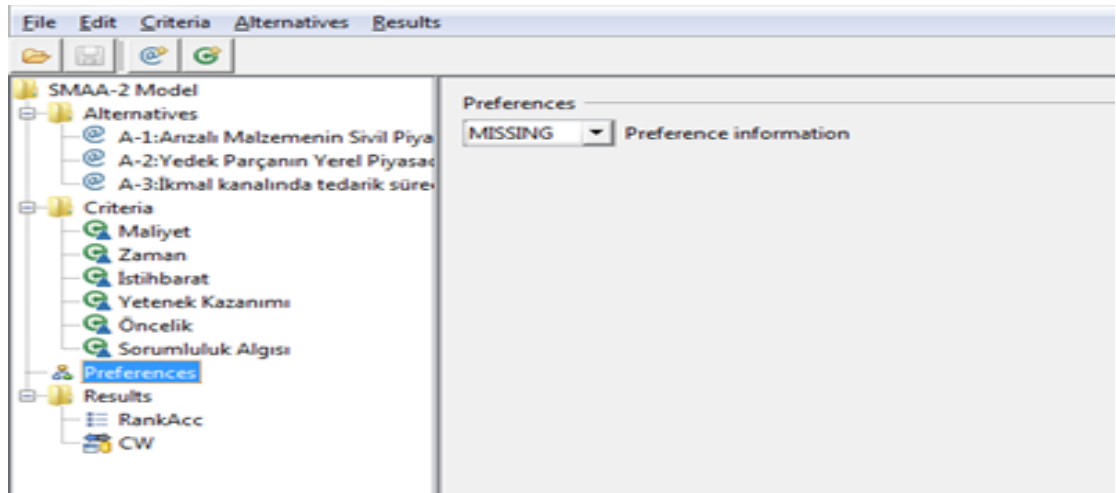
Şekil-25 İyimserlik Derecesi (1) ve (0,5)'a Göre Kriter Sıralaması



Şekil-26 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Kriter Sıralaması

Missing Tercih

Herhangi bir ağırlık ve sıralama bilgisinin olmadığı missing tercih değeri kullanılır. Şekil-27’ de JSMAA programına girilen değerler görülmektedir.



Şekil-27 Missing Tercih Değeri

Sonuçlar kısmı ise RESULTS kısmından incelenir. Burada karşımıza sıra kabul edilebilirlik indisleri, güvenilirlik faktörü ile merkezi ağırlık vektörü karşımıza çıkmaktadır.

İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)'e göre sıra kabul edilebilirlik indisleri, program ekranı Şekil-28'de ve sonuçlar Tablo-38'de gösterilmiştir. Sütun ve satırlar ayrı ayrı incelenebilir:

Tablo-38: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,13	0,87
A2	0,60	0,40	0,00
A3	0,40	0,47	0,13

Sütunlar:

Şekil-28 ve Tablo-38'de gösterilen sıra kabul edilebilirlik indislerine göre ikinci alternatif olan yedek parçanın yerel piyasadan temini ve kendi atölyelerimizde onarım kriteri % 60 olasılıkla birinci sırada tercih edilmektedir. Diğer alternatifler ise sırasıyla %40 ve % 0 olasılıkla birinci tercih olabilmektedir.

Üçüncü alternatif olan ikmal kanalından tedarik süreci beklenerek yedek parçanın karşılanması ve müteakiben kendi atölyelerimizde onarım % 47 olasılıkla 2 nci sırada olacak; diğer alternatifler ise sırasıyla % 40 ve % 13 olasılıkla ikinci sırada olabilmektedirler.

Birinci alternatif olan arızalı ordu malının hizmet alımı yöntemi ile piyasada yaptırılması seçeneği ise % 87 olasılıkla üçüncü sırada olacaktır. Diğer alternatifler ise sırasıyla % 13 ve % 0 olasılıkla üçüncü sırada olabilmektedirler.

Sıra kabul edilebilirlik indisi, girilen tercih değerlerine göre alternatiflerin sıralamasını yapmaktadır. Zaten alternatiflerin hangi sırada olacağının olasılık değerinin toplamı 1'dir.

Satırlar:

Birinci alternatif % 0 olasılıkla 1'nci sırada; % 13 olasılıkla ikinci sırada; % 87 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

İkinci alternatif % 60 olasılıkla 1'nci sırada; % 40 olasılıkla ikinci sırada; % 0 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

Üçüncü alternatif % 40 olasılıkla 1'nci sırada; % 47 olasılıkla ikinci sırada; % 13 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

Buna göre sıralama $A2 > A3 > A1$ denilebilir.

Elde edilen sıralamanın güvenilirlik faktörü ile merkezi ağırlık vektör değerleri hesaplanarak sonuç test edilir. Alternatiflerin ayırt edilmesinde kullanılan güvenilirlik faktörü, kriter ölçümlerinin yeterince sağlıklı ya da doğru olup olmadığı göstermektedir. Hesaplanan güvenilirlik faktörü ile merkezi ağırlık vektör değerlerinin ulaşıldığı JSMAA ekran görüntüsü Şekil 29'da, sonuçlar Tablo-39'da gösterilmiştir.

Tablo-39: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
A2	0,70	0,15	0,43	0,02	0,24	0,06	0,10
A3	0,44	0,17	0,36	0,03	0,24	0,07	0,11

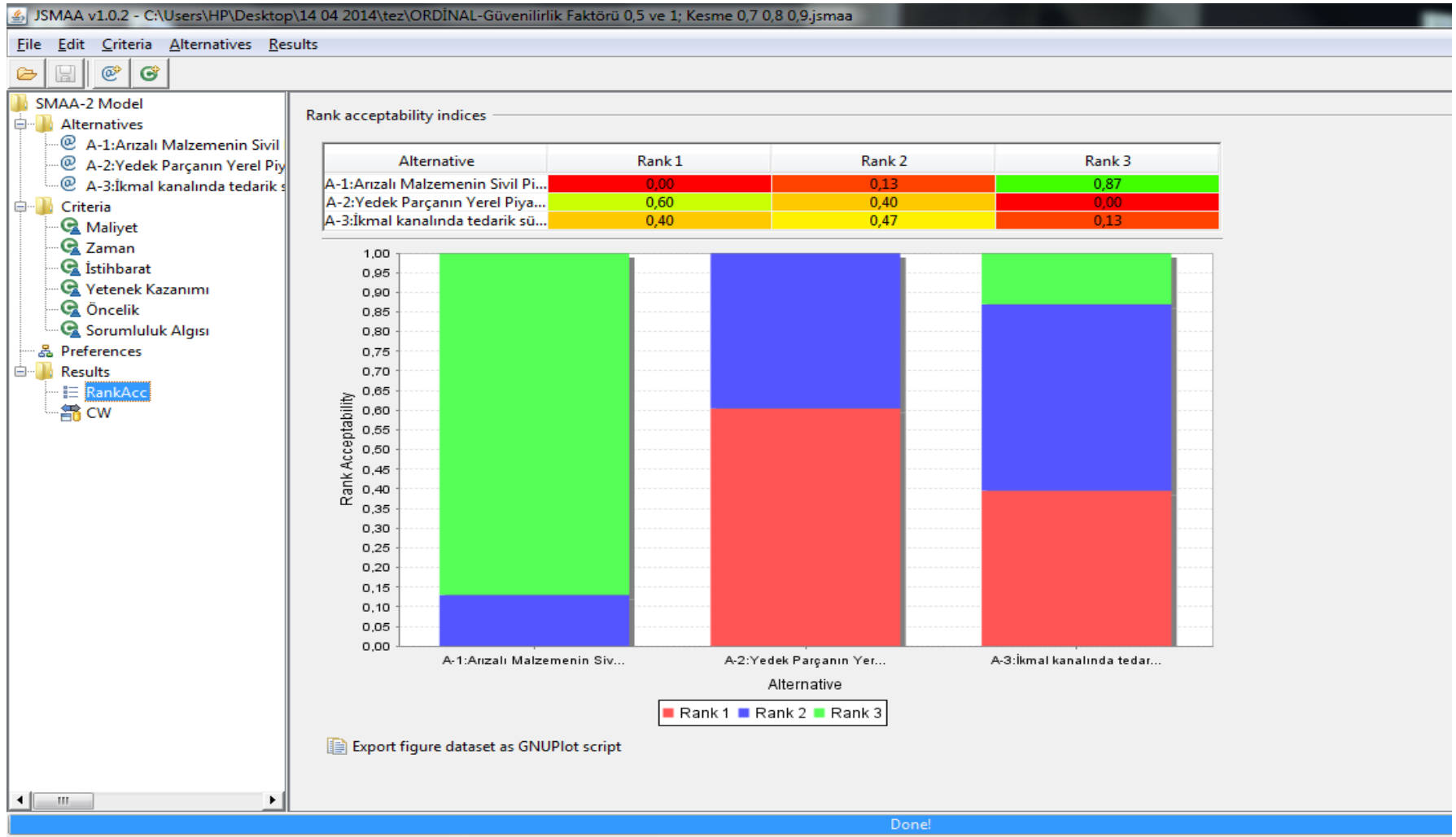
Bu kısım aynı zamanda kriterlerin alternatiflerin seçilme olasılığını ne derece etkilediğini de göstermektedir.

Güvenilirlik Faktörü değeri birinci alternatif için %100'dür. Yani birinci alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 0) güvenilirlik oranı % 100'dür. Birinci sırada olma olasılığı olmadığı için kriterlerin merkezi ağırlık vektörlerini de hesaplanmamaktadır. Merkezi ağırlık vektörleri sütunlarında görülen NA (Not Applicable) kısaltması bunu ifade etmektedir.

