

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**BULANIK VİKOR YÖNTEMİ İLE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜNÜN
BELİRLENMESİ**

MERT KURTGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri: **Dr. Öğr. Üyesi Demet GÖNEN OCAKTAN (Tez Danışmanı)**
Doç. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN
Doç. Dr. Alparslan Serhat DEMİR

BALIKESİR, MART- 2022

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Bulanık Vikor Yöntemi ile Zihinsel İş Yükünün Belirlenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Mert KURTGÜN

(imza)

ÖZET

**BULANIK VİKOR YÖNTEMİ İLE
ZİHİNSEL İŞ YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MERT KURTGÜN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: Dr. Öğr. Üyesi DEMET GÖNEN OCAKTAN)**

BALIKESİR, 2022

Havacılık sektörü her geçen gün büyürken günümüzde çok kısa mesafelerde bile uçak yolculuğu tercih edilmektedir. Konu dünya çapında gelişmekte olan bir sektör ve kısa zaman dilimleri olunca da endüstri bilim dalı ön plana çıkmaktadır. Yoğun rekabet koşulları ve günümüz dünyasındaki verimlilik yarışı da göz önüne alındığında çalışanlardan beklenen performansta bir o kadar artmaktadır. Bu durum kısa sürelerde kaliteli ve doğru iş beklentisini arttırdığı gibi çalışanlar üzerinde de iş yükü ve zihinsel aktivitenin artmasına sebep olmaktadır.

Bazı meslek gruplarının önemli riskler ve sorumluluklar taşıdığı bilinmektedir. Şüphesiz ki uçak yolculuğu boyunca da görevli olan özellikle uçuş ekipleri çok büyük sorumluluk ve risklerle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu tehlikeli durumların erken tespiti ve müdahalesi için ekiplerin zihinsel uygunluğu ve farkındalığı çok önemlidir. Bu tez çalışmasında kabin ekiplerinin uçuşun hangi aşamalarında ne kadar zihinsel iş yükü hissettiklerinin yorumlanabilmesi amaçlanmıştır. Çok sayıda karar vericinin olduğu ve bulanık düşünceler ile değerlendirilen bu aşamaların ortak bir sonuca varması için minimum bireysel pişmanlık ve maksimum grup faydasını hedef alan bulanık VİKOR uygulanarak hesaplar yapılmıştır. Kriterler ise havacılık sektöründeki birçok çalışmada uygulanan NASA-TLX yönetiminde kabul görmüş kriterlerden belirlenmiştir. Sonuçlar cinsiyet ve sorumluluk düzeyine göre yorumlanarak tavsiyeler verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Havacılık, kabin ekibi, çok kriterli karar verme yöntemleri, bulanık vikor, zihinsel iş yükü

ABSTRACT

**DETERMINATION OF MENTAL WORKLOAD
WITH THE FUZZY VIKOR METHOD
MSc THESIS
MERT KURTGÜN
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
INDUSTRIAL ENGINEERING
(SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. DEMET GÖNEN OCAKTAN)
BALIKESİR, 2022**

While the aviation industry is growing day by day, air travel is preferred even for very short distances. When the subject is a worldwide developing sector and short time periods, the field of industrial science comes to the fore. Considering the intense competition conditions and the productivity race in today's world, the performance expected from the employees increases as much. This situation not only increases the expectation of quality and correct work in a short time, but also causes an increase in workload and mental activity on employees.

It is known that some occupational groups carry significant risks and responsibilities. Undoubtedly, the flight crews, who are also on duty during the flight, face enormous responsibilities and risks. The mental fitness and awareness of the teams is very important for the early detection and intervention of these dangerous situations. In this thesis, it was aimed to interpret how much mental workload the cabin crew felt at which stages of the flight. Calculations were made using fuzzy VIKOR techniques, which aim at minimum individual regret and maximum group benefit, in order to reach a common conclusion about these stages, where there are many decision makers and evaluated with fuzzy thoughts. The criteria were determined from the accepted criteria in NASA-TLX management, which was applied in many studies in the aviation industry. The results were interpreted according to gender and level of responsibility and recommendations were given.

KEYWORDS: Aviation, cabin crew, multi criteria decision making methods, fuzzy vikor, mental workload

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
KISALTMALAR	vi
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. KARAR VERME VE KARAR VERME YÖNTEMLERİ	5
3.1 Karar Verme.....	5
3.1.1 Karar Verme Süreci.....	7
3.2 Çok Kriterli Karar Verme	8
3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	10
3.3.1 PROMETHEE Yöntemi	10
3.3.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi	11
3.3.3 GRA Yöntemi.....	14
3.3.4 MACBETH Yöntemi.....	18
3.3.5 Copeland Yöntemi.....	20
3.3.6 Borda Yöntemi	20
3.3.7 SAW Yöntemi	21
3.3.8 ELECTRE Yöntemi.....	23
3.3.9 MAUT Yöntemi	27
3.3.10 UTA Yöntemi	28
3.3.11 En İyi - En Kötü Yöntemi	30
3.3.12 DEMATEL Yöntemi	31
3.3.13 TOPSİS Yöntemi.....	33
3.3.14 VİKOR Yöntemi.....	34
4. BULANIK MANTIK	36
5. ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ KAVRAMI VE GELİŞİMİ	38
5.1. Zihinsel İş Yükü Ölçüm Yöntemleri.....	38
6. UYGULAMA	43
6.1 Zihinsel İş Yükü Belirlemede Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Çalışması	43
6.2 Bulanık VİKOR Yöntemi	43
6.3 Bir havayolu şirketinde uygulama	46
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
8. KAYNAKLAR	72
9. EKLER	87
10. ÖZGEÇMİŞ	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1: AHP yöntemi hiyerarşi modeli	12
---	----

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 6.1: NASA-TLX Ölçüt Tanımları	48
Tablo 6.2: Sözel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları	49
Tablo 6.3: Kriter değerlendirmelerinin bulanık sayı karşılıkları	49
Tablo 6.4: Tüm katılımcılara göre bulanık kriter ağırlıkları.....	51
Tablo 6.5: Gruplara göre bulanık kriter ağırlıkları	52
Tablo 6.6: Alternatifler	52
Tablo 6.7: Kriterler	52
Tablo 6.8: Alternatiflerin kriter 1 bazında bulanık sayı karşılıkları	53
Tablo 6.9: Alternatiflerin kriter 2 bazında bulanık sayı karşılıkları	55
Tablo 6.10: Alternatiflerin kriter 3 bazında bulanık sayı karşılıkları	57
Tablo 6.11: Alternatiflerin kriter 4 bazında bulanık sayı karşılıkları	59
Tablo 6.12: Alternatiflerin kriter 5 bazında bulanık sayı karşılıkları	62
Tablo 6.13: Alternatiflerin kriter 6 bazında bulanık sayı karşılıkları	64
Tablo 6.14: Karar vericilerin birleştirilmiş bulanık matrisi.....	66
Tablo 6.15: Bulanık en iyi ve en kötü değerler	67
Tablo 6.16: Alternatiflerin bulanık S_i ve R_i değerleri.....	67
Tablo 6.17: Bulanık en küçük ve en büyük S_i ve R_i değerleri.....	68
Tablo 6.18: Alternatiflerin bulanık Q_i değerleri.....	68
Tablo 6.19: Tüm karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri.....	68
Tablo 6.20: Kadın karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri.....	69
Tablo 6.21: Erkek karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri.....	69
Tablo 6.22: Amir görevindeki karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri.....	69
Tablo 6.23: Memur görevindeki karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri...	69
Tablo 6.24: Kabul edilebilir avantaj koşulu sonuçları.....	70
Tablo 6.25: Gruplara göre alternatiflerin sıralanması ve istikrar koşulu sonuçları	70

KISALTMALAR

AHP	: Analytic Hierarchy Process
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
ELECTRE	: Elimination and Choice Translating Reality
GRA	: Gri İlişkisel Analiz
MACBETH	: Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
MAUT	: Multi Attribute Utility Theory
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation
SAW	: Simple Additive Weighting
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
UTA	: UTility Additive
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

ÖNSÖZ

Havacılık endüstrisi ülkemizde ve dünyada büyük bir öneme sahiptir. Sürekli gelişen bu sektörde üzerinde çalışılan başlıca konulardan biri ise iş yüküdür. Uçuş görevi boyunca sorumlu ekiplerin iş yükü ve zihinsel aktiviteleri, emniyet ve güvenliği de kapsayan birçok önemli faaliyetteki performansları doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple uçuş ekiplerinin hissettikleri iş yükünün belirlenmesi ve iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sivil havacılık sektöründe kabin ekiplerinin hissettikleri iş yüklerini belirlemek ve ılımlı ortak çözümler oluşturabilmek için akademik eğitimim boyunca başta danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Demet GÖNEN OCAKTAN olmak üzere bende emeği olan tüm hocalarıma duydukları güven ve verdikleri destek için minnettarım.

Dünyayı olumsuz etkileyen Covid-19 pandemisi dönemine denk gelen bu çalışmada tüm engel ve zorluklara rağmen olması gereken kalitede bir çalışma yürütebilmem için bana yardımcı olan sektördeki sorumlulara ve daima bana güvenip destek olan aileme çok teşekkür ederim.

Balıkesir, 2022

Mert KURTGÜN

1. GİRİŞ

Havacılık sektörü, son yıllarda önemli gelişmeler göstermiştir. Havacılık endüstrisindeki gelişmelere paralel olarak hava taşımacılığı sistemlerinde de benzer gelişmeler yaşanmıştır. Hava taşımacılığı sistemlerindeki havayolları, uçak üreticileri, havaalanları, hava trafik yönetimi (ATM) vb. her bir paydaş tarafından sunulan geniş hizmet yelpazesinin havayolu taşımacılığı üzerinde elbette olumlu etkileri mevcuttur. Ancak havacılık endüstrisindeki her bir paydaş, her türlü güvenlik önlemlerinin alınması zorunluluğunun yanı sıra uçağın hangi rotada hangi hizmet seviyesinde kullanılacağı, hangi rotanın ve konumun seçileceği, seçilen konumun nasıl ayarlanacağı gibi çeşitli ve çok sayıda olan alternatifler ve birbiri ile kıyaslanamaz nitelikteki kriterler arasından karar verme sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır.

Tüm bu sorunların üstesinden gelinebilmesi için, karar vericilerin karar verme sırasında kendilerine güven duymasını sağlayacak, bilgilerini harmanlayarak tatmin edici bir çözüm bulmalarına yardımcı olacak çok kriterli karar verme yöntemlerini uygulamaları gerekmektedir.

Bilindiği gibi havacılık; birçok güvenlik kuralı, prosedür ve standardı olan bir sektördür. Havacılık endüstrisinin getirmiş olduğu bu zorunlulukları, personeller yerine getirmekle yükümlüdür. Bu sorumluluğun yerine getirilmesi, iş yükü kavramının önemli bir olgu olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla havacılık endüstrisi çalışanlarında iş yükünün değerlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Havacılık endüstrisi çalışanlarının kontrol ve denetim faaliyetlerinin daha öncelikli olması, personellerin iş yükünün çoğunlukla zihinsel iş yükü olmasına sebep olmaktadır. Zihinsel iş yükünü değerlendirmek için birçok yöntem mevcuttur. En yaygın kullanılan yöntem ise NASA-TLX yöntemidir. NASA-TLX Yöntemi; zihinsel talep, fiziksel talep, zamansal talep, performans seviyesi, çaba seviyesi ve rahatsızlık seviyesi de dahil olmak üzere altı alt ölçekten oluşan bir iş yükü değerlendirme yöntemidir. Ancak kalabalık gruplarda iş yüklerinin ortak sonuç olarak elde edilmesi, NASA-TLX yöntemi ile uygun olmamaktadır. Bu nedenle zihinsel iş yükü değerlendirmesinde, birçok kriterin ve alternatifin dikkate alındığı grup karar vermelerine uygun bir yöntem uygulanması gerekmektedir.

Bu çalışmada kabin ekiplerinin zihinsel iş yüklerinin belirlenmesi amaçlanmış ve zihinsel işyükü yöntemlerinden NASA-TLX yönteminin kriterlerinden yararlanılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemi uygulamalarındaki dezavantajların giderilmesi amacıyla grup karar vermede esneklik sağlayan Bulanık VİKOR yöntemi kullanılmıştır.

Kabin ekiplerinin uçuş görevinin hangi aşamasında ne derece iş yükü hissettiklerine cevap bulmak amacıyla yapılan bu çalışmada birinci bölümde giriş kısmı verildikten sonra ikinci bölümde literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde karar ve karar vermeden bahsedilmiş, çok kriterli karar verme yöntemleri detaylandırılmıştır. Dördüncü bölümde bulanık mantık kavramı açıklanmıştır. Beşinci bölümde zihinsel iş yükünden ve NASA-TLX yönteminden bahsedilmiş, sonrasında çalışmanın uygulama kısmı olan bulanık VİKOR yöntemi detaylıca açıklanmıştır. Çalışmanın son bölümünde yapılan analiz sonuçları yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

1950'ler ile 1970'ler arasında birçok çok kriterli karar verme yöntemi geliştirilmiş ve yayınlanmıştır. Çok kriterli karar verme teknikleri, gerçek dünyadaki birçok problemi çözmek için ilk kez MacCrimmon tarafından 1968 yılında önerilmiştir. Hwang ve Yoon (1981), çok kriterli karar verme tekniklerini ve yaklaşımlarını gruplandırmıştır. Xu ve Da (2002), çok kriterli karar verme yaklaşımını, klasik ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemi olarak iki şekilde kategorize etmiştir. Bellman ve Zadeh (1970), çok kriterli karar verme problemlerinde bulanık kümeler teorisini kullanmıştır.