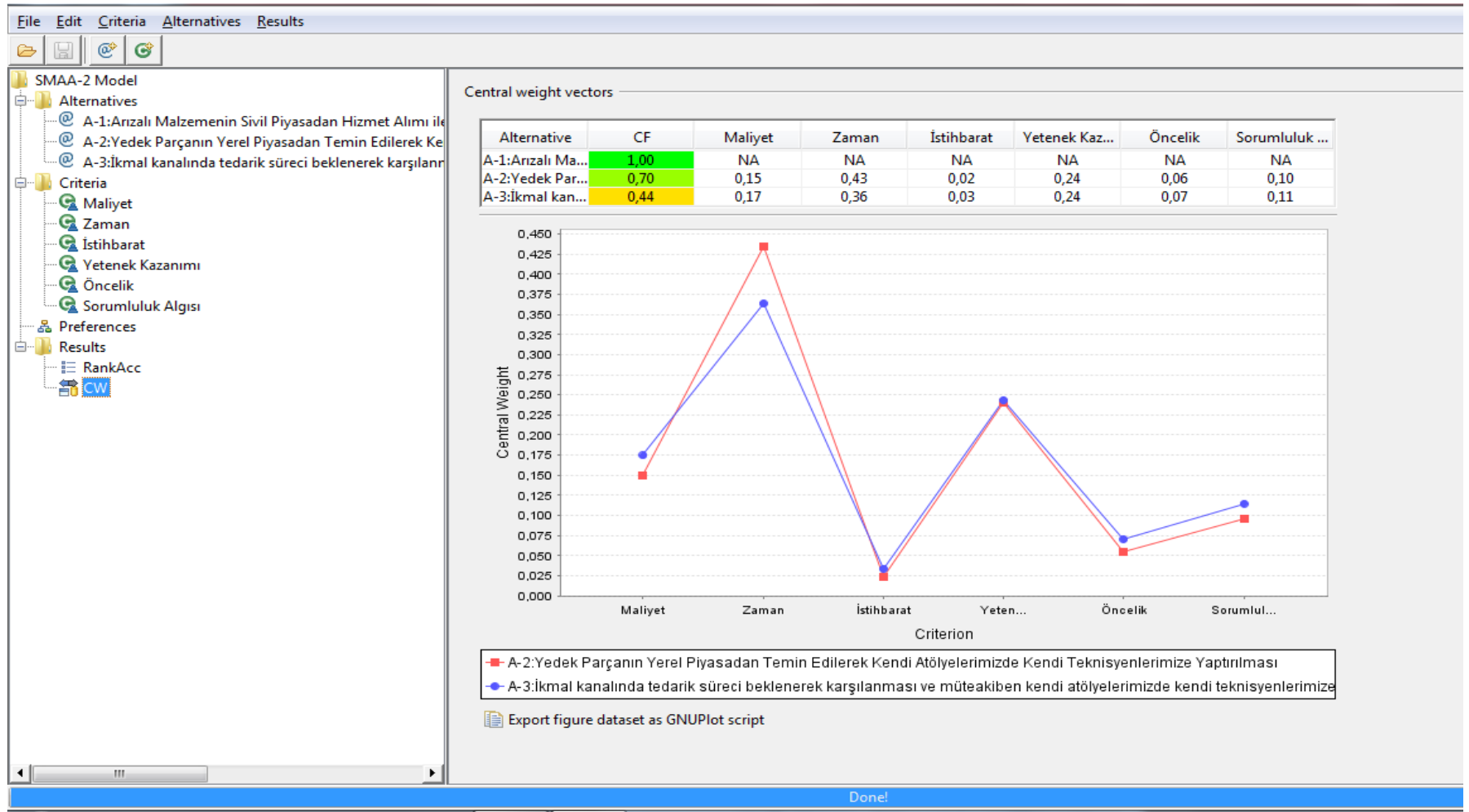
Güvenilirlik Faktörü değeri ikinci alternatif için %70'tir. Yani ikinci alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 60) güvenilirlik oranı % 70'tir. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriter % 43 değeri ile zamandır.

Güvenilirlik Faktörü değeri üçüncü alternatif için %44'tür. Yani üçüncü alternatifin birinci sırada tercih edilmesi (% 40) güvenilirlik oranı % 44'tür. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriter % 36 değeri ile zamandır.

Genel olarak merkezi ağırlık vektörleri incelendiğinde zaman kriterinin alternatif seçimlerinde ön plana çıktığını görmekteyiz.

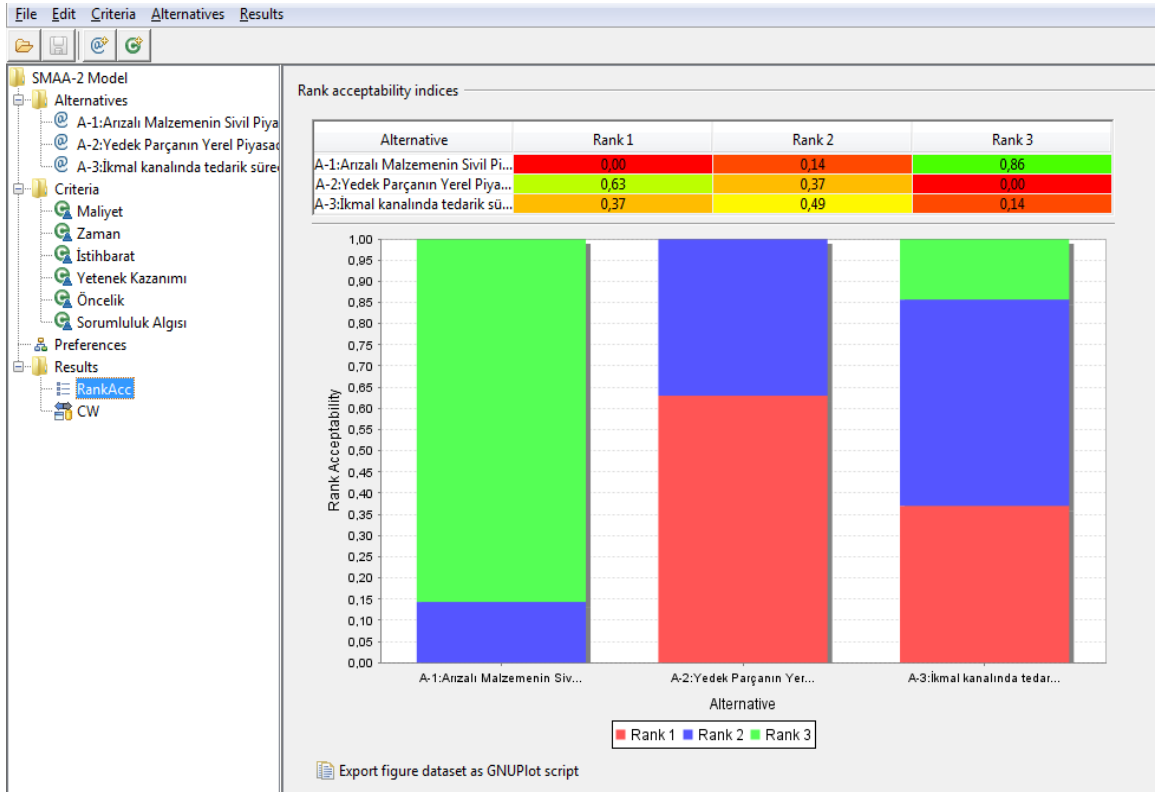


Şekil-28 Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

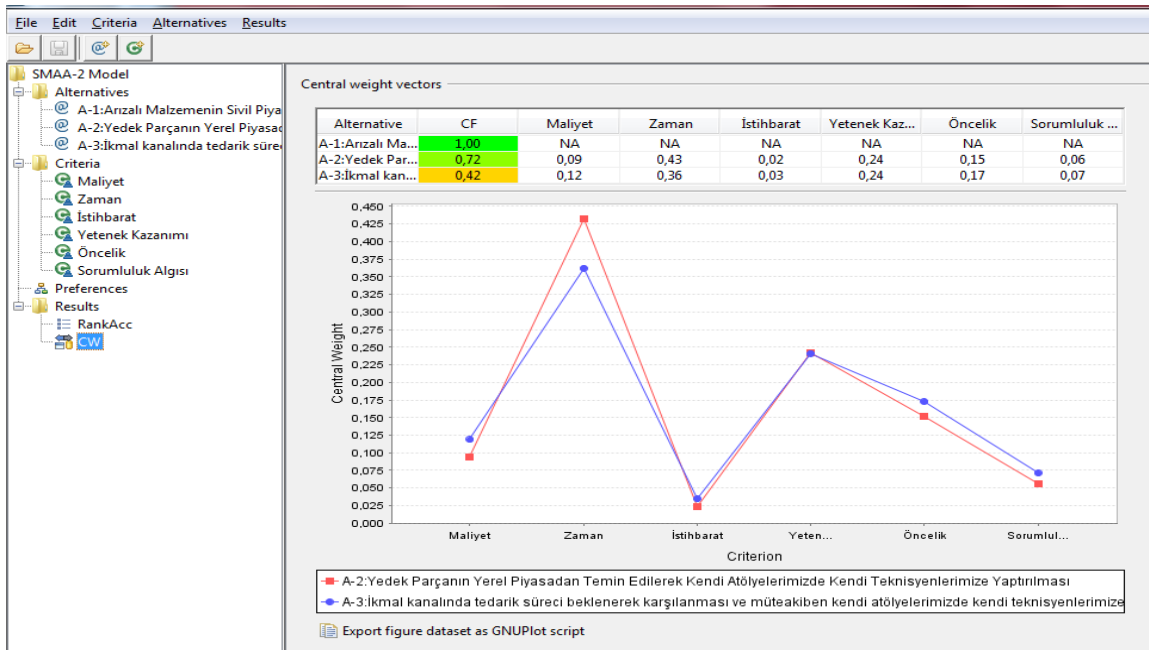


Şekil-29 Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)'e göre Güvenilirlik Faktörü ile Merkezi Ağırlık Vektörü

İyimserlik derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Yapılan Değerlendirmeler Şekil-30 ve Şekil-31’de Sunulmuştur.



Şekil-30 Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Elde Edilen Kriter Sıralamalarının Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri



Şekil-31 Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Elde Edilen Kriter Sıralamalarının Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Tablo-40: Senaryo-1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırmasına Göre Yapılan Değerlendirmelerin Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,14	0,86
A2	0,63	0,37	0,00
A3	0,37	0,49	0,14

Şekil-30'da ve Tablo-40'ta gösterilen sıra kabul edilebilirlik indislerine göre 2'nci alternatif olan yedek parçanın yerel piyasadan temini ve kendi atölyelerimizde onarım kriteri % 63 olasılıkla birinci sırada tercih edilmektedir. Diğer alternatifler ise sırasıyla %37 ve % 0 olasılıkla birinci tercih olabilmektedir.

Üçüncü alternatif olan ikmal kanalından tedarik süreci beklenerek yedek parçanın karşılanması ve müteakiben kendi atölyelerimizde onarım % 49 olasılıkla 2 nci sırada olacak; diğer alternatifler ise sırasıyla % 37 ve % 14 olasılıkla ikinci sırada olabilmektedirler.

Birinci alternatif olan arızalı ordu malının hizmet alımı yöntemi ile piyasada yaptırılması seçeneği ise % 86 olasılıkla üçüncü sırada olacaktır. Diğer alternatifler ise sırasıyla % 0 ve % 14 olasılıkla üçüncü sırada olabilmektedirler.

Birinci alternatif % 0 olasılıkla 1'nci sırada; % 14 olasılıkla ikinci sırada; % 86 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

İkinci alternatif % 63 olasılıkla 1'nci sırada; % 37 olasılıkla ikinci sırada; % 0 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

Üçüncü alternatif % 37 olasılıkla 1'nci sırada; % 49 olasılıkla ikinci sırada; % 14 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

Buna göre sıralama $A2 > A3 > A1$ denilebilir.

Hesaplanan güvenilirlik faktörü ile merkezi ağırlık vektör değerleri Şekil-31'de ve Tablo-41'de gösterilmiştir

Tablo-41: Senaryo 1 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırmasına Göre Yapılan Değerlendirmelerin Güvenilirlik Faktörleri Ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
A2	0,72	0,09	0,43	0,02	0,24	0,15	0,06
A3	0,42	0,12	0,36	0,03	0,24	0,17	0,07

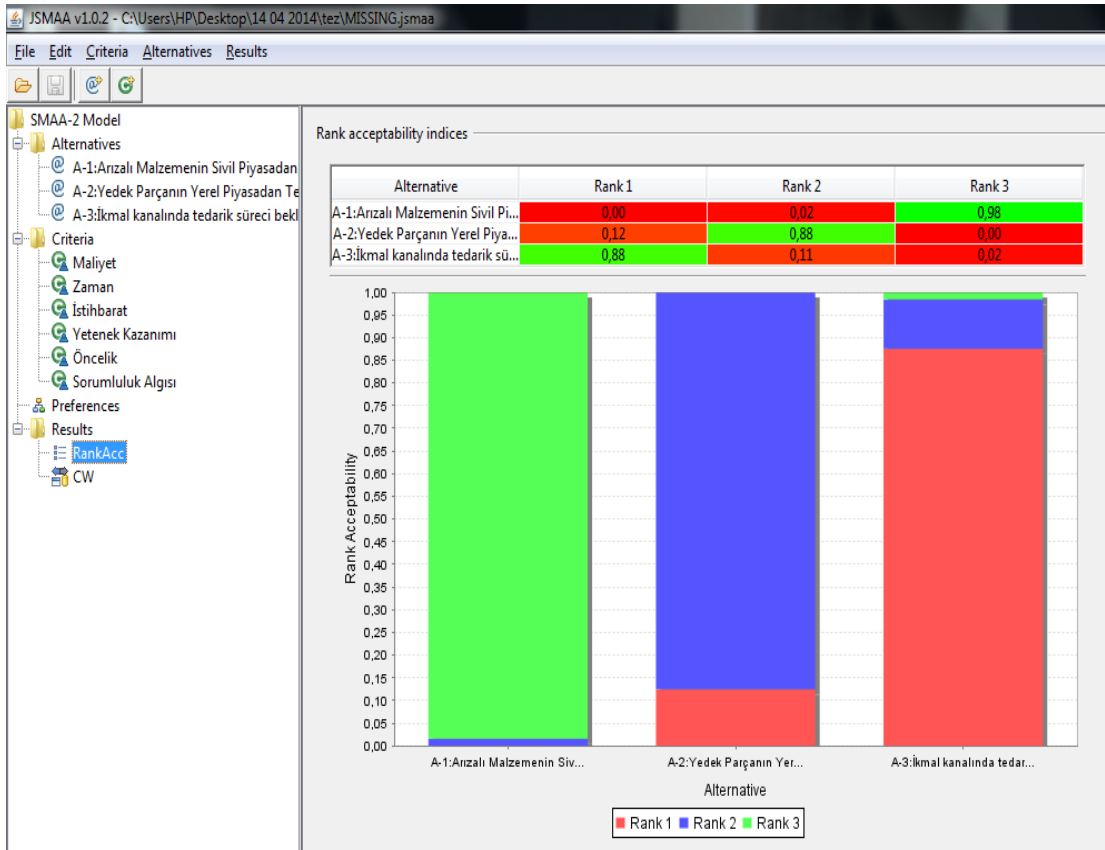
Güvenilirlik Faktörü değeri birinci alternatif için %100'dür. Yani birinci alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 0) güvenilirlik oranı % 100'dür. Birinci sırada tercih edilmesi olasılığı olmadığı için merkezi ağırlık vektörleri hesaplanmamıştır (NA).

Güvenilirlik Faktörü değeri ikinci alternatif için %72'dir. Yani ikinci alternatifin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 63) güvenilirlik oranı % 72'dir. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriter % 43 değeri ile zamandır.

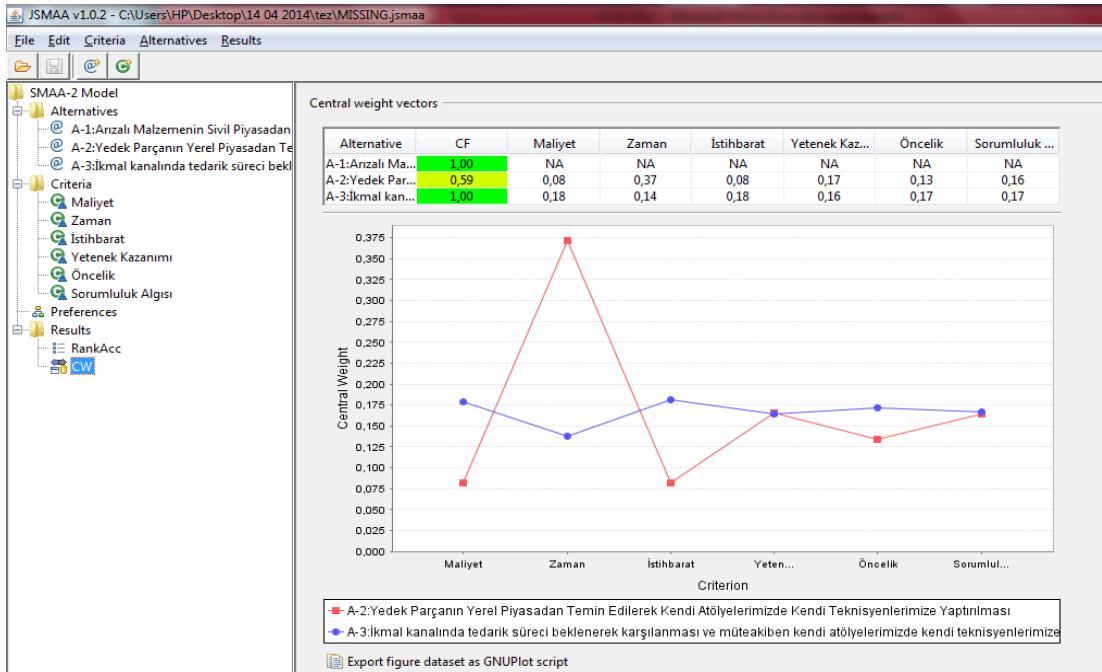
Güvenilirlik Faktörü değeri üçüncü alternatif için %42'dir. Yani üçüncü alternatifin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 37) güvenilirlik oranı % 42'dir. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriter % 36 değeri ile zamandır.

Genel olarak merkezi ağırlık vektörleri incelendiğinde zaman kriterinin alternatif seçimlerinde ön plana çıktığını görmekteyiz.

Ağırlık ve sıralama bilgisinin olmadığı (Missing) durumda yapılan değerlendirmeler Şekil-32 ve Şekil-33'te sunulmuştur.



Şekil-32 Senaryo-1 Ağırlık ve Sıralama Bilgisinin Olmadığı Durumda Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri



Şekil-33 Senaryo-1 Ağırlık ve Sıralama Bilgisinin Olmadığı Durumda Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Tablo-42: Senaryo-1 Missing Tercih Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,02	0,98
A2	0,12	0,88	0,00
A3	0,88	0,11	0,02

Şekil-32 ve Tablo-42’de gösterilen sıra kabul edilebilirlik indislerine göre 3’ncü alternatif olan ikmal kanalından tedarik süreci beklenerek yedek parçanın karşılanması ve müteakiben kendi atölyelerimizde onarım kriteri % 88 olasılıkla birinci sırayı almaktadır. Diğer alternatifler ise sırasıyla %0 ve % 12 olasılıkla birinci tercih olabilmektedir.

İkinci alternatif olan yedek parçanın yerel piyasadan temini ve kendi atölyelerimizde onarım % 88 olasılıkla 2 nci sırada olacak; diğer alternatifler ise sırasıyla % 2 ve % 11 olasılıkla ikinci sırada olabilmektedirler.

Birinci alternatif olan arızalı ordu malının hizmet alımı yöntemi ile piyasada yaptırılması seçeneği ise % 98 olasılıkla üçüncü sırada olacaktır. Diğer alternatifler ise sırasıyla % 0 ve % 2 olasılıkla üçüncü sırada olabilmektedirler.

Birinci alternatif % 0 olasılıkla 1’nci sırada; % 2 olasılıkla ikinci sırada; % 98 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

İkinci alternatif % 12 olasılıkla 1’nci sırada; % 88 olasılıkla ikinci sırada; % 0 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

Üçüncü alternatif % 88 olasılıkla 1’nci sırada; % 11 olasılıkla ikinci sırada; % 2 olasılıkla üçüncü sırada tercih edilecektir.

Buna göre sıralama $A3 > A2 > A1$ denilebilir.

Hesaplanan güvenilirlik faktörü ile merkezi ağırlık vektör değerleri Şekil 33 ve Tablo-43’te gösterilmiştir

Tablo-43 Senaryo- 1 Ağırlık ve Sıralama Bilgisinin Olmadığı Durumda Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
A2	0,59	0,08	0,37	0,08	0,17	0,13	0,16
A3	1,00	0,18	0,14	0,18	0,16	0,17	0,17

Güvenilirlik Faktörü değerleri birinci ve üçüncü alternatifler için %100'dür. Birinci alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 0) güvenilirlik oranı % 100'dür. Hiçbir zaman birinci sırada tercih edilemeyeceği için merkezi ağırlık vektörleri hesaplanmamıştır.

Güvenilirlik Faktörü değeri üçüncü alternatif için %100' dür. Yani ikinci alternatifin birinci sırada tercih edilme olasılığının (%88) güvenilirlik faktörü % 100'dür. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri bütün kriterler hemen hemen eşit etkilemektedirler.

Güvenilirlik Faktörü değeri ikinci alternatif için %59'dur. Yani ikinci alternatifin birinci sırada tercih edilme olasılığının (%12) güvenilirlik faktörü % 59'dur. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri en önemli kriter % 37 değeriyle zamandır.

Senaryo-2:

Senaryo-2'de arızalı bir ordu malının mutlaka aynı gün içinde onarılıp hizmete hazır hale getirilmesi durumu değerlendirilmiştir.

Tablo-44'te; K-1 maliyet kriterinde işçilik ve yedek parça maliyetlerinin TL cinsinden jenerik olarak oluşturulan değerleri görülmektedir. Girdi değerleri Senaryo-1'dekinin aynısı kabul edilmiştir.

Tablo-44: Senaryo-2 Alternatiflerin Kriterler Açısından Girdi Değerleri

Alternatifler	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6
	Maliyet (TL)	Zaman (Saat)	İstihbarat (1-3)	Yetenek Kazanımı (1-2)	Öncelik (1-3)	Sorumluluk Algısı (1-2)
A-1	1000	2-4	1-2	1	3	1
A-2	750	2-8	1-2	2	2	2
A-3	0	1-72	3	2	1	2
	$\Delta \pm \%10$					

K-2 Zaman kriteri A-1 alternatifi firma tarafından 2-4 saat içinde onarılacağı; A-2 alternatifi için yedek parçaların piyasadan temini ve müteakiben kendi atölyelerimizde 2-8 saat içinde onarılacağı ve A-3 alternatifi için yedek parçaların ikmal kanalı ile gönderilmesi ve derhal onarılmasının üç gün olacağı değerlendirilmiştir.

K-3 İstihbarat kriteri; A-1 alternatifi için ordu malı çok kısa süreli firmada kalacağı için 1 veya 2 değerini; A-2 alternatifi parça dışarıdan alındığı için 1 veya 2 değerini; A-3 alternatifi en çok tercih edilen durum olduğu için 3 değerini almaktadır.

K-4 Yetenek Kazanımı kriteri için A-1 alternatifi dışarıya yaptırıldığı için 1 değerini; A-2 ve A-3 alternatifleri teknisyen tarafından yapıldığı için 2 değerini almaktadır.