Opricovic ve Tzeng (2004), kombine bulanık kriterler ve netlik seti ile birlikte çok kriterli karar verme modeli içinde defuzikasyon için VİKOR yöntemine ve TOPSIS'e dayalı yeni bir model önermiştir. Opricovic ve Tzeng (2003), potansiyel doğal tehlikelerle birlikte ekonomik ve sosyal maliyetleri azaltmak amacıyla arazi kullanım stratejilerinin analizi için bulanık VİKOR yöntemini geliştirmiştir. Opricovic (2007), bulanık VİKOR tekniğini genişleterek çevresel sorunları çözmek için uygulamıştır. Opricovic ve Tzeng (2007), çok kriterli karar verme teknikleri problemlerini çözmek için genişletilmiş VİKOR tekniğini, PROMETHEE, TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerini uygulamış ve sonuçlarını karşılaştırmıştır. Chen ve Wang (2009), bulanık VİKOR yönteminin bulanık küme kullanarak en uygun uzlaşma çözümünü ve kriter seçimi altındaki alternatifi geliştirmek için sistematik ve rasyonel bir süreç olduğunu tespit etmiştir. Chen ve Wang'ın 2009 yılında yaptığı bu çalışma, bulanık çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için yeni bir çözüm önerisi olmuştur.

Huang ve ark., (2009), çok kriterli karar verme problemlerinde, çelişen kriterlerin varlığında bir dizi alternatif arasından tercih sıralamasını belirlemek için bir VİKOR modeli geliştirmiştir. Sayadi ve ark. (2009), sıralamanın aralık sayılarının karşılaştırılmasıyla elde edildiği genişletilmiş VİKOR yöntemini, aralık sayısı ile karar verme problemlerinin çözümü için önermiştir. Opricovic (2009), su kaynakları yönetiminde karar problemlerini çözmek için VİKOR tekniğini uygulamıştır. Chang (2010), çelişen ve orantılı olmayan kriterlerle çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için geliştirilmiş bir VİKOR yöntemi önermiştir. Heydari ve ark., (2010), çok amaçlı büyük ölçekli doğrusal olmayan programlama problemlerine dayanan ve blok açısıl yapısı ile entegre edilmiş karar verme problemlerini çözmek için genişletilmiş VİKOR

tekniki önermiştir. Sanayei ve ark., (2010), tedarikçi seçiminde bulanık küme ve grup karar verme süreci altında VİKOR tekniğini uygulamıştır.

Vahdani ve ark., (2010), aralık değerli bulanık küme kavramlarını kullanarak kriterlerin ağırlıklarının eşit olmadığı çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için bulanık VİKOR'a dayalı yeni bir yöntem sunmuştur. Devi (2011), kriter ve alternatiflerin ağırlıklarının üçgensel sezgisel bulanık küme olarak alındığı çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için VİKOR yöntemini sezgisel bulanık ortama genişletmiştir. Su (2011), negatif ideal alternatif ve pozitif ideal alternatife, modifiye edilmiş VİKOR yöntemiyle yeni bir hibrit bulanık yöntem önermiştir.

Gupta (2018), havayolu endüstrisinde hizmet kalitesine göre havayolu şirketi seçimini VİKOR yöntemi ile yapmıştır. Shojaei ve ark., (2018), havaalanı performansının değerlendirilmesini VİKOR yöntemi ile yapmışlardır. Uçakçioğlu ve Eren (2017), hava savunma sanayisinde faaliyette bulunan işletme için yatırım projelerinin seçimi problemini VİKOR yöntemiyle ele alınmıştır.

3. KARAR VERME VE KARAR VERME YÖNTEMLERİ

3.1 Karar Verme

Karar, Türk Dil Kurumu Sözlüğünde “bir iş veya sorun konusunda düşünülerek verilen kesin yargı” anlamına gelmektedir (<https://sozluk.gov.tr/>). Karar verme, karar vericinin hedefleri, amaçları, değerleri ve tercihleri doğrultusunda alternatiflerin belirlenmesi ve alternatifler arasından en iyisinin seçilmesidir (Chakraborty, 2011; Özçil, 2020).

Karar verme kısaca, “daha önceden belirlenmiş olan kriterler doğrultusunda en uygun alternatifi seçmek” olarak tanımlanır (Aytaç ve Gürsakal, 2015). Dolayısıyla, karar vermenin gerçekleşebilmesi için mevcut duruma dair birden fazla seçeneğin olması gereklidir. Seçilebilecek tek bir seçeneğin olması durumunda, karar vermeden bahsetmek mümkün değildir. Bu durumda mevcut seçenek, söz konusu problemin çözümü anlamına gelmektedir (Karakışoğlu, 2008). Yani karar vermenin süreç, kararın ise bu sürecin sonucu olduğu anlaşılmaktadır (Nas, 2006).

Herhangi bir durum için hangi kararın verileceği, kişiden kişiye göre yani karar vericilere göre değişiklik gösterebilmektedir. Dolayısıyla, karar verilecek olan sorunla ilgili belirsizlikler oluşabilmektedir. Belirsizliklerin varlığına rağmen en uygun kararı verebilmeleri için karar vericilere rehberlik etmesi amacıyla ‘karar teorisi’ geliştirilmiştir (Aktaş ve ark., 2015).

Karar teorisinde karar verme sürecindeki belirsizlikler, analitik ve sistematik bir şekilde matematiksel modellemeler aracılığıyla anlamlı verilere dönüştürülmektedir (Tekin, 2018). Böylece karar teorisi; sorunun yapısını tespit etmekte, belirsizlikler ve bu belirsizliklerin seçimiyle gerçekleşecek olan olası sonuçları değerlendirmekte ve mevcut sorunun çözümü için en uygun olan öneriyi sunmaktadır. Ancak, karar teorisi, sunduğu en uygun çözüm önerisinin, uygulamada da en ideal çözüm olacağı garantisini vermemektedir (Esin, 2003). Karar teorisinin geliştirilme amacı doğrultusunda düşünüldüğünde, karar teorisi dışında alınacak olan kararların ‘kötü kararlar’ olacağı çıkarımında bulunulabilmektedir (Tekin, 2018). Ancak, tıpkı karar teorisi doğrultusunda verilen kararların uygulamada da en ideal karar olacaklarının garantisi olmadığı gibi, karar teorisi dışında alınan kararların da uygulamada ‘kötü kararlar’ olacağına dair bir kesinlik bulunmamaktadır. Karar teorisine göre ‘kötü’ olan kararlar, uygulamada iyi sonuçlar verebilmektedir. Ancak, sonucunun ‘iyi’

veya ‘kötü’ olması, karar teorisinin dışında verilmiş olan kararların ‘kötü’ olduğu gerçeğini değiştirmemektedir (Karakaşoğlu, 2008). Ayrıca, karar teorisi doğrultusunda verilmiş olan kararlar kısa süre içerisinde olumsuz sonuçlar verse dahi uzun sürede sonuçları faydalı olabilmektedir (Tekin, 2018).

‘Karar verme’ den bahsedebilmek için, karar verilebilecek birden fazla seçenek olması ve bunlardan birinin seçilmesi gerekmektedir (Karakaşoğlu, 2008). Bu nedenle karar verme davranışının oluşması için, karar vericiyi karar verme davranışına itecek bir zorluğun oluşması ve bu zorluğu karar vericinin hissetmesi, karar vericinin zorluk durumunu ortadan kaldırması için birden fazla seçeneğin olması ve bunlardan en uygun gördüğünü kendi iradesi ile seçmesi gerekmektedir (Deveci, 2011). Elbette, her kişi, günlük hayatta veya iş hayatında karşılaştığı birçok durumu ‘problem’ olarak görmekte ve bu problemlerin çözümünde kendilerine en uygun kararı vermektedirler. Ancak kişilerin karşılaşılabileceği herhangi bir problemin ‘karar problemi’ olabilmesi için; birden çok seçeneğin olması, her seçeneğin sonucunun birbirinden farklı olması ve gerçekleştirilmesi hedeflenen amaçların bulunması gerekmektedir (Tütek ve Gümüšoğlu, 2000).

İnsanlar, günlük hayatında karşılaştıkları problemleri çözmek için ideal kararları vermeye çalışırken, yöneticiler günlük hayatlarına ilaveten çalıştıkları işletmeler için de karar vermek zorunda kalmaktadır (Öztürk, 2004). İşletme yöneticileri, işletmelerin bütün faaliyetleri ile ilgili karar vermekte ve işletmelerin başarısı, yöneticilerinin aldığı kararların doğruluğuna bağlı olmaktadır (Tekin, 2004). İşletmelerin başarısının alınan kararların doğruluğuyla ölçülmesi sebebiyle ‘karar verme’, işletmelerin önemli bir fonksiyonu sayılmaktadır (Tosun, 1992). İşletme başarısının yanısıra rekabet koşulları da dikkate alındığında, işletmelerde doğru karar verilmesinin önemi daha da artmaktadır (Kaya vd., 2007). Bu nedenle işletmelerde, yöneticilerden güvenilir tahminlerde bulunarak doğru karar verilmesi beklenmektedir. Yöneticilerin, doğru kararlar verebilmesi için sahip olması gereken bir takım özellikler bulunmaktadır. Bunlar; bilgiyi kullanma, olasılıkları doğru olarak değerlendirme, kararların faydalı ve faydasız yönlerini değerlendirebilme ve alternatiflerin değerlendirmesi becerileridir (Aytaç ve Gürsakal, 2015).

Bu becerilere sahip olmanın dışında karar verebilme becerisine de sahip olmaları gerekmektedir. Karar verme becerisi zayıf olanlar, karar verme süreci boyunca bir alternatiften diğerine oldukça kısa sürede geçebilecek ve sürecin tamamına

odaklanamayacaklardır. Karar verme becerisi düşük olan yöneticilerin bu becerilerini geliştirmek için, kendisini ve karar vereceği konuya ilişkin durumu bütün özellikleri ile tanımış olması ve önceden hedeflerin belirlenmiş olması gerekmektedir (Aytaç ve Gürsakal, 2015).

3.1.1 Karar Verme Süreci

Karar verme sürecinin oldukça kısa olması, problemin kök sebeplerinin ve sınırlılıkların tanımlanabilmesi gereklidir. Karar verme sürecinde, ilk olarak problem tanımlanır. Problemin net bir şekilde belirlenmesi gereklidir. Bu aşamada, probleme dair mevcut durum ve hedef durum belirlenir (Fülöp, 2005). Karar vericilere karar verdirebilmek için, bir soruna dair eylem planı ve sonuçlarının görselleştirilmesi istenir (Mintzberg ve Westley, 2001). Karar vericileri eyleme geçmeye teşvik ettiği için bu sürece "fikir dayatma" denilmektedir.

Ardından, karar vericilerden öncelikle sorunun çözümüne dair ihtiyaçların, ulaşılmak istenen sonuçların belirlenmesi istenir (Fülöp, 2005). Seçeneklerin oluşturulması ve her bir seçeneğin değerlendirilmesi istenir (Eisenhardt ve Zbaracki, 1992). Bu aşamada olasılıklar değerlendirildiği için, bu aşama "keşif" olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamanın uygulanması sırasında eğer fikir dayatması aşamasında dayatılan fikrin yanlış olduğu tespit edilirse, fikir geliştirilebilir veya değiştirilebilir (March, 1994). Alternatiflerin belirlenmesinin ardından kriterler belirlenir. Kriterler, ulaşılmak istenen hedefe göre olmalıdır. Kriterler, ulaşılmak istenen hedeflerin nesnel ölçütleri olduğundan, bütün hedefleri temsil edecek şekilde iyi tanımlanmış olmaları gereklidir. Ulaşılmak istenen hedef, kriterler tarafından temsil edildiğinden, her hedef bir kriteri oluşturmalıdır. Ancak kompleks hedefler, sadece belirli kriterlerden oluşmalıdır (Fülöp, 2005).

Son olarak, karar vericiler seçenekleri analiz ederek sorunun çözümü için ideal bir karar vermeye çalışırlar (Bell ve ark., 1998). Bu aşamada, problemin hangi yöntemle çözüleceği belirlenir. Uygulanacak yöntemin, oldukça basit olması gereklidir. Ancak kompleks problemleri için kombine yöntemler kullanılabilir (Fülöp, 2005). Karar verme sürecini etkileyen temel faktörler; eylem alma yaklaşımı, bağlam, içerik ve sonuç' tur (Ragagopalan ve ark., 1993).

Eylem alma, karar vericilerin karar vermek için izledikleri prosedürleri tanımlar. Eylem alma yaklaşımına göre bir karar vericinin nasıl harekete geçtiği yaptığı seçimleri etkilemektedir (Nutt, 1998). Karar vericilerin eyleme geçmesinde Bower (1970) eğitimin insanın davranışları ve yorumlamasının etkilediği görüşündedir (Akt. Garwin, 1998). Eyleme geçme, karar vericilerin nasıl karar vereceğine dair fikir almak için benzer prosedürlerin belirlenmesini de kapsamaktadır (Dibsono, 1998). Amaç, karar verme sürecinde izlenen temel adımları bularak karar verme sürecini belgelemektir (Bell ve ark., 1998).

Bağlam, kararın verildiği ortamı göstermektedir. Hem iç hem de dış faktörler verilen kararı etkilemektedir (Tarter ve Hoy, 1998). Bağlam önce süreci ve içeriği ve sonra sonucu etkilemektedir. Bağlamın etkileri, karar verme sürecinin akış yönündedir. (Nutt., 1998).

İçerik, verilecek kararın türünü göstermektedir. Bazı karar vericiler stratejik kararlar alırken diğerleri çok önemli olmayan ancak nadir alınan kararları verebilmektedirler. Benzer şekilde, kimi karar vericiler kısa vadeli kararlar alırken diğerleri uzun vadede sonuç alınacak kararlar alabilirler. Kısaca, içeriğin yapılan seçimleri, gerçekleştirilen sonuçları ve uygulanan süreçleri etkilediğine inanılır (Whitcotton ve ark., 1998). Rajagopalan ve ark., (1998) bağlam ve içeriğin birlikte karar vericiyi etkilediğini ileri sürmektedir.