K-5 Öncelik Kriteri karar vericinin bir an önce ordu malının faal hale getirilmesini istemesinden A-1 alternatifi 3 değerini; A-2 alternatifi mecbur kalındığında durumlarda tercih edileceğinden 2 değerini; A-3 alternatifi kendi atölyemizde yapılması ve zamanın uzaması nedeni ile 1 almaktadır.

K-6 Sorumluluk Algısı kriteri için A-1 alternatifi dışarıda yapım olduğu için teknisyenin sorumluluk alanında olmayacağından 1 değerini; A-2 ve A-3 alternatifleri kendi atölyemizde yapılması nedeni ile 2 değerini almaktadır.

Senaryo-2'de girilen değerler missing ve ordinal tercih bilgileri ile değerlendirilmiştir.

Ordinal tercih bilgilerine göre İyimserlik derecesi (1) ve (0,5) durulaştırma yöntemine göre sonuçlar Tablo-45 ve Tablo-46 de sunulmuştur.

Tablo-45: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,10	0,90
A2	0,70	0,30	0,00
A3	0,30	0,60	0,10

Tablo-45' te gösterilen sıra kabul edilebilirlik indislerine göre 2'nci alternatif olan yedek parçanın yerel piyasadan temini ve kendi atölyelerimizde onarım kriteri % 70 olasılıkla birinci sırayı almaktadır. Diğer alternatifler ise sırasıyla %30 ve % 0 olasılıkla birinci sırada tercih edileceklerdir.

Üçüncü alternatif olan ikmal kanalından tedarik süreci beklenerek yedek parçanın karşılanması ve müteakiben kendi atölyelerimizde onarım % 60 olasılıkla 2 nci sırada tercih edilecek; diğer alternatifler ise sırasıyla % 30 ve % 10 olasılıkla ikinci sırada edileceklerdir.

Birinci alternatif olan arızalı ordu malının hizmet alımı yöntemi ile piyasada yaptırılması seçeneği ise % 90 olasılıkla üçüncü sırada olacaktır. Diğer alternatifler ise sırasıyla % 10 ve % 0 olasılıkla üçüncü sırada olabilmektedirler.

Buna göre sıralama $A2 > A3 > A1$ denilebilir.

Tablo-46'da Senaryo-2'nin İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri sunulmuştur.

Tablo-46: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (1) ve (0.5)' e Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	0,28	0,02	0,93	0,00	0,03	0,01	0,01
A2	0,75	0,15	0,42	0,03	0,24	0,06	0,10
A3	0,32	0,17	0,37	0,03	0,24	0,06	0,11

Güvenilirlik Faktörü değeri birinci alternatif için % 28'dir. Yani birinci alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 0) güvenilirlik oranı % 28'dir. Merkezi ağırlık vektörlerine göre % 93 değeriyle zaman kriteri A-1 alternatifinin bu değeri almasına en önemli kriterdir.

Güvenilirlik Faktörü değeri ikinci alternatif için %75'tir. Yani ikinci alternatifin birinci sırada tercih edilmesi olasılığının (% 70) güvenilirlik oranı % 75'tir. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriter % 42 değeri ile zamandır.

Güvenilirlik Faktörü değeri üçüncü alternatif için %32'dir. Yani üçüncü alternatifin birinci sırada tercih edilmesi (% 30) güvenilirlik oranı % 32'dir. Merkezi ağırlık vektörlerine baktığımızda ikinci alternatifin bu değerleri almasında en önemli kriter % 37 değeri ile zamandır.

Genel olarak merkezi ağırlık vektörleri incelendiğinde zaman kriterinin alternatif seçimlerinde ön plana çıktığını görmekteyiz.

Güvenilirlik faktörü 0 ve CFCS durulaştırma yönteminden elde edilen bilgilere göre Senaryo-2'den elde edilen sıra kabul edilebilirlik indisleri Tablo-47' de; güvenilirlik faktörleri ve merkezi ağırlık faktörler Tablo-48 'te sunulmuştur.

Tablo-47: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (1) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,33	0,67
A2	0,91	0,09	0,00
A3	0,09	0,58	0,33

Tablo-48: Senaryo-2 İyimserlik Derecesi (0) ve CFCS Durulaştırma Yöntemine Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	0,36	0,02	0,90	0,00	0,04	0,03	0,01
A2	0,94	0,10	0,41	0,03	0,24	0,16	0,06
A3	0,14	0,12	0,38	0,04	0,23	0,15	0,08

Tablo-47 incelendiğinde A-2 alternatifi % 91 olasılıkla birinci sırada; A-3 alternatifi % 9 olasılıkla birinci sırada; A-1 alternatifi ise % 0 olasılıkla birinci sırada tercih edilecektir.

İkinci sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 33; A-2 alternatifi için % 9; A-3 alternatifi için % 58'dir.

Üçüncü sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 67; A-2 alternatifi için % 0; A-3 alternatifi için % 33'tür.

Tablo-48'de güvenilirlik faktörleri incelendiğinde; A-1 alternatifinin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 0) güvenilirlik faktörü % 36 ve en etkili kriter % 90 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-2 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 91) güvenilirlik faktörü % 94 ve en etkili kriter % 41 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-3 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 9) güvenilirlik faktörü % 14 ve en etkili kriter % 38 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteridir.

Bu değerlere göre sıralama $A2 > A3 > A1$ denilebilir.

Ağırlık veya sıralama bilgisinin olmadığı Missing tercihine göre sonuçlar Tablo-49 ve Tablo-50’ de sunulmuştur.

Tablo-49: Senaryo-2 Missing Tercihine Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,06	0,10	0,83
A2	0,29	0,67	0,04
A3	0,64	0,23	0,13

Tablo-50: Senaryo-2 Missing Tercihine Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	ncelik	Sorumluluk Algısı
A1	1,00	0,11	0,19	0,12	0,06	0,46	0,06
A2	0,87	0,09	0,24	0,08	0,19	0,21	0,19
A3	1,00	0,21	0,13	0,21	0,17	0,12	0,16

Tablo-49 incelendiğinde birinci sırada tercih edilme olasılıkları A-1 alternatifi için % 6; A-2 alternatifi için % 29; A-3 alternatifi için % 64’tür

İkinci sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 10; A-2 alternatifi için % 67; A-3 alternatifi için % 23’tür.

nc sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 83; A-2 alternatifi için % 4; A-3 alternatifi için % 13’tür.

Tablo 50’ ye göre güvenilirlik faktörleri incelendiğinde; A-1 alternatifinin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 6) güvenilirlik faktörü % 100 ve en etkili kriter % 46 merkezi ağırlık vektörü ile öncelik kriteri; A-2 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 29) güvenilirlik faktörü % 87 ve en etkili kriter % 24 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-3 alternatifi için

birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 64) güvenilirlik faktörü % 100 ve en etkili kriter % 21 merkezi ağırlık vektörü ile maliyet ve istihbarat kriterleridir.

Bu değerlere göre sıralama $A3 > A2 > A1$ denilebilir.

b. Senaryo-3:

Senaryo-3'te iç güvenlik gibi sefer durumlarının olduğu varsayılmıştır. Kriterlerin öncelik sıralaması yapılırken K-1 Maliyet kriteri en düşük önceliğe sahip olduğu; en önemli kriterin K-2 Zaman; sırasıyla K-3 İstihbarat; K-4 Yetenek Kazanımı; K-5 Öncelik ve K-6 Sorumluluk algısı olduğu varsayılmıştır.

Alternatiflere göre girdi değerleri K-5 Öncelik Kriteri hariç Senaryo-2'deki değerler ile aynıdır. Ancak K-5 Öncelik değeri istihbarat önceliği nedeni ile Senaryo-1'deki gibi girilmiştir. Değerler Tablo-51' de sunulmuştur.

Tablo-51: Senaryo-3 Alternatiflerin Kriterler Açısından Girdi Değerleri

Alternatifler	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6
	Maliyet (TL)	Zaman (Saat)	İstihbarat (1-3)	Yetenek Kazanımı (1-2)	Öncelik (1-3)	Sorumluluk Algısı (1-2)
A-1	1000	2-4	1-2	1	1	1
A-2	750	2-8	1-2	2	2	2
A-3	0	1-72	3	2	2-3	2
	$\Delta \pm \%10$					

K-2 Zaman kriteri A-1 alternatifi firma tarafından 2-4 saat içinde onarılacağı; A-2 alternatifi için yedek parçaların piyasadan temini ve müteakiben kendi atölyelerimizde 2-8 saat içinde onarılacağı ve A-3 alternatifi için yedek parçaların ikmal kanalı ile gönderilmesi ve derhal onarılmasının üç gün olacağı değerlendirilmiştir.

K-3 İstihbarat kriteri; A-1 alternatifi için ordu malı çok kısa süreli firmada kalacağı için 1 veya 2 değerini; A-2 alternatifi parça dışarıdan alındığı için 1 veya 2 değerini; A-3 alternatifi en çok tercih edilen durum olduğu için 3 değerini almaktadır.

K-4 Yetenek Kazanımı kriteri için A-1 alternatifi dışarıya yaptırıldığı için 1 değerini; A-2 ve A-3 alternatifleri teknisyen tarafından yapıldığı için 2 değerini almaktadır.

K-5 Öncelik Kriteri için A-1 alternatifi dışarıya yaptırılma tercih edilemediği için 1 değerini; A-2 alternatifi mecbur kalındığında durumlarda tercih edileceğinden 2 değerini; A-3 alternatifi kendi atölyemizde yapılması nedeni ile 3 değerini veya arızaların yoğunluğuna bağlı olarak dışarıya yaptırıldığı için 2 değerini almaktadır.

K-6 Sorumluluk Algısı kriteri için A-1 alternatifi dışarıda yapım olduğu için teknisyenin sorumluluk alanında olmayacağından 1 değerini; A-2 ve A-3 alternatifleri kendi atölyemizde yapılması nedeni ile 2 değerini almaktadır.

Senaryo-3'te girilen değerler missing ve ordinal tercih bilgileri ile değerlendirilmiştir. Ordinal tercihe göre sonuçlar Tablo-52 ve Tablo-53'te sunulmuştur.

Tablo-52: Senaryo-3 Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,07	0,93
A2	0,37	0,63	0,00
A3	0,63	0,30	0,07

Tablo-53: Senaryo-3 Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	0,11	0,01	0,65	0,26	0,04	0,01	0,03
A2	0,52	0,02	0,46	0,22	0,15	0,05	0,09
A3	0,66	0,03	0,38	0,25	0,17	0,07	0,11

Tablo-52 incelendiğinde birinci sırada tercih edilme olasılıkları A-1 alternatifi % 0; A-2 alternatifi için % 37; A-3 alternatifi için % 63'tür.

İkinci sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 7; A-2 alternatifi için % 63; A-3 alternatifi için % 30'dur.

Üçüncü sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 93; A-2 alternatifi için % 0; A-3 alternatifi için % 7'dir.

Güvenilirlik faktörleri incelendiğinde; A-1 alternatifinin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 0) güvenilirlik faktörü % 11 ve en etkili kriter % 65 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-2 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 37) güvenilirlik faktörü % 52 ve en etkili kriter % 46 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-3 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 63) güvenilirlik faktörü % 66 ve en etkili kriter % 38 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteridir.