Karar verme sürecinin sonunda, karar verici problemin çözümüne dair karara varmış olur. Karar vericinin vermiş olduğu karar, objektif veya sübjektif olabilir. Verilen karar, hedefler ve gereksinimler doğrultusunda değerlendirilmelidir (Fülöp, 2005). Bu aşama, kararların sonuçlarını ve maliyetlerini göstermektedir. Bu nedenle alınan kararların sonuçları belgelenmeli ve etkileri ölçülmelidir (Bell ve ark., 1998).

3.2 Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

Tek kriterli karar verme yaklaşımında, analistler sorunla ilgili tüm verileri kapsayan benzersiz bir kriter oluşturur. Böylece, sorunla ilgili tek yönlü bir yaklaşım geliştirirler. Ancak gerçek hayatta, karar vericinin birbiriyle çelişen birçok hedefi bulunmaktadır. Tek bir kriterin incelenerek soruna dair ideal karara ulaştıracak bakış açısının elde edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle, karar vericiye dair tüm hedefleri ve olası karar çeşitleri, birçok kritere göre sınıflandırılmalıdır (Turskis ve ark. 2009). Çok kriterli karar verme, çok

kriterli problemlere tutarlı ve doğru çözüm bulunması için karar vericilere destek olmaktadır (Nilashi ve ark., 2012).

Simon'a (1977) göre, çok kriterli karar verme süreci aşağıdaki gibi üç ana aşamadan oluşmaktadır:

- İstihbarat Aşaması: Bu aşama, sorunu tanımlayarak kararın amacını netleştirmeyi amaçlamaktadır.
- Tasarım Aşaması: Problem için karar verme modelinin formülasyonu bu aşamada tanımlanır. Hedefe göre kriter ve alternatifler belirlenir.
- Seçim Aşaması: Bu aşamada kriterler seçilen yöntemle değerlendirilir. Karar problemine uygun bir çözüm önerilir.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde karar vericinin soruna dair en iyi çözümü bulabilmesi; sonlu bir alternatifler kümesini bulmak, sıralamak ve değerlendirmekten ibarettir (Hwang ve Yoon 1981).

Çok kriterli karar verme; maliyet, paydaş görüşleri ve karar verici gibi girdileri fayda ile birleştirmek için sistematik bir yaklaşımdır (Kabir, 2012). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin sınıflandırmasında birçok yöntem mevcuttur (Hwang ve Yoon 1981).

Bütün çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulamalarında; alternatiflerin değerinin belirlenmesi, kriter ağırlıklandırma ve alternatiflerin toplam puanlarının belirlenmesi ortak aşamalardır (Huang ve ark., 2011). Yöntemlerin uygulama aşamalarında, kriterlerin ağırlıklandırılması ve ölçüt değerlerinin belirlenmesi birbirinden farklılık göstermektedir (Kabir ve Carayannis, 2013).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde uygulanan kriter ağırlıklandırma,

- Her kriter için alternatiflerin performanslarının değerlendirilmesini
- Alternatiflerin, kriterleri karşılama durumuna göre sıralanmasını
- Tercihlerin belirlenmesini
- Bir alternatifi en iyi olarak kabul edilmesini
- Karar verme için önerilerde bulunmayı sağlamaktadır (Figueira ve ark., 2005).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde kriterlerin ağırlıklandırılması, en iyi çözümün seçimi, hedeflerin ölçeklendirilmesi, problemin çözümü için ek parametrelerin belirlenmesi farklılık gösterdiğinden, problemin çözümünde elde edilen sonuç, uygulanan yönteme göre birbirinden farklı olmaktadır. Her bir yöntemin diğer yöntemlere göre avantajı, dezavantajı ve uygulama alanları bulunmaktadır. (Figueira ve ark., 2005).

Günümüzde, en sık kullanılan ÇKKV Yöntemleri,

- PROMETHEE
- AHP
- GRA
- MACBETH
- COPELAND
- BORDA
- SAW
- ELECTRE
- MAUT
- UTA
- EN İYİ-EN KÖTÜ
- DEMATEL
- TOPSIS
- VİKOR' dur

3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

3.3.1 PROMETHEE Yöntemi

1982 yılında J. P. Brans tarafından geliştirilmiştir (Gök, 2015). Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre, önceliklendirme yöntemlerinin uygulamadaki zorluklarından hareketle geliştirilmiştir (Urfalıoğlu ve Genç, 2013). Bu nedenle diğer yöntemlere kıyasla kavram ve uygulama açısından kolaydır. Birbiri ile çelişen birkaç kriterin ve sınırlı sayıda alternatiflerin sıralanması gerektiği problemlerde uygulanmaktadır (Karakaşoğlu, 2008). Bu yöntemde, alternatifler farklı tercih fonksiyonları bazında değerlendirilip alternatiflerin kısmi ve tam sıralaması yapılır. Böylece, alternatiflerin ayrıntılı analizlerinin yapılması mümkün olmaktadır (Karaca, 2011).

Alternatiflerin her bir kriter için ikili olarak kıyaslaması yapılarak elde edilen değerlendirme tablosu, PROMETHEE yönteminin uygulamasının başlangıç noktası olarak kabul edilir. Uygulama aşamasında, sayısal verilerden oluşan bu tablonun yanısıra alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterlerin ağırlıklarını ifade eden nisbi önemi ve tercih fonksiyonu hakkında bilgi gereklidir (Urfalıoğlu ve Genç, 2013). PROMETHEE yöntemi uygulanırken en önemli aşama kriterlerin belirlenmesi aşamasıdır (Gök, 2015).

Yöntemin uygulama aşamaları; (Urfalıoğlu ve Genç, 2013; Karaca, 2011).

- Uygulamanın başlangıç noktası olarak kabul edilen alternatiflerin değerlendirme tablosu oluşturulur.
- Tercih fonksiyonları oluşturulur. Yöntemde, 6 adet tercih fonksiyonu bulunmaktadır.
- Tercih fonksiyonları temelinde her alternatif ikilisi için ortak tercih fonksiyonu belirlenir.
- İkili alternatifler için tercih indeksleri belirlenir.
- Alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlükleri belirlenir.
- Alternatiflerin kısmi sıralaması yapılır. Kısmi sıralama işlemi; alternatiflerin birbirine tercih edilmesinin, farksız olan ve kıyaslanamayacak olan alternatiflerin tespiti içindir.
- Alternatiflerin tam sıralaması yapılarak bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilir.

3.3.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi

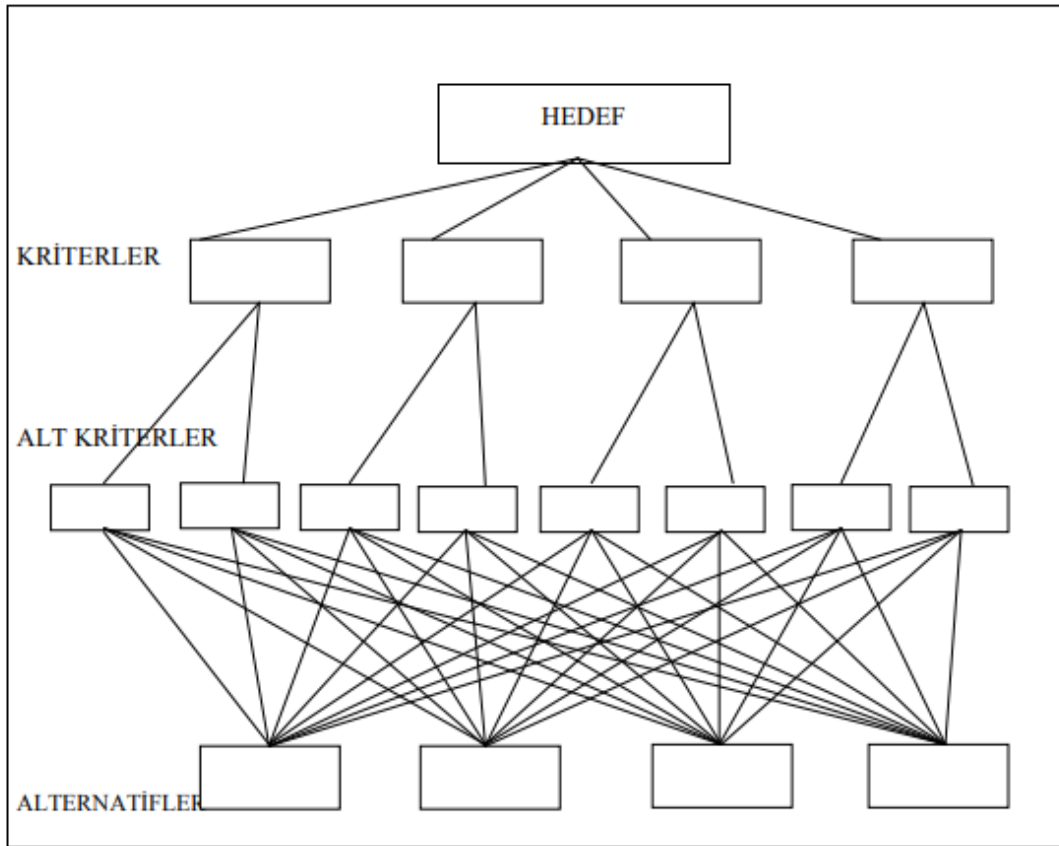
AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi, Thomas Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, 2008). Karmaşık karar problemlerini problemin temel hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösterecek şekilde hiyerarşik modellemeye imkân veren bir çok kriterli karar verme yöntemidir. En güçlü yanlarından biri, karar vericinin objektif ve sübjektif fikirlerine yer verebilmesidir. Bilgi, tecrübe ve düşüncelerin birleştiği bir yöntemdir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

AHP yönteminde problemin çözümü; ayrıştırma, karşılaştırmalı değerlendirme ve önceliklerin sentezlenmesi ilkelerine dayanmaktadır. Ayrıştırma ilkesi, hiyerarşinin oluşturulmasını içermektedir. Probleme dair amaç, kriter, alt kriter seviyeleri ve

alternatiflerden oluşan hiyerarşik yapı kurulur. Hiyerarşik yapı, üst kriterden ona bağlı olan alt kriterlere doğru oluşturulur (Alpay, 2010). Hiyerarşideki tüm parçalar birbiri ile ilişki halindedir ve parçalardan birindeki değişimin diğer öğeyi nasıl etkilediği kolaylıkla görülebilmektedir. Karşılaştırma ilkesinde, hiyerarşinin her seviyesindeki öğeler, alternatiflerin birbiri ile kıyaslanabilmesi için ikili karşılaştırılır (Karakaşoğlu, 2008). İkinci düzeydeki öğelerin matrisi, alt düzeyden farklı olarak genel amaca göre olan önemlerine göre ikili olarak karşılaştırılarak oluşturulur (Alpay, 2010). Analiz ilkesinde, elde edilen sonuçlara göre alternatifler sıralanır (Karakaşoğlu, 2008). Böylece, problemin bütünü veya hiyerarşinin en üst kısmındaki genel kriterlere göre öncelikler belirlenmiş olur (Alpay, 2010).

AHP Yönteminin Uygulanması;

- Problem tanımlanarak hiyerarşik yapı oluşturulur. Hiyerarşik yapının oluşturulması, AHP yönteminin temel prensiplerindendir. Hiyerarşinin en üstünde problemin hedefi, ara kısımda kriterler ve alt kriterler, en alt seviyesinde de alternatifler bulunur (Zahedi, 1986). Şekil 1’de, AHP yönteminin hiyerarşik yapısı sunulmuştur.



Şekil 1: AHP yöntemi hiyerarşi modeli (Karaca, 2011).

- Tüm elemanların birbiri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur (Liu ve Hai, 2005).
- İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı kontrol edilir. Tutarlılık oranı 0,10 veya daha yüksek çıkarsa, karşılaştırma matrislerinin tutarsız olduğu sonucuna varılır. Bu durumda, yapılan ikili karşılaştırmalar kontrol edilerek tutarlılık oranı 0,10'un altına düşürülmeye çalışılır. Tutarlılık oranının belirtilen değerin altına düşürülemediği durumda hiyerarşik yapıda değişikliğe gidilir (Karakaşoğlu, 2008).
- İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının onaylanması durumunda karşılaştırılan öğelerin öncelik değerleri bulunur ve bulunan öncelik değerleri birleştirilir (Zahedi, 1986). Öncelik değerlerinin birleştirilmesi için 4 farklı yöntem mevcuttur. Bu yöntemler; en basit, daha iyi, iyi ve en iyi yöntemleridir (Karakaşoğlu, 2008).
- Öğelerin öncelik değerleri birleştirilerek alternatiflerin hedefe dair öncelikleri tespit edilir (Zahedi, 1986).
- Kriterlerin öncelik değerleri ve alternatiflerin öncelik değerleri çarpılıp toplanarak birleştirilir. En yüksek puana sahip olan alternatif, problemin çözümü için en iyi alternatif olarak kabul edilir (Karakaşoğlu, 2008). Bu aşamada, karar vericilerin çeşitli kriterlere verecekleri öncelikler farklı olduğundan, aynı probleme dair farklı karar vericiler farklı hiyerarşi modeli oluşturabilmektedir (Erikan, 2002). Hiyerarşi oluşturulurken; hiyerarşik yapının problemi en iyi şekilde temsil etmesine, problemi etkileyen tüm unsurların göz önünde tutulmasına, problemin çözümünü kolaylaştırabilecek her türlü bilgiye, problemin çözümünde rol oynayacak katılımcıların belirlenmesine dikkat edilmelidir (Karakaşoğlu, 2008).

AHP yöntemi ile, karar problemleri hiyerarşik olarak ifade edilir. Hiyerarşi sayesinde, karmaşık problemler bile bileşenlerine ayrılarak basit bir yapıya dönüştürülür. AHP yöntemi, karar vericilerin objektif ve sübjektif değerlendirmelerini de dikkate alarak problemin çözümü için daha iyi karar verilmesine ve fikir birliğine varılmasında yardımcı olmaktadır. AHP yönteminin doğru karar vereceğine dair bir garanti bulunmamaktadır. AHP yönteminde, ikili karşılaştırmalar yapılırken kullanılan sözel ve sayısal ifadeler birbirlerini tam olarak karşılamayabilmektedir (Yaralıoğlu ve Köksal, 2009).

3.3.3 GRA Yöntemi

GRA Yöntemi, Ju-Long tarafından 1982 yılında geliştirilmiştir (Ju-Long, 1982). Karar verme problemlerinde, faktörler arasında karmaşık ilişki söz konusu olduğunda başvurulan bir yöntemdir. Hem nicel verilere hem de nitel verilere uygulanabilmektedir (Janka ve ark., 2021). Bilgilerin yetersiz veya kesikli olduğu, verilerde ise sayının çok ve belirsiz olduğu karar problemlerinin çözümünde etkin bir yöntemdir (Huang ve Liao, 2003). Karar verme problemlerindeki belirsizliklerin analizi amacıyla kullanılmaktadır (Feng ve Wang, 2000).

GRA Yönteminde, siyah renk bilinmeyen bilgiyi, beyaz renk bilinen bilgiyi temsil etmektedir (Hsiao ve Tsai, 2004). Renkler koyulaştıkça bilginin belirsizliği de artmaktadır (Liu ve Lin 2006). Gri sayılar, değeri net olarak bilinmeyen ancak alabileceği değer aralıkları tanımlanabilir olan sayılardır (Senger ve Albayrak, 2016).

GRA Yönteminin Adımları;

Karar verme yöntemlerinin çözümü için GRA yönteminin seçildiğinde, mevcut alternatifler arasından kıyaslama ve sıralama yapmak amacıyla, sıralamaya uygun olarak problem çözülmeye çalışılır. GRA Yönteminde öncelikle veri seti ve karar matrisi hazırlanır. İkinci olarak referans serisi ve alternatiflerin karşılaştırma matrisi hazırlanır. Birinci aşamada hazırlanan karar matrisine normalizasyon yapılarak normalizasyon matrisi oluşturulur. Hazırlanan normalizasyon matrisinin ardından mutlak değer tablosu oluşturulur. Gri ilişkisel katsayı matrisi ve gri ilişkisel dereceleri hesaplanır (Wu, 2002).

GRA Yöntemi, genel olarak altı adımdan oluşur.

1. Adım: Veri setinin hazırlanması ve karar matrisinin oluşturulması

Çözülmek istenen karar problemine ait veri seti ve karar matrisi oluşturulur. Karşılaştırma unsuru olarak faktör serisi belirlenir ve bu faktör serisinin miktarı, adet olarak 'm' ile ifade edilir. Mevcut alternatifler 'xi' ile, her bir kriter için alternatiflerin aldığı değerler $x_i(j)$ ile ifade edilir (Senger ve Albayrak, 2016). $X_i(j)$ ifadesi, i. değer j kriterini ifade etmektedir (Ayaydın ve ark., 2017).

M adet seri oluşturulacak şekilde alternatifler oluşturulur. ($i=1, 2, \dots, m$)

M adet alternatiflerin aldığı değerler belirlenir. ($j=1, 2, \dots, n$)

Alternatiflerden m adet seri oluşturulduktan sonra Eşitlik 3.1 ile X matrisi üzerinde gösterilecek olan karar matrisi oluşturulur (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

$$\begin{bmatrix} x1(1) & x1(2) & x1(3) & \dots & x1(n) \\ x2(2) & x2(2) & x2(3) & & x2(n) \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ xm(1) & xm(2) & xm(3) & \dots & xm(n) \end{bmatrix} \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

$X_i = (x_i(j), \dots, x_i(n))$

2. Adım: Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Karar matrisinin oluşturulmasının ardından faktörleri karşılaştırmak amacıyla referans serinin belirlenmesi gerekir. Belirlenecek olan referans serisi, $X_0 = (x_0(j))$ ile gösterilir.

Bu eşitlikteki j değeri, kriterlerin n ormalizasyon değerleri arasındaki en büyük değeri göstermektedir. Belirlenen referans değeri, hazırlanan karar matrisinin ilk satırına eklenir. Karar matrisine referans değerinin eklenmesiyle karşılaştırma matrisi elde edilir (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

3. Adım: Karar matrisinin normalize edilmesi ve normalizasyon matrisinin oluşturulması

Karar probleminin çözümlenmesinde serileri karşılaştırabilmek için, mevcut verilerin aynı birime dönüştürülmesi mecburidir. Aynı birimlere dönüştürülme sonucunda verilerin kıyaslanması mümkün olabilmektedir. Verilerin kıyaslanabilmesi amacıyla yapılan bu dönüştürme işlemi, normalizasyon olarak adlandırılmıştır (Chang ve ark., 2003).

Normalizasyon işlemi, 3 farklı şekilde yapılabilmektedir (Kou ve ark., 2020). Mevcut problemlerin çözümünde amaç; kar elde etmek ise maksimum değere, maliyet ise minimum değere, eğer amaçtan ziyade belirlenen bir değer mevcutsa, belirlenen değere olan uzaklık hesaplanır (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

Kar elde etmek amacıyla yapılan normalizasyonda Eşitlik 3.2 ile elde edilir (Kou ve ark., 2020).

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

Eğer normalizasyon işleminin amacı maliyet ise Eşitlik 3.3 ile elde edilir (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

$$x_i^* = \frac{\max x_i(j) - x_i(j)}{\max x_i(j) - \min x_i(j)} \quad (\text{Eşitlik 3.3})$$

Normalizasyon işleminde optimal değer kullanılacak ise Eşitlik 3.4 ile elde edilir (Kou ve ark., 2020).

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - x_0(j)}{\max(j) - x_0(j)} \quad (\text{Eşitlik 3.4})$$

Eşitlik 3.4'te $x_0(j)$ ile ifade edilen değer, belirlenen optimal değeri ifade etmektedir. Ve optimal değer, j . değer referans değeridir (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

Yapılan normalizasyon işleminin ardından matris hazırlanır ve hazırlanan matris x^* ile gösterilir (Kou ve ark., 2020). Matrisinin hazırlanmasıyla karar matrisi normalizasyon matrisine dönüştürülmüştür (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

4. Adım: Mutlak değer tablosunun oluşturulması

Bu adımda, referans değerlerle kriterlere ait değerlerin fark matrisleri oluşturulur. Referans değer (x_0^*) ile kriterlere ait değerlere (x_i^*) ait farkın pozitif çıkması için, farkın mutlak değeri alınır. Referans değerler ile kriterlere ait değerler arasındaki farklar Eşitlik 3.5 ile hesaplanır (Karaoğlan ve Şahin, 2018).

$$\Delta_{oi} = |x^*_{o(j)} - x^*_{i(j)}| \quad (\text{Eşitlik 3.5})$$

Her bir kriterin referans değerle farkının alınıp Eşitlik 3.6 ile matris elde edilir (Senger ve Albayrak, 2016).

$$\Delta_{oi} = \begin{bmatrix} \Delta_{oi}(1) & \cdots & \Delta_{oi}(n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{om}(1) & \cdots & \Delta_{om}(n) \end{bmatrix} \quad (\text{Eşitlik 3.6})$$

5. Adım: Gri ilişkisel katsayı matrisinin oluşturulması

Gri ilişkisel katsayı matrisi, Eşitlik 3.7 kullanılarak hesaplanır (Kou ve ark., 2020).

$$\gamma_{oi}(j) = \frac{\Delta_{min} + \delta\Delta_{max}}{\Delta_{oi} + \delta\Delta_{max}} \quad (\text{Eşitlik 3.7})$$

Eşitlik 3.7 ile ifade edilen δ katsayısı, 0 ile 1 aralığında değerler alabilir. Bu katsayının kullanılma sebebi, Δ_{oi} ile $\delta\Delta_{max}$ değerleri arasındaki farkı ayarlamak içindir. δ kat sayısının belirlenmesinde; 1 değerinde ayırım en üst seviyede iken 0 değerinde zıtlık söz konusu değildir. Ancak, veriler arasındaki farkın fazla olduğu durumlarda, mevcut zıtlığı azaltmak amacıyla da 0'a yakın değerler seçilebilmektedir (Avdan, 2018).

6. Adım: Gri ilişkisel derecelerin hesaplanması

Aşağıdaki Eşitlik 3.8 τ_{oi} yardımıyla, gri ilişki katsayılarının ortalamaları alınarak gri ilişki dereceleri hesaplanır. Eğer kriterler eşit öneme sahip ise Eşitlik 3.8 kullanılır.

$$\tau_{oi} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n (\gamma_{oi}(j)) \quad (\text{Eşitlik 3.8})$$

(i=1,2,...,n)

Bu τ_{oi} değeri, i. serinin gri ilişkisel derecesini gösterir.

Eğer kriterlerin önem dereceleri farklı ise Eşitlik 3.9 kullanılır.

$$\tau_{oi} = \sum_{j=1}^n (w_i(j) - (\gamma_{oi}(j))) \quad (\text{Eşitlik 3.9})$$

(i=1, 2,...,m)

Eşitlikte 3.9'da $w_i(j)$ verilen değeri, j. değerin önem derecesini göstermektedir.

Karar problemlerinin GRA yöntemi ile çözülmesinde son aşama, alternatiflerin, gri ilişkisel derecelerine göre küçükten büyüğe doğru sıralanmasıdır. Alternatiflerin gri ilişkisel derecesi arttıkça, referans seriye geometrik olarak benzerlikleri de artmaktadır

(Avdan, 2018). Bu nedenle, mevcut karar problemin çözümünde en yüksek dereceye sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir. En düşük dereceye sahip olan alternatif ise, mevcut problemin çözümü için en kötü alternatif olarak belirlenir (Arslan, 2018).

3.3.4 MACBETH Yöntemi

MACBETH yöntemi, 1976 yılında Keeney ve Raiffa tarafından geliştirilen çok nitelikli karar verme tekniklerindedir. (Ayçin ve Çakın, 2019). 1990'lı yıllarda Bana e Costa, Vansnick ve De Corte tarafından tanıtılmasının ardından bir çok alanda uygulanmıştır (Kundakçı, 2016).

MACBETH yöntemi, karar vericilerin kalitatif yargılarından hareketle kantitatif karar verme amacındadır. Bu yöntem ile, karar vericilerin aklındaki soruları ve karar vericilerin alternatifler arasındaki tercih düzeylerini belirtecek bir ölçek oluşturulmaya çalışılır (Karataş Cevizci ve Kayacan, 2019).

MACBETH yönteminde her bir kriter, alternatiflerin kısmi faydasını göstermektedir. Alternatiflerin kısmi faydaları değer fonksiyonuyla birleştirilip toplam fayda elde edilir (Cuadrado ve Fernandez, 2013).

Diğer karar verme yöntemlerinden farklı olarak MACBETH yöntemi, alternatiflerin değerleri ve kriterlerin ağırlıkları doğrultusunda program yardımıyla alternatiflerin puanlarını hesaplamaktadır (Roszkowska, 2014). Kantitatif değerler yerine kalitatif değerlere dayanarak değerlendirme yapar. Bu nedenle ikili karşılaştırmaların yapılabilmesi için takdire dayalı bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır (Genç ve ark., 2015). Karar vericinin vermiş olduğu kalitatif bilgilerin tutarlılığı, yazılım programı aracılığıyla değerlendirilmektedir. Bilgilerin tutarsız olması durumunda çözüm için öneri sunmaktadır (Karataş Cevizci ve Kayacan, 2019).

MACBETH yönteminde alternatifleri önemlerine göre sıralamak amacıyla yedi ifade bulunmaktadır. “Bu ifadeler: no (üstünlük yok), very weak (çok zayıf), weak (zayıf), moderate (orta), strong (kuvvetli), very strong (çok kuvvetli) ve extreme (aşırı kuvvetli) ifadeleridir” (Arslan, 2018).

Mevcut problemin MACBETH yöntemi ile çözümünde ilk aşama, problemin çözümündeki seçenekleri oluşturacak olan kriterlerin belirlenmesidir. İkinci aşamada, seçilen kriterler arasından ikili karşılaştırmalar yapılarak matris oluşturulur (Karande ve Chakraborty, 2013). Üçüncü aşamada, oluşturulan matristeki uyumsuzlukların tespiti yapılır. Bu aşamada karar verici yargılarını gözden geçirip düzeltmeler yapmaktadır. Son aşamada, lineer programlamayla alternatiflerin ağırlıkları ve aldıkları puanların toplamı hesaplanır (Burgazoğlu, 2015).

- **Problemin Yapılandırılması:**

Bu aşamada, öncelikle karar verici, mevcut alternatifler için seçim kriterleri belirlemektedir. Kriterlerin seçiminin mümkün olduğunca titiz bir şekilde yapılması oldukça önemlidir. Alternatiflerin seçimi için en etkili kriterler belirlenir, bu kriterler değer ağacı veya hiyerarşi yardımıyla görselleştirilerek problem yeniden yapılandırılır. AHP yönteminden farkı, MACBETH yönteminde kriter olarak kabul edilmemiş olan ebeveyn noktalarının da belirlenmesi ve bu noktaların karara dahil edilmemesidir (Arslan, 2018).

- **Puanlama İşlemi:**

Bu aşamada, yapılandırılan problemin çözümü için puanlama yapılır. İlk olarak kriterlerin her bir kriterin amaca göre ikili karşılaştırmalar yapılarak ağırlıklandırılması yapılır. Ardından, her bir alternatif için seçenek puanı hesaplanır. Seçenek puanları, alternatiflerin her birinin kriterlere göre tercih edilme durumunu göstermektedir. Son olarak, alternatiflerin ağırlıklandırma ve puanları aracılığıyla genel puanları hesaplanır (Costa ve ark., 2005).

- **Tutarlılık Kontrolü:**

Bu aşamada, karar vericinin yaptığı değerlendirmeler yazılım programına girilir ve kaydedilir. Program, karar verici tarafından kayıt edilmiş olan tercihlerin tutarlılığına dair doğrulamalar yaparak, tespit ettiği tutarsızlıkların çözümü için karar vericiye öneriler sunar (Arslan, 2018).