Bu değerlere göre sıralama $A_3 > A_2 > A_1$ denilebilir.

Ağırlık veya sıralama bilgisinin olmadığı Missing tercihi göre sonuçlar Tablo-54 ve Tablo-55' te sunulmuştur.

Tablo-54: Senaryo-3 Missing Tercihine Göre Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri

Alternatifler	SIRA 1	SIRA 2	SIRA 3
A1	0,00	0,02	0,98
A2	0,11	0,88	0,00
A3	0,89	0,10	0,01

Tablo-55: Senaryo-3 Missing Tercihine Göre Güvenilirlik Faktörleri ve Merkezi Ağırlık Vektörleri

Alternatifler	Güvenilirlik Faktörü	Maliyet	Zaman	İstihbarat	Yetenek Kazanımı	Öncelik	Sorumluluk Algısı
A1	0,03	0,05	0,49	0,35	0,00	0,04	0,03
A2	0,56	0,08	0,37	0,08	0,17	0,13	0,17
A3	1,00	0,18	0,14	0,18	0,16	0,17	0,17

Tablo-54 incelendiğinde birinci sırada tercih edilme olasılıkları A-1 alternatifi için % 0; A-2 alternatifi için % 11; A-3 alternatifi için % 89'dur.

İkinci sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 2; A-2 alternatifi için % 88; A-3 alternatifi için % 10'dur.

Üçüncü sırada tercih edilme olasılıkları ise A-1 alternatifi için % 98; A-2 alternatifi için % 0; A-3 alternatifi için % 1'dir.

Tablo 55' ye göre güvenilirlik faktörleri incelendiğinde; A-1 alternatifinin birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 0) güvenilirlik faktörü % 3 ve en etkili kriter % 49 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-2 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 11) güvenilirlik faktörü % 56 ve en etkili kriter % 37 merkezi ağırlık vektörü ile zaman kriteri; A-3 alternatifi için birinci sırada tercih edilme olasılığının (% 89) güvenilirlik faktörü % 100 ve en etkili kriter % 18 merkezi ağırlık vektörü ile maliyet ve istihbarat kriterleridir.

Bu değerlere göre sıralama $A3 > A2 > A1$ denilebilir.

Üç senaryoya göre elde edilen tüm bilgiler Tablo-56' da sunulmuştur. Tablo incelendiğinde; problemde tercih bilgisi Ordinal olarak girildiğinde yani bir sıralama bilgisi olduğunda A-2 alternatifinin birinci sırada tercih edildiği görülmektedir.

Tablo 56: Üç Senaryoya Göre Elde Edilen Sıra Kabul Edilebilirlik İndisleri, Güvenilirlik Faktörleri ve Alternatif Sıralamaları

ALTERNATİFLER		Senaryo 1						Senaryo 2						Senaryo 3			
		Ordinal				Missing		Ordinal				Missing		Ordinal		Missing	
		İyimserlik Derecesi		İyimserlik Derecesi				İyimserlik Derecesi		İyimserlik Derecesi							
		1 ve 0,5		0 ve CFCS				1 ve 0,5		0 ve CFCS							
		Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi	Güv. Fak.	Sıra Kabul Edilebilirlik İndisi
A-1	Sıra 1	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,28	0,00	0,36	0,00	1,00	0,06	0,11	0,00	0,03	0,00
	Sıra 2	-	0,13	-	0,14	-	0,02	-	0,10	-	0,33	-	0,10	-	0,07	-	0,11
	Sıra 3		0,87		0,86		0,98		0,90		0,67		0,83		0,93		0,89
A-2	Sıra 1	0,70	0,60	0,72	0,63	0,59	0,12	0,75	0,70	0,94	0,91	0,87	0,29	0,52	0,37	0,56	0,02
	Sıra 2	-	0,40	-	0,37	-	0,88	-	0,30	-	0,09	-	0,67	-	0,63	-	0,88
	Sıra 3		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,04		0,00		0,10
A-3	Sıra 1	0,44	0,40	0,42	0,37	1,00	0,88	0,32	0,30	0,14	0,09	1,00	0,64	0,66	0,63	1,00	0,98
	Sıra 2	-	0,47	-	0,49	-	0,11	-	0,60	-	0,58	-	0,23	-	0,30	-	0,00
	Sıra 3		0,13		0,14		0,02		0,10		0,33		0,13		0,07		0,01
Sonuç		A2>A3>A1		A2>A3>A1		A3>A2>A1		A2>A3>A1		A2>A3>A1		A3>A2>A1		A3>A2>A1		A3>A2>A1	

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. SONUÇ

Bakım ve onarım maliyetleri yüksek maliyet, zaman ve iş gücü planlaması açısından çok önemli bir araştırma konusudur. Özellikle kar amacı gütmeyen kuruluşlar ve devlet kurumlarında bu maliyetler yüksek miktarlara ulaşmaktadır.

Devlet kurumlarında elde bulundurulanan malzeme, araç, gereç, yazılım ve sistemlerin ömür devri boyunca mümkün olan en uzun süre ve maliyetle faal bulundurulması esastır. Bunu sağlamak için personel istihdam edilmesi, yer ve zaman tahsis edilmesi yeterli gelmemektedir. Özellikle gelişen teknoloji ile beraber her geçen gün envantere giren malzeme sayısının çeşitliliği ve miktarı da artmakta; tesislerin kapasitesi, personel yetenekleri, elde bulundurulanan set, alet ve avadanlıkların yetersizliği ve teknik sebepler nedeniyle bakım ve onarım faaliyetlerinin kurum bünyesi dışında yaptırılmasını gerektirmektedir.

Kara Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde bakım ve onarım faaliyetleri teknisyenler marifeti ile icra edilmektedir. Ancak bulunulan mekan; operasyonel sebepler, öncelikler, zaman ve maliyetler sebebi ile bakım ve onarımın zamanla farklı alternatiflere başvurulması gerekmektedir.

Ankara'da bir birlik için arızalanan bir ordu malına gerekli olan yedek parça ve işçilik hizmetinin temini ile doğuda bulunan bir birlik için yedek parça, işçilik hizmetinin temini aynı değildir. Yedek parçanın birlikte bulunmaması durumunda ikmal merkezinin Ankara'da bulunması nedeniyle gün içinde temin edilebilmesi 1-24 saat arasında hatta daha kısa sürede olurken; doğudaki bir birlikte Ankara'dan gelmesi 1-720 saat olabilmektedir. Veya yedek parçanın ikmal merkezinde bulunmaması durumunda Ankara'da arıza sivil piyasada daha kısa sürede giderilebilmektedir. Oysa doğuda bir birlikte yedek parçanın bulunmaması durumunda sivil piyasadaki temin

edilmesi de güç olabilmektedir. Bu durum alternatiflerin değişmesine neden olmaktadır.

Bu çalışmada bakım ve onarımla ilgili arızalı malzemenin sivil piyasadan hizmet alımı ile yapılması; yedek parçanın yerel piyasadan temin edilerek kendi atölyelerimizde kendi teknisyenlerimize yaptırılması ve ikmal kanalında tedarik süreci beklenerek karşılanması ve müteakiben kendi atölyelerimizde kendi teknisyenlerimize yaptırılması olmak üzere üç alternatif; alternatiflerin değerlendirilmesinde maliyet, zaman, öncelik, istihbarat, yetenek kazanımı ve bakım/onarım personelinin sorumluluk algısı olmak üzere altı kriter belirlenmiştir.

Tanımlanan problemin çözümü için barış durumu, arızanın 24 saatte onarılıp faal hale getirilmesi durumu ve iç güvenlik ve sefer durumu olmak üzere 3 senaryo oluşturulmuştur.

Çalışmada temel olarak mevcut sistemin işleyişinin sorgulanması yerine mevcut sistemde çoğu zaman deneyime dayalı olarak yapılan bakım onarım harcamalarının bir dizi matematiksel yöntemle değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Problemin çözümü için Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 olmak üzere iki ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. SMAA-2 yöntemi belirsizlik ve eksik bilgi durumunda kullanılan bir yöntemdir. Ancak mevcut problem sahasında çalışan uzmanlar olması nedeni ile belirsizlik ve eksik bilgi durumunu ortadan kaldırmak için Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriterlerin önem dereceleri sıralanmış; SMAA-2 yöntemine girdi teşkil edilmiştir.

Gerçek hayat bulanık mantık kavramına daha yakındır. Bu nedenle bulanık sayılar kullanılarak karar vericilerin daha kolay kendilerini ifade edebildikleri dilsel ifadeler kullanılmıştır. Kriterlerin karşılaştırılmasında Kara Kuvvetleri bünyesinde bakım onarım faaliyetlerinde çalışmış dokuz uzman kişiye ikili karşılaştırma matrisi yaptırılmıştır. Kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir.

Bulanık DEMATEL yönteminde bulanık sayıların durulaştırmasında alfa cut metodu ve CFCS olmak üzere iki durulaştırma yöntemi ile 2 ayrı sıralama denenmiştir.

Durulaştırma yöntemlerinde iyimserlik dereceleri 0-1 aralığındaki değerler için denemeler yapılmış olup sadece 0, 0.5, 1 sayılarında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tanımlanan problemin çözümünde uzman görüşü olmaması durumu değerlendirilerek SMAA-2 yöntemi ve iki durulaştırma yöntemi ile elde edilen Bulanık DEMATEL girdileriyle SMAA-2 yöntemleri kullanılmıştır. Çözümler JSMAA paket programı yardımı ile elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo-56'da sunulmuştur.

Tablo-56' da Missing sütunu yalın SMAA-2 çözümünü göstermektedir.

Tablo-56 incelendiğinde İyimserlik dereceleri (1) ve (0.5)' e göre kriter önem sıralamaları aynı olmasına rağmen kriter ağırlıklarının az da olsa farklı olduğu; İyimserlik derecesi (0) ve CFCS yöntemi ile elde edilen durulaştırma ile kriterlerin önem sıralamaları aynı fakat değerleri farklı olduğu görülmektedir.

Senaryo-1 ve Senaryo-2'de her iki durulaştırma yöntemine göre de sonuçlar $A2 > A3 > A1$ şeklinde çıkmaktadır. Ancak Missing tercihinde (ağırlık bilgisi olmadan) sonuç $A3 > A2 > A1$ şeklinde değişmektedir. Senaryo-3 'te ağırlık bilgisi varken $A3 > A2 > A1$, ağırlık bilgisi yokken $A3 > A2 > A1$ 'tir.

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan ayrılan yönü ilk defa bulanık DEMATEL ve SMAA-2 yöntemi birlikte kullanılmış olmasıdır. Bir diğer farklılık da bakımı etkileyen maliyetlerin bu yöntemlerle ilk defa değerlendirilmesidir.

Bakım ve onarım faaliyetleri sefer/ barış durumu; bölgesel farklılıklar; görevsel farklılıklar sebepleri ile farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle kullanılan yöntemlerde tespit edilen öncelik sıralamaları ve SMAA-2 girdileri; bulunan bölge, gelişmişlik durumu, birliğin temel vazifeleri ve desteklenen

malzemelerin durumu da dikkate alınarak her birlik için ayrı ayrı değerlendirilmeye tutulmalıdır.