- **Seçeneklerin ve Genel Puanların Hesaplanması**

Bu aşamada, lineer programlamayla karar vericinin belirtmiş olduğu ifadelerin çözümü gerçekleştirilir. Toplam kriterlerin ağırlıkları 1 olacak şekilde hesaplamalar yapılır. En az tercih edilen kriterin puanı 0 olarak belirlenir. Karar vericinin yargıları ve tercihlerinin

sayısallaştırılması yapılır. Tercihlerin ve yargıların sayısallaştırılmasıyla alternatiflerin seçenek puanları elde edilir. Seçenek puanları, kriter puanlarıyla çarpılır. Elde edilen çarpım sonuçları toplanarak genel puanlar hesaplanır. Genel puanlarına göre alternatifler sıralanarak alternatiflerin seçimi gerçekleştirilir (Ertuğrul ve Öztaş, 2016).

3.3.5 Copeland Yöntemi

Copeland Yönteminde, bir alternatifin diğer alternatife göre galip gelmesinin ve mağlup olmasının sayı farkı alınarak elde edilen sonuçlara göre alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanır (Klamlar, 2003).

İlk olarak, alternatifler ikili olarak karşılaştırılır. A_i ve A_j alternatiflerinin karşılaştırılması durumunda; A_i alternatifinin galip gelmesi durumunda 1, A_j alternatifinin galip gelmesi durumunda 0 puan verilir (Çakıl, 2017).

İkinci adımda, her bir alternatifin karar vericilerin nezdinde almış olduğu sayılar toplanarak $S(i,j)$ olarak gösterilir. Bu değer; A_i alternatifin A_j alternatifine kıyasla her karar vericiden almış olduğu skorları göstermektedir (Saari ve Merlin, 1996).

Üçüncü adımda; alternatiflerin her bir karar vericiden almış olduğu skorlar toplamı diğer alternatiflerle kıyaslanarak galip gelen alternatif tespit edilir. Bu adımda, galip gelen alternatife 1, yenilene -1, eşitlik olması durumunda ise her bir tarafa $\frac{1}{2}$ puan verilmektedir. Benzer şekilde, alternatiflerin -1 değerleri de toplanarak her bir alternatifin yenilgi puanı hesaplanır. Her bir alternatifin almış olduğu galibiyet puanları ve yenilgi puanları toplanarak Copeland puanı hesaplanmış olunur (Çakır, 2017).

Copeland puanı en yüksek olan alternatifin en iyi alternatif olacağı mantığından hareket edilerek, alternatifler Copeland puanına göre, puanı en yüksek olan alternatiften en düşük olan alternatife doğru sıralanır. Alternatiflerin Copeland puanlarının eşit olması durumunda, i değeri küçük olan alternatifin daha iyi olduğu kabul edilmektedir (Sharrah, 2010).

3.3.6 Borda Yöntemi

Borda yöntemi, 1770 yılında, matematik ve fizik alanında bilim insanı olan Jean-Charles de Borda tarafından geliştirilmiştir (Aydın, 2019). Borda yönteminin, modern seçim sistemlerinin geliştirilmesinde önemli katkı sağlamıştır. Karar vericilerin bireysel

tercihlerinin toplamına göre alternatifleri sıralamaktadır. Bu yöntem, iki veya daha fazla sayıdaki sıralama işlemlerini tek bir sıraya indirgeyerek veri birleştirmektedir (Karaatlı ve Dağ, 2018). Borda yönteminde veri birleştirip tek bir sıra elde ederek en iyi alternatifin seçimi için etkinliğin artırılması hedeflenmektedir (Oflluoğlu ve ark., 2017).

Borda yönteminin kullanımı sırasında puanlamaya yönelik olarak farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir (Yücel, 2018). Borda yönteminde, her bir alternatif eşit önem derecesinde kabul edilir (Wu, 2011). Mevcut alternatif sayısı “n” ile sembolize edilerek, ilk yaklaşımda; en kötü alternatife 0, en iyi alternatife n-1 puan verilmektedir (Aydın, 2019). Diğer yaklaşımda, en kötü alternatife 1, en iyi alternatife ise n değeri verilir (Yücel, 2018). Alternatiflerin almış olduğu tüm puanlar toplanarak borda sayım puanı elde edilir (Ömürbek ve ark., 2020). Puanlama sonrasında, en yüksek puana sahip olan alternatif, en iyi alternatif olarak kabul edilir (Üçüncü, 2019). Alternatiflerin son puanının aynı olması durumunda, son sırada en az yer almış olan alternatife sıralamada öncelik verilir (O’Neill, 2004).

Borda yönteminin avantajları uygulanmasındaki kolaylık ve eğitim gerektirmemesi iken dezavantajları ise uygulama yapan kişilerin deneyimlerini göz ardı etmesidir. (Üçüncü, 2019).

3.3.7 SAW Yöntemi

SAW yöntemi, 1954 yılında Churchman ve Ackoff tarafından portföy seçim problemlerine uygulanarak literatüre kazandırılmıştır. SAW Yönteminin diğer adı, Ağırlıklı Toplam Modeldir (Çakır ve Perçin, 2013). Matematiksel olarak uygulanmasının basit olması sebebiyle literatürde en fazla kullanılan tekniklerdendir (Yeh, 2003).

SAW Yönteminde, kriterlerin her birinin katkıları toplanarak indeks oluşturulur. Birbirinden farklı birimlerin toplanmasının mümkün olmaması sebebiyle, diğer yöntemlerde olduğu gibi SAW yönteminde de veriler normalize edilir (Ersöz ve Kabak, 2010). Her bir ölçütün toplam puana katkısı birbirinden farklıdır. Bu nedenle karar verici tercih yaparken diğer kriterlerin değerlerinden etkilenmemelidir (Fishburn, 1996).

Her alternatifin kriter değerlerini içeren karar matrisi oluşturularak kriter ağırlıkları atanır. Her bir alternatifin almış olduğu toplam puan hesaplanarak en yüksek puana sahip olan alternatif seçilir (Janic ve Reggiani, 2002).

SAW Yönteminin Aşamaları;

SAW yöntemi, 2 aşamada uygulanmaktadır.

1. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Öncelikle kriterlerin türü belirlenir.

Eğer kriterlerin türü “maksimizasyon” olarak belirlenirse Eşitlik 3.10 kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max X_{ij}} \quad (\text{Eşitlik 3.10})$$

Eğer kriterlerin türü “minimizasyon” olarak belirlenirse Eşitlik 3.11 kullanılarak karar matrisi normalize edilir (Urmak ve ark., 2017).

$$r_{ij} = \frac{\min X_{xij}}{x_{ij}} \quad (\text{Eşitlik 3.11})$$

Hesaplanan tüm kriter değerlerinin pozitif olması gerekmektedir. Pozitif olmaması durumunda, negatif kriter değerleri Eşitlik 3.12 ile pozitive dönüştürölür (Ömürbek ve ark., 2016).

$$r_{ij} = r_{ij} + I_{\min} r_{ij} + 1 \quad (\text{Eşitlik 3.12})$$

2. Alternatif Tercih Değerlerinin Hesaplanması

Eşitlik 3.13 yardımıyla birinci adımda hesaplanmış olan alternatiflerin değerleri ile her bir kriter ağırlığı çarpılarak her bir alternatife ait toplam tercih değeri hesaplanır (Yoon ve Hwang, 1995).

$$S_{ij} = \sum_{j=1}^m w_j \cdot r_{ij} \quad (\text{Eşitlik 3.13})$$

Formöldeki w_j değeri; j kriterine verilen önemin ağırlığını göstermektedir. W_j değerinin yüksek olması durumunda, alternatif daha fazla tercih edilecektir.

Her bir alternatifin değerinin (S_j), alternatiflerin değerlerinin toplamına bölünmesiyle göreli değerleri hesaplanır. Yüksek göreli değere sahip olan alternatif, ilk sırada yer almaktadır (Urmak ve ark., 2017).

3.3.8 ELECTRE Yöntemi

Electre yönteminin kökeni, 1965 yılında Avrupa’da bir danışmanlık şirketi olan SEMA’ya dayanmaktadır. SEMA’daki araştırmacılar, firmaların sorunlarını çözmek için ağırlık temelli birçok kriterli karar verme yöntemi olan MARSAN (Méthode d’Analyse, de Recherche, et de S’élection d’Activités Nouvelles)’ı geliştirdiler (Figueria ve Roy, 2005). B. Roy, MARSAN’ın dezavantajlarının üstesinden gelebilmek için 1965 yılında ELECTRE yöntemini geliştirmiştir (Roy, 1991). ELECTRE ismi, Eliminasyon Et Choix’in kısaltmasıdır. Daha sonra bu yöntem, ELECTRE I adıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ve kısa bir süre sonra ELECTRE I yöntemi, birçok alanda başarılı bir yöntem olarak bulunmasına rağmen çok yaygınlaşamamıştır. ELECTRE I yönteminin ardından ELECTRE IV ve ELECTRE IS yöntemleri geliştirilmiştir (Figueria ve Roy, 2005).

1960’lı yılların sonlarında, reklam tanıtımlarıyla ilgili medyada karar verme tekniği olarak ‘sürelili yayınlar için uygun bir sıralama sistemi’ olması amacıyla ELECTRE II' yöntemi geliştirildi ve eşik yaklaşımı olarak tanıtıldı. Birkaç yıl sonra, ELECTRE II’ye göre daha kapsamlı ve ayrıntılı olan ELECTRE III yöntemi geliştirildi. (Lagrange, 1975). ELECTRE III’ün geliştirilmesi üzerine bulanık ikili geçiş ilişkileri kullanılarak ELECTRE IV yöntemi geliştirildi (Figueria ve Roy, 2005).

1970’li yıllarda, karar ağacı temelli bir yaklaşım olan trichotomi prosedürü önerilmiştir (Roy ve Vincke, 1981). Trichotomi prosedürünün önerilmesinin ardından bankacılık sektöründe, kredi başvurusunda bulunan müşterilerin talebini kabul veya reddetmek için şirketlere karar verebilmesinde yardımcı olabilmesi amacıyla ELECTRE A yöntemi geliştirilmiştir. ELECTRE A’nın geliştirilmesinin ardından, diğer ELECTRE yöntemlerine göre daha basit ve genel olan, uygulama bağlamında diğer ELECTRE yöntemlerinden farklı olan ELECTRE TRI yöntemi geliştirilmiştir (Figueria ve Roy, 2005).

ELECTRE yöntemleri arasında farklılık bulunsa da temeli, alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılarak üstün olan alternatifin tercih edilmesine dayanmaktadır. Bu amaçla sıralama işlemi yapılır. Sıralama işleminde, tüm alternatifler birbirleriyle kıyaslanır.

Kıyaslama sonucunda, bir alternatif diğerine göre üstün bulunarak seçilir. ELECTRE yöntemleri sayesinde çok sayıdaki nicel ve nitel kriterler karar verme sürecine dahil edilebilmekte, karar vericinin amaçları doğrultusunda kriterler ağırlıklandırılabilen ve bir dizi işlem sonrası en uygun alternatif belirlenebilmektedir (Yoon ve Hwang, 1995).

Seçim problemleri için ELECTRE I ve ELECTRE IS yöntemleri; sıralama problemleri için ELECTRE II, ELECTRE III ve ELECTRE IV yöntemleri, atama problemlerinde ise ELECTRE TRI yöntemleri kullanılabilir (Yürekli, 2008).

- Electre I Yöntemi

Electre I yöntemini 1968 yılında B. Roy geliştirmiştir (Roy, 1968). Daha ziyade, teorik ve pedagojik bir yöntemdir. Electre I yönteminin uygulanması oldukça basittir. Electre I yönteminde hem nitel hem de nicel olmak üzere çok çeşitli heterojen kriterler kümesi ve bunlara ilişkin ölçekler bulunmaktadır. Kriterler, aynı aralıklarla sayısal ölçeklerde kodlanmıştır (Figueria ve Roy, 2005).

Electre I yönteminin amacı, alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak en iyi alternatifi belirlemektir. Alternatiflerin ikili karşılaştırılması sonucunda, ikili karşılaştırmalara ait bir küme ve bu kümeye ait bir alt küme elde edilir. Oluşturulan alt kümedeki alternatifler sorunun çözümü için net bir sonuç olmasalar dahi, kümenin dışında kalan diğer alternatiflere göre üstündürler (Maystre ve ark.,1994). Bu nedenle Electre I yöntemi uygulanırken amaç, alt kümeyi bulabilmektir. Bu amaçla uyum ve uyumsuzluk göstergeleri hesaplanarak sıralama işlemi yapılır ve çekirdek grafik elde edilir (Figueria ve Roy, 2005).

- ELECTRE IV Yöntemi

ELECTRE IV yöntemi, Electre I yönteminin dezavantajlarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem, olumsuzluk eşiği için bir değer belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (Maystre ve ark., 1994).

Bu yöntemde, uyumsuzluk eşiğine bir üst değer tanımlanmakta ve uyumsuzluk eşiğinin geçemeyeceği bir değer belirlemeye çalışılmaktadır. Dolayısıyla, uygulamada Electre IV yönteminin Electre I yönteminden tek farkı, Electre I yöntemine ilaveten belirlenen bir uyumsuzluk eşiği üst değer koşuludur (Roy, 1990).

En iyi alternatifin seçilmesi ve en iyi alternatif dışındaki diğer alternatiflerin iyiden kötüye doğru sıralanması işlemi, Electre III yönteminde olduğu gibidir. Electre IV yönteminde, Electre III yönteminde kullanılan kriter ağırlıkları hesaplanmamaktadır. Electre IV yönteminde, kriterlerin daha fazla önemli veya daha az önemli olduğunun bir önemi yoktur. Kriterlerin hiçbiri problemin çözümü sürecinde baskın rol üstlenmemektedir. Bu sebeple, Electre III yönteminde hesaplanan uyum göstergeleri ve uyumsuzluk göstergesi, Electre IV yönteminde kriter ağırlıkları hesaplanmadığı için hesaplanmamaktadır (Yürekli, 2008).

Electre IV yönteminde önemli olan alternatiflerin hangi kriterlerde birbirine göre üstün olup olmaması değil, üstünlüğünün sayısıdır. Yani alternatiflerin, diğer alternatife göre kaç kriterde üstün olduğu önem taşımaktadır (Roy, 1983).

Her ne kadar alternatiflerin sıralanması ve çözüm önerisi getirilmesi konusunda Electre III yöntemiyle benzerlik gösterse de, Electre IV yönteminde; kuvvetli tercih edilebilirliklerine ve zayıf tercih edilebilirliklerine göre sıralanan alternatifler, dört farklı seviyede birbirleriyle kıyaslanmakta ve mevcut problemin çözümüne dört farklı açıdan öneri sunulmaktadır. Yani alternatifler, kuvvetli tercih edilebilirlik ve zayıf tercih edilebilirliklerine ilaveten yarı tercih edilebilirlik ve kanobik tercih edilebilirliklerine göre de kıyaslanmaktadır (Figueria ve Roy, 2005).

- ELECTRE IS Yöntemi

ELECTRE IS yöntemi, Electre I yönteminin bir uzantısıdır. Electre I yöntemi ile arasındaki temel fark; gerçek kriterlerin yerine sahte kriterler kullanmasıdır. Electre IV yöntemi ile gelen uyumsuzluk üst değer koşulu pekiştirilmeye çalışılmıştır. İlaveten, eşitlikte ve uyum eşliğinde değişikliğe gidilmiştir (Figueria ve Roy, 2005).

Electre I yönteminde olduğu gibi, Electre IS yönteminde de en iyi alternatiflerin bulunduğu çekirdek oluşturulur ve alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanır. Electre I yöntemindekilerin dışında; tüm alternatiflerin oluşturduğu küme (A) ikiye bölünmekte, iki alt küme oluşturulmaktadır. N alt kümesi; herhangi bir seçenek tarafından tercih edilmeyen alternatiflerin oluşturduğu kümedir ve çekirdek olarak adlandırılır. Problemin çözümü için en ideal alternatif; çekirdek kümede bulunmaktadır. Diğer alt küme; A/N olarak sembolize

edilmekte ve minimum başka bir seçenek tarafından tercih edilen alternatiflerden oluşmaktadır (Yürekli, 2008).

Electre IS yönteminde, bütün alternatiflerin birbiriyle kıyaslanmasının ardından çekirdek küme bulunur ve işlem sonlandırılır. Diğer Electre yöntemlerinin amacı probleme ideal çözümü bulmak iken Electre IS yönteminin amacı çekirdek kümeyi bulmaktır. Bu nedenle Electre I yöntemine farklı bir bakış açısı sunmak amacıyla geliştirilmiştir (Figueria ve Joy, 2005).

- Electre II Yöntemi

Electre II yöntemi, Electre IV yöntemine oldukça benzemektedir. Aynı zamanda, gömülü bir geçiş ilişkileri dizisinin oluşturulması tekniğini temel alan ilk yöntemdir. Electre II yöntemi, Electre I yöntemine benzemektedir. Electre I yönteminde uygulanan bütün işlemler Electre II yönteminde de uygulanmaktadır. İlâveten, tüm seçenekler iyiden kötüye doğru sıralanır. Electre II yönteminde, Electre I yönteminden farklı olarak uyumsuzluk göstergeleri de hesaplanmaktadır (Figueria ve Roy, 2005).

- Electre III Yöntemi

Electre II yönteminde sahte (gerçek dışı), belirsiz verilerle işlem yapıldığı için Electre II yönteminin gerçek hayattaki verilere uygulanmakta güçlük çekilmiştir. Bu güçlüklerin üstesinden gelerek Electre yöntemlerini gerçek hayattaki problemler için kullanabilmek amacıyla Electre III yöntemi geliştirilmiştir. Electre III yönteminde, geçiş ilişkisi bulanıktır. Geçiş ilişkisinin bulanık olmasından dolayı varsayım (çıkarım) problemlerini çözebilmek amacıyla, uyumsuzluk değerinin çözülebilmesi için Electre TRI yöntemiyle kombine kullanılması önerilmektedir. Bu amaçla Electre III yöntemi ile Electre TRI yönteminin modifikasyonunun kullanılması durumunda, Electre III yöntemindeki bulanık olan geçiş ilişkisinden sömürü prosedürü türetilerek uygulanabilmesi mümkün olacaktır (Figueria ve Roy, 2005).

Electre III yöntemi ile getirilen bir başka yenilik ise, gerçek ölçütler yerine sanal (sahte) ölçütler kullanılmasıdır. Electre II yönteminde olduğu gibi alternatiflerin kriter skorları arasındaki farka bakılarak hem en iyi olan alternatif seçilir hem de en iyi alternatifin dışında kalan diğer alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanır (Alinezhad ve Khalili, 2019)

Electre II yönteminde, en iyi alternatifin seçilmesi ve kalan diğer alternatiflerin iyi olan alternatiften kötü olana doğru sıralanması için sadece kriter skorları arasındaki fark yeterli iken Electre III yönteminde, söz konusu işlemler için kriter skorları arasındaki farkın büyük veya küçük olması da detaylıca incelenmektedir. Skorları arasındaki farkın büyüklük veya küçüklük derecesine göre, alternatiflerin tercih edilebilirliği belirlenmektedir (Yürekli, 2008).

Kriter skorları arasındaki farkın büyüklüğü veya küçüklüğüne bakılmasının yanında, Electre III yönteminde her bir kriter için veto değeri getirilmiştir. Veto değerinin getirilmesinin sebebi, kriterlerin skorları arasındaki farkın çok yüksek olmasını engellemektir. Electre III yöntemi ile getirilen bir diğer yenilik ise; farksızlık unsurudur. Farksızlık unsuru ile bazı seçeneklerin birbirine karşı üstün olmadığı yani birbirlerine göre farklılıklarının olmadığı sonucu çıkarılabilmektedir (Figueria ve Roy, 2005).

3.3.9 MAUT Yöntemi

1976 yılında Keeney and Raiffa tarafından geliştirilmiştir (Greco ve ark., 2016). Yöntemin basitliği ve karar vericilere hareket özgürlüğü sağlaması nedeniyle yöntemin sonuçları oldukça realistiktir (Alinezhad ve Khalili, 2019)

MAUT yöntemi, karar vericiye çelişkili hedefler arasından seçim yapabilmek amacıyla mantıklı yol önermeye çalışmaktadır (Kim ve Song,2009). MAUT yöntemi uygulanırken, öncelikle hedef seçilir ve amaca uyan özellikler oluşturulur. Seçilen hedeflere ait kriterler nicel olarak ifade edilir. Seçilmek istenen niteliğe ait fayda fonksiyonları oluşturulur. Kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanır ve çok kriterli fayda fonksiyonu oluşturulur (Arslan, 2018).

MAUT yönteminde temel amaç, karar vericinin tercihlerini fayda fonksiyonuyla ifade etmektir. Bu fayda fonksiyonu, bir alternatifin değerlendirilmesine imkân tanıyacak şekilde kriterlerden oluşmalıdır. Karar verici, ilk olarak marjinal fayda puanını belirler. İkinci olarak, kriterlere ait marjinal fayda değerleri oluşturulur (Ishizaka ve Nemery, 2013).

MAUT Yönteminin Uygulanması;

- İlk olarak kriterler ve kriterlerin seçiminde yardımcı olan nitelikler belirlenir (Ömürbek ve ark., 2016).

- Kriterlerin ağırlıkları belirlenir. Tüm kriterlerin ağırlık değerleri toplamı 1'e eşit olmalıdır (Zietsman ve ark., 2006)
- Kriterlerin değerleri belirlenir (Alinezhad ve Khalili, 2019)
- Belirlenen değerlerle karar matrisi hazırlanır ve hazırlanan karar matrisine normalizasyon yapılır. Normalizasyon işleminde, öncelikle her bir kriter için en iyi ve en kötü değerler belirlenir. En iyi değer 1, en kötü değer 0 değeri almaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013).

0 ve 1 arasındaki değerlerin hesaplanması Eşitlik 3.14 ile ifade edilir (Ömürbek ve ark., 2016).

$$f_j(ai) = \frac{f_j(ai) - \min(f_j)}{\max(f_j) - \min(f_j)} \quad (\text{Eşitlik 3.14})$$

Fayda fonksiyonu, aşağıdaki Eşitlik 3.15 yardımıyla gerçekleştirilir (Alinezhad ve Khalili, 2019)

$$U(ai) = \sum_{j=1}^q f_j(ai) * w_j \quad (\text{Eşitlik 3.15})$$

Eşitlik 3.15'te (ai) ile alternatifin fayda değeri, $f_j(ai)$ ile her bir alternatif ve kriter için normalize fayda değeri, w_j ile ağırlık değeri sembolize edilmektedir (Erol ve ark., 2011).

3.3.10 UTA Yöntemi

Jacquet-Lagreze ve Siskos tarafından 1982 yılında MAUT yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir (Jacquet ve Siskos, 1982). UTA yönteminin temeli regresyon hesaplamalarıdır ve doğrusal programlamalardan yararlanılır. Karar vericiyi ideal çözüme ulaştırmak amacıyla, belirli kısıtlar dikkate alınarak farklı modellerle fayda fonksiyonu oluşturulur (Ishizaka ve Nemery 2013).

“UTA yönteminde fayda fonksiyonu ağırlıklı toplamsal, çarpımsal, logaritmik toplamsal, yarı toplamsal gibi farklı modellerle hesaplanabilmektedir. Ancak işlem kolaylığından dolayı genelde fayda fonksiyonu olarak toplamsal model tercih edilmektedir” (Arslan, 2018).

- Toplamsal Model

Kriterler q , her bir alternatifin değeri $f_j(\alpha_i)$, marjinal fayda U_j , değerinin ağırlığı W_j ile gösterildiğinde, marjinal faydanın toplamsal modelle ifadesi Eşitlik 3.16 ile ifade edilir.

$$U[f_1(\alpha_1), \dots, f_q(\alpha_i)] = \sum_{j=1}^q U_j[f_j(\alpha_i)]w_j \quad (\text{Eşitlik 3.16})$$

U_j (sıfır veya sıfırdan büyük bir değer almakta olup genellikle azalmayan bir fonksiyondur (Ishizaka ve Nemery, 2013).

- Birleştirme Ayrıştırma Yaklaşımı

Birleştirme yöntemlerinde tercihler önceden bilinmemekte, ayrıştırma modelinde ise önceden bilinen evrensel model referans alınarak karar vericinin tercihine uygun bir model oluşturulmaya çalışılmaktadır (Floudas ve Pardalos, 2008).

UTA yönteminde birleştirme ve ayrıştırma yaklaşımı kullanılırken, birleştirme modeli toplamsal model olarak kabul edilir. Referans seti sıralamasına uyan bir yada daha çok sayıda toplamsal değer fonksiyonu elde edilmeye çalışılır. Değer fonksiyonlarının sonuçlarının doğru olması amacıyla doğrusal programlamalardan yararlanır (Siskos ve Jacquet, 2001)

Birleştirme ayrıştırma yöntemine göre toplamsal değer fonksiyonu Eşitlik 3.17 ile ifade edilir.

$$u(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) \quad (\text{Eşitlik 3.17})$$

Ayrıştırma normallerine dair kısıtlar Eşitlik 3.18 ile ifade edilir.

$$\begin{aligned} 1 &= \sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) \\ u_i(g_i^*) &= 0 \\ \forall i &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (\text{Eşitlik 3.18})$$

U_i , azalmayan marjinal değerli fayda fonksiyonunu ifade etmektedir.

Alternatife ait yaklaşık fayda değeri Eşitlik 3.19 ile ifade edilir.

$$U'[g(\alpha)] = \sum_{i=1}^n u_i(g_i(\alpha)) + \sigma(\alpha) \quad (\text{Eşitlik 3.19})$$

$U'[g(\alpha)]$ 'ya dair potansiyel hata, $\sigma(\alpha)$ ile ifade edilir (Figueria ve ark., 2005)

Karar vericinin tercihleri doğrultusunda referans alternatif seri oluşturulur. Hazırlanan alternatif serisi, en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru sıralanır.

UTA yönteminde toplamsal fayda fonksiyonunun 0'a eşit olması durumunda, karar vericinin tercihlerine uygun bir karar verildiği sonucuna varılır. Toplamsal fayda fonksiyonunun değerinin 0'dan büyük bir değer alması durumunda, karar vericinin seçim yapmadığı anlaşılır (Ishizaka ve Nemery, 2013).

- UTA^{GMs} Yöntemi;

UTA yöntemindeki eksikliklerin tamamlanması amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemde, azalmayan genel fonksiyonlar kullanılır. UTA yönteminde kullanılan tek değer fonksiyonunun yerine bütün toplamsal değer fonksiyonları kullanılmaktadır. UTA yönteminde yapılan referans setindeki alternatiflerin sıralanmasına gerek duyulmamaktadır (Greco ve ark., 2008)

UTA^{GMs} yönteminde toplamsal değer fonksiyonu Eşitlik 3.20 ile ifade edilir (Arslan, 2018).

$$U(\alpha) = \sum_{i=1}^n u_i(\alpha) \quad (\text{Eşitlik 3.20})$$

3.3.11 En İyi - En Kötü Yöntemi

Bu yöntemde, kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için iki adet ikili karşılaştırma vektörü kullanılır. Bunlardan biri en iyisi iken diğeri en kötüsü olarak karar verici tarafından tanımlanır. Yani diğer kriterlere göre en iyi ve en kötü olanlar belirlenir (Rezaei, 2015).

En iyi kritere ve en kötü kritere göre diğer alternatifler ikili karşılaştırılır. İkili karşılaştırmalar ağırlıklandırılarak kriterlere ait son puanlar belirlenir ve problemin çözümü için en iyi alternatif belirlenir.