2. ÖNERİLER

Elde edilen bilgiler ışığında problemin iki farklı yöntem ile çözüme ulaştırılması ve matematiksel yöntemler kullanılması karar vericilere karar noktasında destek sağlamaktadır.

Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 yöntemleri birlikte kullanılmak üzere bir ara yüz oluşturularak Karar Destek Sistemi olarak kullanılabilir.

Karar vericilere alternatifler arasından en iyisini sunmak yerine, hangi alternatiflerin ne oranda seçilebilir olduğu bilgisini veren. SMAA-2 yöntemi bu özelliği ile özellikle kamu sektörü için uygun bir ÇKKV metodudur.

Başka ÇKKV yöntemleri hibrid olarak kullanılarak değişik çözümler elde edilip sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Muys, B. (2011). "Evaluation Of Modelling Techniques For Forest Site Productivity Prediction In Contrasting Ecoregions Using Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis (SMAA)." **Environmental Modelling & Software**, 26(7), 929-937.

Ahmadi, A., Gupta, S., Karim, R., Kumar, U. (2010). "Selection Of Maintenance Strategy For Aircraft Systems Using Multi-Criteria Decision Making Methodologies." **International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering**, 17(03), 223-243.

Aksakal, E., Dağdeviren, M. (2010). "ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım." **Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 25(4), 905-913.

Aksakal, E., Dağdeviren, M., Eraslan, E., Yüksel, İ. (2013). "Personel Selection based on Talent Management." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 73, 68-72.

Altugur, G., Chassapis, C. "Multi Criteria Preventive Maintenance Scheduling Through Arena Based Simulation Modeling." **In Simulation Conference (WSC), Proceedings**, Aralık 2009, 2123-2134.

Bana e Costa, C. A., Carnero, M. C., Oliveira, M. D. (2012). "A Multi-Criteria Model For Auditing A Predictive Maintenance Programme." **European Journal of Operational Research**, 217(2), 381-393.

Baruah, S., Raj, S., Ray, A., Chakravorty, S. (2012). "Analysis of Influencing Factors for Costs on Substation Siting Based on DEMATEL Method." **Procedia Engineering**, 38, 2564-2571

Baykaşoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z., Şahin, C., (2013), "Integrating Fuzzy DEMATEL And Fuzzy Hierarchical TOPSIS Methods For Truck Selection" **Expert Systems With Applications**, 40(3), 899-907.

Burhanuddin, M. A., Halawani, S. M., Ahmad, A. R., Tahir, Z. "Contractor Selection for Maintenance in Small and Medium Industries Using Analytical Hierarchy Process." **In Computer Science and Information Technology (ICCSIT)**, Temmuz 2010 3rd IEEE International Conference, 6, 368-372.

Büyüközkan, G., Çifçi G., (2012), "A Novel Hybrid MCDM Approach Based On Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP And Fuzzy TOPSIS To Evaluate Green Suppliers", **Expert Systems With Applications**, 39(3), 3000-3011.

Chan, P. K. W., Downs, T. "Two Criteria For Preventive Maintenance." **Reliability, IEEE Transactions**, Ekim 1978, 27, 4, 272-273.

Chang, B., Chang, C.W., Wu, C.H. (2011a), "Fuzzy DEMATEL Method For Developing Supplier Selection Criteria", **Expert Systems With Applications**, 38(3), 1850-1858.

Chang, Y. Y., Kuan, M. J., Chuang, Y. C., Tzeng, G. H. (2011b) "Exploring the SPM System Structure Model By Using Fuzzy Dematel for NPD. In **Fuzzy Systems, International Conference on IEEE**, Tayvan, 27-30 Haziran 2011, 1491-1496.

Chen, C. T., Guo, S. J., Lo, T. P. (2011). "Application of the Exponential Grey Model on the Maintenance Cost Prediction for a Large Scale Hospital." **International Journal of Strategic Property Management**, 4, 379-392.

Chen, C, Lin, Ching T. and Huang, S. (2006) "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management", **International Journal of Production Economies**, 102, 289-301.

Chen, C. C., Tseng, M. L., Lin, Y. H. "Using Fuzzy Dematel To Develop A Causal And Effect Model Of Hot Spring Service Quality Expectation". In **Industrial Engineering and Engineering Management, 2008.IEEE International Conference** 1004-1008

Cheng, C. C., Chen, C.T., Hsiu F.S., Hu, H.Y., (2012), "Enhancing Service Quality Improvement Strategies Of Fine-Dining Restaurants: New Insights From Integrating A Two-Phase Decision-Making Model Of IPGA And DEMATEL Analysis", **International Journal Of Hospitality Management**, 31(4), 1155-1166.

Choueiry, B., Sekine, Y. (1988). "Knowledge based metot for power generators maintenance scheduling." **Proceedings of the Expert Systems Applications to Power Systems (ESAP)**. Stockholm-Helsinki,

Cömert, E. "**Bakım Planlama Faaliyetlerinde Tam Sayılı Doğrusal Programlama ve Bir Uygulama**", Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2010.

Çamkoru, A.M., Sayın, V.O. (2011). "Bakım Maliyeti Yönetimi", **Mühendislik ve Makine**, 53, 635, 16-21.

Çınar, Y., (2013), "Kariyer Tercihi Probleminin Yapısal Bir Modeli ve Riske Karşı Tutumlar: Olasılıklı DEMATEL Yöntemi Temelli Bütünleşik Bir Yaklaşım", **Sosyoekonomi**,1,158-186.

Çınar, Y. "**Çok Nitelikli Karar Verme ve Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği**", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2004.

Dağdeviren, M., Eren, T. (2001). "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması." **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 16(2), 41-52.

Deloux, E., Castanier, B., Berenguer, C. "Maintenance Policy For A Non-Stationary Deteriorating System. In **Reliability and Maintainability Symposium**, Ocak 2008, 496-501.

Demirtas, O. (2013). "Evaluating the Core Capabilities for Strategic Outsourcing Decisions at Aviation Maintenance Industry." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 99, 1134-1143.

Dey, S., Kumar, A., Ray, A., Pradhan, B. B. (2012). "Supplier Selection: Integrated Theory using DEMATEL and Quality Function Deployment Methodology." **Procedia Engineering**, 38, 3560-3565.

Ding, F., Tian, Z. (2011). "Opportunistic Maintenance Optimization For Wind Turbine Systems Considering Imperfect Maintenance Actions." **International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering**, 18, 463-481.

Dönmez, C. "**Toplam Verimli Bakım ve Hedeflerinin Gebze Lever Elida Fabrikasında İncelenmesi.**", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2004.

Durbach, I. (2006). "A Simulation-Based Test Of Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis Using Achievement Functions." **European Journal of Operational Research**, 170(3), 923-934.

Edwin, K. W., Curtius, F. (1990). "New Maintenance-Scheduling Method With Production Cost Minimization Via Integer Linear Programming." **International Journal of Electrical Power Energy Systems**, 12(3), 165-170.

Ehrgott, M., Figueira, J. R., Greco, S. (Eds.). **Trends In Multiple Criteria Decision Analysis**, Vol.142, Springer, 2010

Ergün, N. "**Takım Çalışmasında Liderin Rolü ve Türk Hava Yolları Uçak Bakım Ünitesinde Bir Uygulama**", Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001.

Eroğlu, Ö., Bali, Ö., Ağdaş, M. "Criteria Evaluation Model For Third Party Logistics Provider Selection In Fuel Transportation." **XI. Logistics And Supply Chain Congress Bildiriler Kitabı**, Kayseri, 7-9 Kasım 2013, 451-470.

Ersöz, F., Kabak, M. (2013). "Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması." **Savunma Bilimleri Dergisi**, 9(1).

Fan, H., Xu, Z., Chen, S. (2013). "Optimally Maintaining A Multi-State System With Limited Imperfect Preventive Repairs." **International Journal of Systems Science**, (On-line baskı 15 Ağustos 2013), 1-12.

Felek, S., Yuluğkural, Y., Aladağ, Z. (2002). "Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde AHP ve ANP Yöntemlerinin Kıyaslanması.", **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, 18, 6-22.

Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. "**Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**", Vol. 78. Springer, 2005.

Franke, M., Hribernik, K. A., Thoben, K. D., Hans, C. (2013). "Improving Maintenance Activities by the Usage of BOL Data." **Procedia CIRP**, 11, 62-67.

Genç, A. "**Toplam Verimli Bakım ve Uygulaması**", Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

Gharakhani, D. (2012), "The Evaluation of Supplier Selection Criteria by Fuzzy DEMATEL Method", **Journal of Basic and Applied Scientific Research**, 2 (4), 3215-3224.

Ho, L.H., Feng, S. Y., Lee, Y. C., Yen T. M.,(2012), "Using Modified IPA To Evaluate Supplier's Performance: Multiple Regression Analysis and DEMATEL Approach", **Expert Systems With Applications**, 39, 7102–7109.

Hoffmann, M., Sperstad, I. B. (2013). "NOWIcob—A tool for reducing the maintenance costs of offshore wind farms.", **Energy Procedia**, 35, 177-186.

Hokkanen, J., Lahdelma, R., Miettinen, K., Salminen, P. (1998). "Determining The Implementation Order Of A General Plan By Using A Multicriteria Method.", **Journal of Multi Criteria Decision Analysis**, 7(5), 273-284.

Hokkanen, J., Lahdelma, R., Salminen, P. (1999). "A Multiple Criteria Decision Model For Analyzing And Choosing Among Different Development Patterns For The Helsinki Cargo Harbor." **Socio-Economic Planning Sciences**, 33(1), 1-23.

Hokkanen, J., Lahdelma, R., Salminen, P. (2000). "Multicriteria Decision Support In A Technology Competition For Cleaning Polluted Soil In Helsinki.", **Journal of Environmental Management**, 60(4), 339-348.

Horng, J. S., Liu, C. H., Chou, S.F., Tsai, C.Y., (2013), "Creativity As A Critical Criterion For Future Restaurant Space Design: Developing A Novel Model With DEMATEL Application", **International Journal of Hospitality Management**, 33, 96-105.

Hu, H. Y., Lee, Y. C., Yen, T. M., Tsai, C. H. (2009). "Using BPNN and DEMATEL to Modify Importance–Performance Analysis Model—A Study Of The Computer Industry." **Expert Systems with Applications**, 36(6), 9969-9979.

Hu, H.Y., Chiu, S., Cheng, C.C., Yen, T.M.(2011), "Applying The IPA And DEMATEL Models To Improve The Order-Winner Criteria: A Case Study Of Taiwan's Network Communication Equipment Manufacturing Industry", **Expert Systems with Applications**, 38(8), 9674-9683.

Hung, S. J. (2011), "Activity-Based Divergent Supply Chain Planning For Competitive Advantage In The Risky Global Environment: A DEMATEL-ANP Fuzzy Goal Programming Approach", **Expert Systems With Applications**, 38(8), 9053-9062.

Jassbi, J., Mohamadnejad, F., Nasrollahzadeh, H., (2011), "A Fuzzy DEMATEL Framework For Modeling Cause And Effect Relationships of Strategy Map", **Expert Systems With Applications**, 38, 5967–5973.