En iyi- En Kötü Yönteminin uygulanmasında (Işıldar, 2018; Rezaei, 2015);

- Karar problemine etki eden kriterler belirlenir.
- En iyi ve en kötü kriterler belirlenir
- Seçilen en iyi kriter, diğer kriterlere göre 1 ile 9 arasında bir puan verilerek karşılaştırılarak en iyi kriter vektörü oluşturulur. 1 değeri alternatifler arasında önem farkının olmadığı durumlarda kullanılırken 9 değeri arada çok önemli fark olduğu durumlarda kullanılmaktadır.
- İdeal ağırlıklar belirlenir
- Doğrusal programlama yardımıyla problem çözülür.

Yöntemin dezavantajları; uygulanması sırasında ikili karşılaştırmaların tamamının yapılmasının uzun zaman alması ve karar vericilerdeki konsantrasyon veya bilgi eksikliğine bağlı olarak kararlarda tutarsızlık oluşabilmesidir (Forman ve Selly, 2001). Tam bir karşılaştırma matrisi kullanmak yerine sadece en iyi ve en kötü olarak iki adet karşılaştırma vektörünü kullanması, zamandan tasarruf ettirmekte ve kararlarda tutarlılık sağlamaktadır. En iyi en kötü yöntemi, karar vericilerin karar verme sırasındaki tutarsızlığını önlemek amacıyla verilerin toplanmasında anlaşılır ve yapılandırılmış bir toplama yöntemi kullanılmaktadır. 2015 yılında geliştirilen bu yeni yöntem birçok uygulamada kullanılmaktadır (Rezaei ve ark., 2018).

3.3.12 DEMATEL Yöntemi

Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü tarafından, karmaşık dünya problemlerini analiz etmek için geliştirilmiştir (Karaoğlan ve Şahin, 2016).

Belirsiz ve karmaşık durumlarda karar vermeye yardımcı olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Dematel yönteminde amaç; kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Problemin amacına göre hangi kriterin daha uygun olduğunun tespiti, Dematel yöntemi ile yapılabilmektedir. (Dinçer ve ark., 2019).

Dematel yönteminde kriter ağırlıkları belirlenerek kriterlerin önem dereceleri sıralanır. Diğer kriterlere göre daha çok etkisi olan kriterler, diğer kriterlere göre daha önemli kabul edilerek “dağıtıcı”; diğer kriterlerden daha fazla etkilenen kriterler ise düşük etkili olarak kabul edilerek “alıcı” olarak adlandırılır. (Karaoğlan ve Şahin, 2016).

Dematel yönteminin en önemli avantajı; uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri kapsamasıdır. Dematel yönteminde, bütün kriterlerin birbiriyle ilişkili olduğu kabul edilir (Karaoğlan ve Şahin, 2016).

Dematel yönteminde, ilk aşama olarak karar verilecek probleme dair amaç açıkça tanımlanır. Amacın belirlenmesinin ardından, probleme dair kriterler oluşturulur (Pala, 2019).

Kriterlerin belirlenmesinin ardından, kriterlerin arasındaki etki değerlerinin hesaplanabilmesi için ölçekler belirlenir (Koçak ve Diyadin, 2018). Kriterlerin birbirine olan karşılıklı etkisi, ölçek yardımıyla karar verici tarafından değerlendirilir (Dinçer ve ark., 2019). Bu değerlendirmeye, karar matrisleri oluşmuş olur (Pala, 2019). Elde edilen ilişki matrislerinin ortalaması alınarak direkt ilişki matrisleri oluşturulur (Korucuk ve Memiş, 2019).

İkinci aşamada; direkt ilişki matrisleri normalleştirilir. Normalleştirme işleminde amaç; bütünleşik karar yapısının bozulmasını minimum seviyeye indirmek içindir (Koçak ve Diyadin, 2018). Direkt ilişki matrislerinin her bir satır toplamının ve her bir sütun toplamının en büyük değeri belirlenir. Direkt ilişki matrisinin her bir elemanı belirlenen bu maksimum değere bölünerek normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi oluşturulur (Karaoğlan ve Şahin, 2016).

İlişki matrisinin normalize edilmesinin ardından toplam ilişki matrisi oluşturulur (Korucuk ve Memiş, 2019). Toplam ilişki matrisinin her bir satır toplamı, bir kriterin diğer kriterlere doğrudan veya dolaylı olarak etkisini göstermektedir. Her bir sütun toplamı ise, bir kriterin diğer kriterlerden etkilenme toplamlarını belirtmektedir. Etkileyen ve etkilenen toplam değeri olan her bir satır ve sütun toplamı ise; kriterin sistem içindeki önem derecesini belirtir. Söz konusu değer pozitif ise seçilen kriter sistemi etkileyen; negatif ise sistemden etkilenen olarak yorumlanır (Karaoğlan ve Şahin, 2016). Böylece, toplam ilişki

matrisinden yararlanılarak faktörlerin etkilene gücü ve derecesi hesaplanmış olunur (Korucuk ve Memiş, 2019).

Ardından, etkileyen toplam değerler yatay ekseninde, etkilenen toplam değerler ise dikey ekseninde yerleştirilmesiyle etki-ilişki haritası oluşturulur. Kriterlere dair tüm ilişkilerin aynı haritada gösterilmesi sebebiyle, karışık şekil elde edilmekte ve ilişkilerin anlaşılması zorlaşmaktadır (Çınar, 2013). Bu karışıklığı engellemek amacıyla, toplam ilişki matrisinin aritmetik ortalaması alınarak eşik değer elde edilir (Korucuk ve Memiş, 2019). Yalnızca eşik değer üstünde kalan değerler haritada gösterilerek eşik ilişki haritası oluşturulur (Çınar, 2013) ve öncelikler belirlenir (Koçak ve Diyadin, 2018).

3.3.13 TOPSİS Yöntemi

Hwang ve Yoon tarafından, ELECTRE yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir (Dumanoglu, 2010). Topsis yöntemi, değerlendirme faktörlerinin her birini aynı anda çözüme sokarak karar vericiye tek bir dağılım sunmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2010). Topsis metodu, her bir kriterin tekdüze bir şekilde, artan veya azalan faydası olduğunu varsaymaktadır (Dumanoglu, 2010). Bu nedenle Topsis yönteminin temel prensibi, pozitif ideal çözüme en kısa uzaklıkta olan ve negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan çözüm yolunu bulmaktır (Akyüz ve ark., 2011).

Topsis yöntemi, 6 aşamada uygulanmaktadır. İlk aşamada; üstünlüklerinin sıralanması istenen karar noktaları satırlara, karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri ise sütunlara yerleştirilerek başlangıç karar matrisi oluşturulur (Dumanoglu, 2010).

Topsis yönteminde; her ölçütün sütununa ait tüm değerlerin kareleri toplamının karekökü alınır. Alınan kareler toplamının karekökü, normleştirilmesi istenen değerlere bölünerek karar matrisi normleştirilir (Orçun ve Eren, 2017).

Normleştirilmiş karar matrisinin her bir elemanı, önem derecesi ile çarpılarak ağırlıklı normleştirilmiş karar matrisi oluşturulur (Uygurtürk ve Korkmaz, 2012).

Her bir ölçüte ait en yüksek ve en düşük değerler belirlenerek, tüm ölçütler için en çok ve en az tercih edilen alternatifler oluşturulur.

Pozitif ve negatif ideal çözümler belirlenir. Diğer alternatiflerin, pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplanır (Dumanoğlu, 2010).

Her bir alternatif, pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklarına göre dizilerek alternatiflerin önem sırası belirlenir (Ömürbek ve Kınay, 2013).

Topsis yöntemi; rasyonelliği, hesaplanmasındaki kolaylık, kriter ağırlıklandırılmalarına imkân vermesi sebebiyle literatürde sıklıkla uygulanan yöntemlerden biri durumundadır (Ertuğrul ve Özçil, 2014).

3.3.14 VİKOR Yöntemi

VİKOR Yöntemi; birbiri ile çelişen ve aynı birimle ölçülemeyen kriterlerden oluşan problemlerin çözümü için Opricovic ve Tzeng tarafından geliştirilen birçok kriterli karar verme yöntemidir (Opricovic ve Tzeng., 2004). Alternatiflerin çeşitli kriterlere göre performansını gösteren bir karar matrisi olan VİKOR yönteminde birden fazla kriter aynı anda değerlendirilmekte ve ideal çözüme en yakın olan çözümler üretilmektedir. Üretilen çözümler, en iyi alternatiflerin seçilmesi ve alternatiflerin performanslarına göre sıralanmasında kullanılmaktadır (Tezergil, 2016). VİKOR yönteminin uygulamada tercih edilme sebebi; kolay anlaşılabilir, uygulanabilir olması ve gerçekçi çözümler üretmesidir (Dinçer ve Görener, 2011).

VİKOR yöntemi ile alternatiflerin uzlaşmış bir sıralaması yapılır. Uzlaşmış sıralamadan yararlanılarak alternatiflerin, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılır (Opricovic ve Tzeng, 2007). Yu tarafından önerilen uzlaşmış çözüm (Yu, 1973), ideal çözüme en yakın olan çözümdür. Dolayısıyla, kriterler bazında ortak kabulü ifade etmektedir (Özden, 2012).

VİKOR Yönteminin uygulanmasında ilk aşama, diğer karar verme yöntemlerinde de olduğu gibi problemin tanımlanmasıdır. Problem tanımlanarak karar vericilerin ulaşmak istediği hedef de belirlenmiş olmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2007). İkinci aşamada, problemle ilgili olarak seçilecek ve sıralanacak olan alternatiflerin sahip olması istenen kriterler belirlenir. Kriterler tanımlanırken, uzman kişilerin görüşleri alınarak alternatif seçimi ve sıralanmasında dikkate alınacak olan kriterlerin listesi oluşturulur. Problemin tipine bağlı olarak kriterlerin sayısı da değişmektedir (Özden, 2012). Üçüncü aşamada, alternatifler belirlenir. Dördüncü aşamada, satırlara üstünlükleri sıralanacak olan

alternatifler ve stnlara ise karar vermede kullanılacak kriterler yerleştirilerek belirlenen kriterler ve alternatiflere dair karar matrisi oluşturulur (zden, 2012). Beşinci aşamada, her bir kritere dair en iyi ve en kötü değerleri belirlenir. Altıncı aşamada, lineer olarak karar matrisi normalize edilir. Yedinci aşamada, her bir kriterin ağırlıkları belirlenir. Sekizinci aşamada, belirlenen her bir kriter ve ağırlıkları çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulur (Paksoy, 2015). Dokuzuncu aşamada, S, R ve Q değerleri hesaplanır (Tezergil, 2016). Hesaplanan S, R ve Q değerleri kekten büyüğe doğru sıralanır. En son aşama olarak, koşulların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir (zden, 2012).

VİKOR yönteminin; kapsamlı VİKOR, bulanık VİKOR, pişmanlık teorisi temelli VİKOR, modifiye VİKOR ve aralık VİKOR yöntemleri olarak uygulamaları mevcuttur (Ranjan ve ark., 2016).

4. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık, Zadeh tarafından literatüre kazandırılmıştır. Zadeh, 1965 yılında yayınladığı *The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets* (Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Kuramı) makalesiyle “bulanık mantığın babası, çok seçkin bir bilim adamı, mühendis ve sistem kuramcısı” olarak anılmaktadır (Işıklı, 2008). Zadeh’e göre bulanıklık, bir nevi derecelendirilmezdir. Zadeh’e göre varlıklar ve nesnelere, klasik mantıkta olduğu gibi sadece 0 ile 1’den oluşmamakta, 0 ile 1 aralığında yüzlerce aralık, benzerlik ve karşıtlıktan ibarettir (Karataş, 2018) Yani bulanık mantık, klasik mantığın genişletilmiş halidir (Wang ve ark., 1999).

Zadeh’e göre, gerçek hayatta, kararlar belirsiz ve bulanıktır, kesin sayısal değerlerle belirtmeye uygun değildir. Bu nedenle insan kararlarının modellenmesinde sözel değişkenlerin kullanılması gerekmektedir (Li ve Yang, 2004). Zadeh’in ‘düşünmenin sayısal verilerle gerçekleşmesi’ görüşü, günlük hayatta her zaman mümkün olmamaktadır. Örneğin, garsonun bifteğinizi nasıl istersiniz sorusuna karşılık net bir cevap vermek gerekmektedir. Bu durumda, 0 ile 1 arasında bir değerde pişmiş veya pişmemiş bir değer vermek mümkün olmayacak, klasik mantıktaki sınır değerler olan 0 ve 1 değerleri, pişmiş veya pişmemiş olarak ifade bulacaktır (Işıklı, 2008).

Zadeh, bulanık mantığın özelliklerini şu şekilde maddeleştirmiştir,

- Bulanık mantıkta yaklaşık değerlere dayanarak düşünülür
- Bulanık mantıkta her değer 0 ile 1 aralığında olan belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta büyük, çok az gibi sözel ifadelerle bilgi sunulur.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur (Şengül ve ark., 2012).

Zadeh, bulanıklığın derecelendirmeye ilişkili olduğunu savunarak bulanık mantığın daha da açıklayıcı olabilmesi için onu bulanık küme mantığıyla açıklamaya çalışmıştır. Geleneksel kümelerde, kümeyle ait olmama durumu "0" ve herhangi bir kümeyle aitlik durumu "1" ile ifade edilirken “bulanık mantık”, kısmi üyelik kavramına denk gelmektedir. Yani bir şey, hem bir kümenin elemanı olma hem de olmama özelliğini taşımaktadır (Işıklı, 2008).