Jeng, D.J.F. (2010), "Analysis of Adoption Factors For Clinical Decision Support Systems By Decision-Making Trials And Laboratory Evaluations", **International Journal of Innovative Management, Information and Production**, 1 (1), 56-66.

Jin, T., Nalajala, N., Jimenez, J. A. (2011). "A Multi-Criteria Approach For Performance Based Maintenance With Variable Fleet Size." In **Reliability, Maintainability and Safety** (ICRMS), 9th International Conference, Haziran 2011, 909-914.

Kadzinski, M. and Tervonen, T. (2013). "Robust Multi-Criteria Ranking With Additive Value Models And Holistic Pair-Wise Preference Statements." **European Journal of Operational Research**, 228 (1): 169-180.

Kangas, J., Kangas, A. (2003). "Multicriteria Approval And SMAA-O In Natural Resources Decision Analysis With Both Ordinal And Cardinal Criteria." **Journal of Multi Criteria Decision Analysis**, 12(1), 3-15.

Kangas, J., Hokkanen, J., Kangas, A. S., Lahdelma, R., Salminen, P. (2003). "Applying Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis To Forest Ecosystem Management With Both Cardinal And Ordinal Criteria". **Forest Science**, 49(6), 928-937.

Kangas, A. S., Kangas, J., Lahdelma, R., Salminen, P. (2006). "Using SMAA-2 Method With Dependent Uncertainties For Strategic Forest Planning." **Forest Policy And Economics**, 9(2), 113-125.

Kapliński, O. (2013). "The Utility Theory In Maintenance And Repair Strategy." **Procedia Engineering**, 54, 604-614.

Karabay, S. "**Matematiksel Model Ve Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi İle Bir Kamu Kurumu İçin Tesis Yeri Seçimi.**" Yüksek Lisan Tezi, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, 2013.

Ken, Y., Huang, T., Wu, C. H., Shiu, S. H. (2009). "A Novel Integrated Sem Based On Dematel For Evaluating Technology License Income Performance." In **Management of Engineering & Technology, PICMET**, USA, 2-6 Ağustos, International Conference on IEEE. 2890-2897)

KKM 368-1 (B) Kara **Kuvvetleri Devamlı Emirler Muhtırası**, Kara Kuvvetleri Basımevi, Ankara, 2009.

KKT 9-1 **Bakım Talimnamesi**, Kara Kuvvetleri Basımevi, Ankara, 2008.

KKY 23-1 **Kullanıcı Bakımı Yönergesi**, Kara Kuvvetleri Basımevi, Ankara, 2008

KKY 23-2 Birlik **Bakımı Yönergesi**, Kara Kuvvetleri Basımevi, Ankara, 2008

Komonen, K. (1998). "The Structure And Effectiveness Of Industrial Maintenance." *Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics, Computing and Management in Engineering Series*, 93.

Komonen, K. (2002). "A Cost Model Of Industrial Maintenance For Profitability Analysis And Benchmarking." *International Journal of Production Economics*, 79 (1), 15–31.

Koochaki, J., Bokhorst, J. A., Wortmann, H., Klingenberg, W. (2013). "The Influence Of Condition-Based Maintenance On Workforce Planning And Maintenance Scheduling.", *International Journal of Production Research*, 51(8), 2339-2351.

Kumar, A., Dey, S., Ray, A., Pradhan, B.B. (2012). "An Integrated Management Support Methodology for the Selection of Rapid Prototype Technologies.", *Procedia Engineering*, 38, 3552-3559.

Kurz, D., Kaspar, J., Pilz, J. "Dynamic Maintenance in Semiconductor Manufacturing Using Bayesian Networks." In *Automation Science and Engineering (CASE)*, IEEE Conference, August 2011, 238-243.

Lad, B.K. and Kulkarni, M.S., (2010). "An expert based methodology for cost oriented analysis of machine tool reliability." *International Journal of Performability Engineering*, 6 (2), 137–148.

Lad, B. K., Kulkarni, M. S. (2012). "Optimal Maintenance Schedule Decisions For Machine Tools Considering The User's Cost Structure." *International Journal of Production Research*, 50(20), 5859-5871.

Lahdelma, R., Hokkanen, J., Salminen, P. (1998). "SMAA-Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis." *European Journal of Operational Research*, 106(1), 137-143.

Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J. (2000). "Using multicriteria methods in environmental planning and management." *Environmental Management*, 26(6), 595-605.

Lahdelma, R., Salminen, P. (2001). "SMAA-2: Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis For Group Decision Making." *Operations Research*, 49(3), 444-454.

Lahdelma, R., Salminen, P. (2002). "Pseudo-Criteria versus Linear Utility Function In Stochastic Multi-Criteria Acceptability Analysis." *European Journal of Operational Research*, 141(2), 454-469.

Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J. (2002). "Locating A Waste Treatment Facility By Using Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis With Ordinal Criteria." *European Journal of Operational Research*, 142(2), 345-356.

Lahdelma, R., Miettinen, K., Salminen, P. (2003). "Ordinal Criteria In Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis (SMAA). **European Journal of Operational Research**, 147(1), 117-127.

Lahdelma, R., Miettinen, K., Salminen, P. (2005). "Reference Point Approach For Multiple Decision Makers." **European Journal Of Operational Research**, 164(3), 785-791.

Lahdelma, R., Salminen, P. (2006a). "Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis Using The Data Envelopment Model. **European Journal of Operational Research**, 170(1), 241-252.

Lahdelma, R., Salminen, P. (2006b). "Classifying Efficient Alternatives In Smaa Using Cross Confidence Factors." **European Journal Of Operational Research**, 170(1), 228-240.

Lahdelma, R., Makkonen, S., Salminen, P. (2006). "Multivariate Gaussian criteria in SMAA." **European Journal of Operational Research**, 170(3), 957-970.

Lahdelma, R., Salminen, P. (2009). "Prospect theory and stochastic multicriteria acceptability analysis (SMAA)." **Omega**, 37(5), 961-971.

Lee, H. S., Tzeng, G. H., Yeh, W., Wang, Y. J., Yang, S. C. (2013). "Revised DEMATEL: Resolving the Infeasibility of DEMATEL." **Applied Mathematical Modelling**, 37, 6746-6757.

Li, R. J., (1999), "Fuzzy Method in Group Decision Making", **Computers and Mathematics with Applications**, 38(1), 91–101.

Li, C. W., Tzeng, G. H. (2009). "Identification Of A Threshold Value For The Dematel Method Using The Maximum Mean De-Entropy Algorithm To Find Critical Services Provided By A Semiconductor Intellectual Property Mall", **Expert Systems with Applications**, 36(6), 9891-9898.

Liao, G. L., Shaw, B. L. (2009). "Optimal Maintenance Policy To Support The Operation Of Manufacturing With Minimal And Delayed Repair." **International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering**, 16(03), 235-247.

Lin, C. L., Tzeng, G. H. (2009). "A Value-Created System Of Science (Technology) Park By Using DEMATEL." **Expert Systems with Applications**, 36(6), 9683-9697.

Lin, R. J., Chen, R. H., Nguyen, T. H. (2011). "Green supply chain management performance in automobile manufacturing industry under uncertainty." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 25, 233-245.

Makkonen, S., Lahdelma, R., Asell, A. M., Jokinen, A. (2003). "Multi Criteria Decision Support In The Liberalized Energy Market." **Journal of Multi Criteria Decision Analysis**, 12(1), 27-42.

Marmier, F., Varnier, C., Zerhouni, N. (2009). "Proactive, Dynamic And Multi-Criteria Scheduling Of Maintenance Activities." **International Journal of Production Research**, 47(8), 2185-2201.

Martorell, S., Sánchez, A., Carlos, S., Serradell, V. (2002). "Simultaneous And Multi-Criteria Optimization Of Ts Requirements And Maintenance At NPPs." **Annals of Nuclear Energy**, 29(2), 147-168.

Miettinen, K., Salminen, P. (1999). "Decision-Aid For Discrete Multiple Criteria Decision Making Problems With Imprecise Data." **European Journal of Operational Research**, 119(1), 50-60.

Meneses, S., Ferreira, A. (2012). "New Optimization Model For Road Network Maintenance Management." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 54, 956-965.

Meneses, S., Ferreira, A. (2013). "Pavement Maintenance Programming Considering Two Objectives: Maintenance Costs And User Costs." **International Journal of Pavement Engineering**, 14(2), 206-221.

Menou, A., Benallou, A., Lahdelma, R., Salminen, P. (2010). "Decision Support For Centralizing Cargo At A Moroccan Airport Hub Using Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis." **European Journal of Operational Research**, 204(3), 621-629.

Mete, M., "**Bakım Yönetiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli**", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

Mokhtarian, M. N. (2011). "A note on "Developing global manager's competencies using the fuzzy DEMATEL metot". **Expert Systems with Applications**, 38(7), 9050-9051.

Mousavi, S. S., Nezami, F. G., Heydar, M., Aryanejad, M. B. "A Hybrid Fuzzy Group Decision Making And Factor Analysis For Selecting Maintenance Strategy." In **Computers Industrial Engineering**, Temmuz 2009. International Conference 1204-1209.

Mouss, H. L., Mouss, K. N., Smadi, H. "The Maintenance And Production: Integration Approach." In **Emerging Technologies and Factory Automation**, Eylül 2003. Proceedings. IEEE Conference , 1,. 629-633.

Muchiri, P. N., Pintelon, L., Martin, H., De Meyer, A. M. (2010). "Empirical Analysis Of Maintenance Performance Measurement In Belgian Industries." **International Journal of Production Research**, 48(20), 5905-5924.

Mun Jung, K., Sil Han, S., Ho Park, D. (2010). "A Bayesian Approach to Maintenance Policy Based on Cost and Downtime After Non-Renewing Warranty." **Communications in Statistics, Theory and Methods**, 39(13), 2321-2332.

Munoz Moro, L. ve Ramos, A. (1999). "Goal Programming Approach To Maintenance Scheduling Of Generating Units In Large Scale Power Systems." **Power Systems, IEEE Transactions** , 14(3), 1021-1028.

Nagar, A.(2011). "Development of Fuzzy Multi Criteria Decision Making Method for Selection of Optimum Maintenance Alternative." **International Journal of Applied Research In Mechanical Engineering**, 1 (29), 87-92.

Nezami, F. G., Yildirim, M. B. "A Framework For A Fuzzy Sustainable Maintenance Strategy Selection Problem." **In Sustainable Systems and Technology (ISSST)**, Mayıs 2011 IEEE International Symposium 1,1.

Nordgard, D. E., Heggset, J., Ostgulen, E. "Handling Maintenance Priorities Using Multi Criteria Decision Making." **In Power Tech Conference Proceedings**, Bologna, 23-26 Haziran 2003, 3,6.

Nordgard, D. E., Heggset, J., Daleng, J. "Using Risk Analyses in a Multi Criteria Decision Making Framework For Evaluation Of Hydropower Maintenance Projects. **In Power Tech**, Mayıs 2005, Rusya, 1-7.

Noriega, H. C. ve Frutuoso e Melo, P. F. "A Nonstationary Point-Process Maintenance-Model For Multi-Unit Systems." **In Reliability and Maintainability Symposium, Proceedings., Annual**, Ocak 1998, 189-194.

Oh, T., Lim, J., Choi, J., Cha, J., Ku, B., Baek, U. "Generators Maintenance Scheduling Using Combined Fuzzy Set Theory and GA." **In Circuits and Systems (MWSCAS)**, 54th International Midwest Symposium, Ağustos 2011,1-4.

Okul, D. "**Stokastik Çok Kriterli Karar Vermede Yeni Bir Yöntem: Smaa-Topsis Ve Bir Uygulama.**", Doktora Tezi, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, 2012.

Okul, D., Gencer, C., Aydoğan, E. K. (2013). "**A Method Based On SMAA-TOPSIS For Stochastic Multi-Criteria Decision Making And A Real-World Application**". **International Journal of Information Technology & Decision Making**, 1-22.

Opricovic S. ve Tzeng, G.H. (2003). "Defuzzification Within A Multicriteria Decision Model.", **International Journal of Uncertainty , Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, 11(5), 635-652.

Organ, A. (2013). "Bulanık Dematel Yöntemiyle Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi". **Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 22(1), 157-172.

Orhan, İ., Karakoç, H. (2010). "Bakım Yönetim Süreçleri ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi.", **Mühendis ve Makine**, 51(607), (33-38).

Overholts II, D. L., Bell, J. E., Arostegui, M. A. (2009). "A Location Analysis Approach For Military Maintenance Scheduling With Geographically Dispersed Service Areas." **Omega**, 37(4), 838-852.

Özçelik,S. "**Çok Yönlü Personellerin Değerlendirilmesinde ve Üretim Hattı Personel Atama Problemi İçin Bir Optimizasyon Modeli.**" Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2011.

Özkaya, B. "**Üniversite Sıralamaları Ve Bir Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi Uygulaması**", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. 2010.

Özmen, M., Aydoğan, E.,K., "Reverse Logistics Options Selection Problem: An Application Of SMAA-2." **XI. Logistics And Supply Chain Congress Bildiriler Kitabı**, Kayseri, 7-9 Kasım 2013, 673-680.

Pascual, R., Meruane, V., and Rey, P.A. (2008). "On The Effect Of Downtime Costs And Budget Constraint On Preventive And Replacement Policies." **Reliability Engineering and System Safety**, 93 (1), 144–151.

Podbury, C. A., Dillon, T. S. "An Intelligent Knowledge Based System for Maintenance Scheduling in a Power System," **9th Power Systems Computation Conference**, 1987, pp 708-7 14.

Puig, J. E., Basten, R. J. I., Dongen, L. A. M. (2013). "Investigating Maintenance Decisions during Initial Fielding of Rolling Stock.", **Procedia CIRP**, 11, 199-203.

Saltmarsh, E. A., Mavris, D. N. (2013). "Simulating Corrective Maintenance: Aggregating Component Level Maintenance Time Uncertainty at the System Level." **Procedia Computer Science**, 16, 459-468.

Satoh, T., Nara, K. (1991). "Maintenance Scheduling By Using Simulated Annealing Method." **Power Systems, IEEE Transactions** 6,2, 850-857.

Shafiee, M., Finkelstein, M., Zuo, M. J. (2013). "Optimal Burn-In And Preventive Maintenance Warranty Strategies With Time-Dependent Maintenance Costs." **IIE Transactions**, 45,1024-1033.

Shieh, J. I., Wu, H. H., Huang, K. K. (2010). "A dematel metot in identifying key success factors of hospital service quality.", **Knowledge-Based Systems**, 23(3), 277-282.

Silva, E.L., Morozowski, M., Francesca, L.G., Oliviers G. C., Melo, A.C.G., Mello, J.C.O. "Transmission Constrained Maintenance Scheduling of Generitic Units: A Stochastic Programming Approach.", **IEEE Transactions on Power Systems**, Mayıs 1995, 10,2,695-701.

Sondalini, M., (2006). **Defect and Failure True Cost. E-book**, [http: //www.feedforward.com.au /defect_failure_waste_cost.htm](http://www.feedforward.com.au/defect_failure_waste_cost.htm) [Erişim Tarihi: 12.01.2014].

Straub, A. (2009). "Cost Savings From Performance-Based Maintenance Contracting." **International Journal of Strategic Property Management**, 13(3), 205-217.

Sumrit, D., Anuntavoranich, P. (2013). "Using DEMATEL Method to Analyze the Casual Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology-Based Firms", **International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies**, 4(2), 81-103.

Şimşir, F. "**Bakım Malzemeleri İhtiyaç Planlaması Sistemi**", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002.

Tarakci, H., Ponnaiyan, S., Kulkarni, S. (2013). "Maintenance-outsourcing contracts for a system with backup machines." **International Journal of Production Research**, 1-14.

Taşkın, M.F. "**Önleyici Bakım Politikası Altında Optimum Stok Miktarının Bulanık Mantık Yöntemiyle Belirlenmesi.**", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

Tervonen, T., Hakonen, H., Lahdelma, R. (2008). "Elevator Planning With Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis." **Omega**, 36(3), 352-362.

Tervonen, T., Figueira, J. R. (2008). "A Survey On Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis Methods." **Journal of Multi Criteria Decision Analysis**, 15(1-2), 1-14.

Tervonen, T., Linkov, I., Steevens, J., Chappell, M., Figueira, J.R., Merad, M. (2009). "Risk-based classification system of nanomaterials." **Journal of Nanoparticle Research**, 11 (4), 757-766.

Tervonen, T., Valkenhoef, G., Buskens, E., Hillege, H. L., Postmus, D. (2011). "A Stochastic Multicriteria Model For Evidence Based Decision Making In Drug Benefit Risk Analysis.", **Statistics In Medicine**, 30(12), 1419-1428.

Tervonen, T. (2014). "JSMAA: open source software for SMAA computations." **International Journal of Systems Science**, 45 (1), 69-81.

Tseng, M. L., Lin, Y. H. (2009). " Application Of Fuzzy Dematel To Develop A Cause And Effect Model Of Municipal Solid Waste Management In Metro Manila." **Environmental Monitoring and Assessment**, 158(1-4), 519-533.

Tseng, M.L. (2009) "Application of ANP and DEMATEL To Evaluate The Decision-Making Of Municipal Solid Waste Management In Metro Manila." **Environmental Monitoring And Assessment** 156,(1-4), 181-197.

Tseng, M.L., Wu, K.J., Nguyena. T.T. (2011a). "Information Technology In Supply Chain Management: A Case Study." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 25, 257 – 272

Tseng, M.L., Anthony SF Chiu, A. S.F., Vo, M.P.N.(2011b). "Evaluating The Tourist's Demand To Develop Vietnamese Tourism Performance.", **Procedia-Social and Behavioral Sciences** 25, 311 – 326

Tzeng, G.H. ve Huang J.J , "**Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications**", USA, CRC Press, 2011.

Uysal, F. (2012). "An Integrated Model for Sustainable Performance Measurement in Supply Chain.", **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 62, 689-694.

Valkenhoef, G., Tervonen, T., Zhao, J., de Brock, B., Hillege, H. L., Postmus, D. (2012). "Multicriteria Benefit–Risk Assessment Using Network Meta-Analysis." **Journal Of Clinical Epidemiology**, 65(4), 394-403.

Varma, K., ve Kumar, K. S. (2012). "Criteria Analysis Aiding Portfolio Selection Using Dematel." **Procedia Engineering**, 38, 3649-3661.

Vujanovic, D., Momcilovic, V., Bojovic, V.N., Papic, V. (2012), "Evaluation of Vehicle Fleet Maintenance Management Indicators By Application of DEMATEL and ANP", **Expert Systems With Applications**, 39, 10552–10563.

Waghmode, L. Y., Sahasrabudhe, A. D. (2012). "Modelling Maintenance And Repair Costs Using Stochastic Point Processes For Life Cycle Costing Of Repairable Systems." **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 25(4-5), 353-367.

Wang, W.C., Lin, Y.H., Lin, C.L., Chung, C.H., Lee, M.T. (2012), "DEMATEL-Based Model To Improve The Performance In A Matrix Organization", **Expert Systems With Applications**, 39(5), 4978-4986.

Wang, R., Lin, Y. H., Tseng, M. L. (2011). "Evaluation Of Customer Perceptions On Airline Service Quality In Uncertainty." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 25, 419-437.

Wanga, Y.L., Tzeng, G. H. (2012), "Brand Marketing For Creating Brand Value Based on a MCDM Model Combining DEMATEL With ANP And VIKOR Methods", **Expert Systems With Applications**, 39, 5600–5615.

Wu, W.W., (2012), "Segmenting Critical Factors For Successful Knowledge Management Implementation Using The Fuzzy DEMATEL Method", **Applied Soft Computing**, 12(1), 527-535.

Wu, W. W., Lee, Y. T. (2007). "Developing Global Managers' Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method.", **Expert Systems with Applications**, 32(2), 499-507.

Wu, K.J., Tseng, M.L., Vy, T. (2011). "Evaluation the drivers of green supply chain management practices in uncertainty." **Procedia-Social and Behavioral Sciences** 25, 384 -397.

Xie, S., Ren, A., Liu, R. (2009). "Site Selection Of Supermarket Based On Dematel." **In Industrial Engineering and Engineering Management, 16th International Conference on IEEE**, 255-259.

Yang, Y.P.O., Shieh, H.M., Tzeng, G.H., (2011), "A VIKOR Technique Based On DEMATEL And ANP For Information Security Risk Control Assessment", **Information Sciences**, 232, 482-500.

Yang, C.H., Chen, J.C., Syhu, J.Z., Tzeng, G. H. (2008), "Casual Relationship Analysis Based On DEMATEL Technique For Innovative Ploicies in SMEs", **PICMET 2008 Proceedings**, 373-379.

Yamayee, Z., Sidenblad, K., Yoshimura, M. "A Computationally Efficient Optimal Maintenance Scheduling Method." **Power Apparatus and Systems**, IEEE Transactions, Şubat 1983, 2, 330-338.

Yellen, J., Al-Khamis, T. M., Vemuri, S., Lemonidis, L. "A Decomposition Approach To Unit Maintenance Scheduling." **Power Systems, IEEE Transactions**, Mayıs 1992, 7, 2, 726-733.

Yılmaz, B., Dağdeviren M. (2010). "Ekipman Seçimi Probleminde Promethee ve Bulanık Promethee Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi." **Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 25 (4), 811-826.

Yusof, N. A., Abdullah, S., Zubedy, S., Najib, N. U. M. (2012). "Residents' Maintenance Priorities Preference: The Case of Public Housing in Malaysia." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 62, 508-513.

Zaeri, M. S., Shahrabi, J., Pariazar, M., Morabbi, A. "A Combined Multivariate Technique And Multi Criteria Decision Making To Maintenance Strategy Selection. **In Industrial Engineering and Engineering Management**, Aralık 2007 IEEE International Conference, 621-625.

Zürn, H. H., ve Quintana, V. H. (1977). "Several Objective Criteria For Optimal Generator Preventive Maintenance Scheduling." **Power Apparatus and Systems**, IEEE Transactions, Mayıs-Haziran 1977, 96(3), 984-992.