Bulanık mantık işlem sürecinde, ilk olarak “fuzzification” adı verilen bulanık kümelerin genelleştirilmesi işlemi yapılır. “Defuzzification” aşamasında, bulanık sayılar tam sayılara dönüştürülür. Ortaya tek bir yargının çıkabilmesi için, bulanık çözüm alanından net bir çözüm elde edilerek netleştirmenin yapılması gerekir. Çünkü yargılar, bulanık değerlerin aksine net ve tektir. Bulanık önermelerde, genellikle aitlik üyeliği değerinin en yüksek noktaya karşılık gelen değeri, problemin çözümü için gerekli olan tek değerdir. Tek değerler belirlenemiyorsa, en yüksek değerlerin ortalaması alınarak da çözüm belirlenebilir. Bu durumda çözüm elde etmek için gereken değer 0 ile 1 gibi net değil, ikisinin arasında herhangi bir değer olmaktadır (Işıklı, 2008)

Zadeh, bulanık mantık kuramının sosyal bilimler, ekonomi, ruhbilim, dilbilim, siyaset, sosyoloji ve felsefe, hatta din bilim gibi birçok alanda kullanılabileceğini ileri sürmüştür. Günümüzde, insan yeteneklerini taklit etmede, bilişsel ruhbilimde, düşünce-davranış modellerinde, risk almada, planlama optimizasyonu ve sigorta dizgeleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Işıklı, 2008).

5. ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ KAVRAMI VE GELİŞİMİ

İş; çalışanların belirli bir sürede yapması gereken iş miktarıdır. Genellikle, çalışanların performansını etkileyen çeşitli baskılar iş yükü olarak tanımlanmaktadır (Tatlı ve Akın, 2017). Zihinsel iş yükü; bireyin belirli bir süre içerisinde tamamlaması gereken zihinsel iş miktarıdır (Emeç ve Akkaya, 2018). Zihinsel iş yükü çok boyutlu ve çok yönlü olduğundan, evrensel olarak zihinsel iş yükünün tanımının yapılması oldukça zordur. Zihinsel iş yükünün, bireyin yerine getireceği görevin gereksinimleri, mevcut şartlar, bireyin yetenekleri, duygu ve beklentileri arasındaki etkileşim sonucu meydana gelmesi sebebiyle zihinsel iş yükü doğrudan gözlemlenmemektedir (Yavuz ve ark., 2020). Yani, zihinsel iş yükleri; fizyolojik, öznel veya performansa göre olabilmektedir (Emeç ve Akkaya, 2018).

5.1. Zihinsel İş Yükü Ölçüm Yöntemleri

İş yükünün algılanma düzeyleri, kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Algılanan zihinsel iş yükü, insanın bilişsel kapasite ve yetkinlikleri ile iş gereksinimleri arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Bireyin yaptığı işin gereksinimleri ve taleplerinin, bireyin bilişsel kapasite ve yetkinliğini aşması durumunda zihinsel iş yükü meydana gelmektedir (Hart, 2006). Bu nedenle zihinsel iş yükü, bireyin görevlerini yerine getirebilmek için harcadığı çaba miktarı olarak değerlendirilebilmektedir (Boet ve ark., 2017). Zihinsel iş yükünün ölçümlemek istenmesinin temel sebebi, görevleri yerine getirmenin zihinsel maliyetini belirlemek ve bundan hareketle bireylerin çalışma koşullarını iyileştirebilmektir (Cain, 2007).

Zihinsel iş yükü ölçüm yöntemlerinden performans temelli ölçümler ile birincil görev ölçümleri, ikincil görev ölçümleri, fizyolojik ölçümler ve öznel değerlendirmeler yapılabilmektedir (Brookhuis ve De Waard, 2010). Bu ölçümlere göre görev zorluğunun artması, beklentinin yükselmesine ve performansın düşmesine sebep olmaktadır (Yavuz ve ark., 2020).

Fizyolojik temelli ölçümlerde, bireyin solunumu ve kan basıncındaki değişiklikler, göz hareketleri gibi bireydeki fizyolojik değişimler referans alınmaktadır. Fizyolojik temelli zihinsel iş yükü ölçümleri, bireyin fizyolojisi ile iş yükü arasındaki ilişkiyi net bir şekilde ortaya koymayı hedeflemektedir (Yavuz ve ark., 2020).

Zihinsel iş yükü ölçümlerinde performans ve fizyolojik temelli ölçümlerin her ikisi de çalışanlar tarafından hoş karşılanmamaktadır. Çalışanların, genellikle anket veya soru formları ile görüşlerini iletme alışkın olmaları sebebiyle, literatürde zihinsel iş yükünü belirlemek için en çok öznel değerlendirme ölçekleri kullanılmaktadır (Emeç ve Akkaya, 2018).

Öznel iş yükü ölçüm yöntemlerinden SWAT yönteminde; zaman, stress ve çaba baskıları olmak üzere üç faktör ele alınmaktadır. Her bir faktör; düşük, orta ve yüksek olarak puanlandırılmaktadır. Zaman faktöründe, çalışma sırasında çalışanın zaman boşluğunun kalıp kalmadığı tespit edilmektedir. Çaba baskısı faktöründe; çalışanın işini yapabilmek için zihinsel fonksiyonlarını ne kadar sıklıkta kullandığı analiz edilmektedir. Stres baskısı faktöründe; çalışanın işin yapılması sırasında yaşadığı risk, başarısızlık hissi ve endişe düzeyleri analiz edilmektedir (Can ve ark., 2015).

Birçok kaynağa göre, zihinsel iş yükü ölçüm yöntemlerinin öncülerinden biri, Cooper-Harper İş Yükü Ölçme Skalasıdır. Skala, test pilotları ve uçuş test mühendislerinin hava araçlarını kumanda edebilmelerini değerlendirebilmek için bir dizi kriterden ve tek boyuttan oluşmaktadır. Ölçek, en iyi kumanda edebilme karakteristiği “1” ile, en kötü kumanda edebilme karakteristiği ise “10” arasında olan skalada tanımlanmıştır (Çalınfidan, 2015).

Cooper-Harper Puanlama Ölçeği; Cooper ve Garper tarafından geliştirilmiştir. Literatüre ilk geçen iş yükü ölçeğidir. Ancak zihinsel iş yükü ölçümünde yetersiz kalmaktadır. Modifiye edilmiş versiyonunda (MCH) ise zihinsel iş yükü ölçülebilmektedir. MCH modeli, 3 boyuttan ve 10 puandan oluşmaktadır. Ölçeği yanıtlayan kişinin puanı 1’e yaklaştıkça iş yükünün azaldığı kabul edilmektedir. Alınan 10 puan, çalışanın iş yükünün Kabul edilemez düzeyde fazla olduğunu göstermektedir (Atik, 2015)

Bedford iş yükü modelinde; ‘evet’ ve ‘hayır’ cevaplarının verildiği ikili karar ağacı modeli üzerinde, üç boyutlu ve 10’lu puan sistemi kullanılmaktadır. Tıpkı Cooper-Harder modelindeki gibi, 1 puan çok düşük iş yükünü gösterirken 10 puan oldukça yüksek iş yükünü göstermektedir. Bu model, hem fiziksel hem de zihinsel iş yükünü belirleyebilmekte ve ayrıca pilotlar için algılanan iş yükünü görev ve performansa bağlı

olarak ortaya çıkarmaktadır. Fiziksel iş yükü ölçüm yöntemlerine ilave olarak da uygulanabilmektedir (Atik, 2015).

Workload Profile (WP) Yöntemi; çoklu kaynak modeline dayalı bir algısal zihinsel iş yükü ölçüm yöntemidir. Bu metodla, zihinsel iş yükünün daha detaylı ve kapsamlı şekilde ölçülmesi mümkündür. İş yükleri çalışanlar tarafından derecelendirildikten sonra 8 boyutta listelenmektedir. Çalışanlar, görevlere 0 ile 1 arasında puan vermektedir. 0, görevin icraatı sırasında zorlanılmadığı anlamına gelirken 1, görevin azami dikkat gerektirdiği anlamına gelmektedir. Çalışanların, her görev için yaptığı bireysel değerlendirme puanları toplanarak genel iş yükü değerlendirmesi yapılır (Rubio, 2004).

NASA-Bipolar ölçeği, Hart ve arkadaşları tarafından 1984 yılında geliştirilmiştir. İş yükü değerlendirme ve puanlama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. NASA-Bipolar tekniği, zihinsel iş yükünü temsil eden 9 boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar; zorluk, zaman baskısı, performans, zihinsel/duygusal çaba, fiziksel çaba, hayal kırıklığı, stres, yorgunluk ve aktivite türüdür. İş yükü değerlendirme aşamasında, zihinsel iş yükünü temsil eden 9 boyuttan her biri kişisel olarak önemine göre değerlendirilir. Dokuz boyutun her biri, frekanslarına göre 36 boyutta karşılaştırılarak ağırlıklı iş yükü puanı hesaplanır (Vidulich ve Tsang, 1986).

Literatürde en çok kullanılan zihinsel iş yükü ölçüm yöntemleri; NASA-TLX, SWAT ve WP olmuştur (Emeç ve Akkaya, 2018). Bu ölçeklerin ortak noktası; görevin getirdiği zorluğu veya bilişsel taleplerdeki değişimi fark edebilmesi, talep değişiminin nedenlerinin tespit edilebilmesi, iş yüküne müdahale etmemesi, kullanıcıların geçerliliğini ve kullanılabilirliğini kabul etmesidir (Rubio ve ark., 2004).

NASA-TLX Yöntemi;

1988 yılında Hart ve Staveland tarafından geliştirilen bu yöntemde/ölçekte, iş yükü altı boyuta ayrılmıştır. Bunlar; zihinsel ve fiziksel gereklilikler, çaba ve performans düzeyi, zaman baskısı, başarısızlık hissidir (Ekinci ve Can, 2018).

Fiziksel gereklilik boyutuyla, çalışanın mevcut işini tamamlayabilmesi için yapması gereken fiziksel aktivitelerin işçiyi ne kadar zorladığı belirlenir. Zihinsel gereklilik boyutunda, çalışanın görevini tamamlayabilmesi için gereken zihinsel aktivitelerin

yoğunluğu belirlenir. Çaba boyutunda; çalışanın üretim hızına göre beklentilere cevap verebilmesi için fiziksel ve zihinsel zorlanma düzeyi değerlendirilir. Başarısızlık hissi boyutuyla ise, çalışanın işini tamamlama sürecinde yaşamış olduğu mutsuzluk, öfke ve güvensizlik düzeyleri belirlenir (Yener ve ark., 2019).

Yöntemin uygulanması, iki aşamadan oluşur. İlk aşamada; çalışanlar, hissettikleri iş yükünü, önceki paragrafta bahsedilen 6 boyutta 5'er aralıklara bölünen 0 ile 100 puan arası bir değer vererek puanlarlar. İkinci aşamada, bütün boyutlar birbiriyle ikili olarak kıyaslanır. Bu adımla, çalışanların, kıyaslanan iki boyuttan hangisinin kendisi için daha zorlayıcı olduğu belirlenebilmektedir (Gawron, 2008). Sonuçta, yöntem uygulanırken Eşitlik 5.1 ile 6 boyutun her birinin, 15 karşılaştırma içinde kaçar defa diğer boyuta baskın olarak seçildiği belirlenerek her bir boyutun ağırlığı Eşitlik 5.1 ile hesaplanır.

$$W_x = \frac{F_x}{\sum_{x=1}^6 F_x}$$

(Eşitlik 5.1)

Eşitlik 5.1'de; W_x ile algılanan iş yükünün boyutları sembolize edilirken F_x ile her bir boyutun baskın olma sıklığı gösterilir. Yani her bir boyut kaç kere baskın olarak tespit edildi ise, o sıklık değeri toplam ikili karşılaştırma sayısına bölünerek, her bir boyutun ağırlığı bulunur (Yener ve ark., 2019).

İlk aşamadan elde edilen her bir boyutun ağırlık puanları ile ikinci aşamadan elde edilen ağırlıkları çarpımları toplanarak toplam algılanan iş yükü miktarı hesaplanır. (Ekinci ve Can, 2018).

Toplam algılanan zihinsel iş yükünün formülü Eşitlik 5.2 ile hesaplanır (Yener ve ark., 2019).

$$MW = (MD \times WMD) + (PD \times WPD) + (TD \times WTD) + (FL \times WFL) + (EL \times WEL) + (PL \times WPL) \text{ (Eşitlik 5.2)}$$

Formülde gösterilen sembollerden,

MW : Zihinsel İş Yükü,

MD : 0-100 arası değer alabilen zihinsel gereklilik puanını,

PD : 0-100 arası değer alabilen fiziksel gereklilik puanını,

TD: 0-100 arası değer alabilen zaman baskısı puanını,
FL: 0-100 arası değer alabilen başarısızlık hissi puanını,
EL: 0-100 arası değer alabilen çaba düzeyi puanını,
PL: 0-100 arası değer alabilen performans düzeyi puanını,
WMD: Zihinsel gereklilik kriteri ağırlığını,
WPD: Fiziksel gereklilik kriteri ağırlığını,
WTD: Zaman baskısı kriteri ağırlığını,
WFL: Başarısızlık hissi kriteri ağırlığını,
WEL: aba kriteri ağırlığını,
WPL: Performans kriteri ağırlığını göstermektedir.

NASA-TLX Yönteminin avantajları; yüksek kabul edilebilirliği, birçok alanda iş yükü ölçümünde kullanılabilmesi, SWAT ve Cooper-Harper tekniklerine göre daha hassas ölçümler yapması, düşük iş yüklerinin ölçümlerinde diğer yöntemlere göre daha etkili olması ve farklı dillerde versiyonlarının mevcut olmasıdır. Dezavantajları ise; farklı dil versiyonlarının hassasiyetinin düşük olması, talimatlarının çok uzun olması ve teknik ifadelerin yer alması, altı alt faktörünün nadiren de olsa korelasyon gösterebilme ihtimali, bazı alt ölçütlerin işykne katkısının olmadığı durumların görülebilmesidir (alımfidan, 2015).

6. UYGULAMA

6.1 Zihinsel İş Yükü Belirlemede Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Çalışması

Birden çok karar vericinin olduğu ortamlarda ve değerlendirmelerin sözel değişkenler üzerinden yapıldığı konular bulanık mantık kapsamında karar verme kabul edilmektedir. Çünkü değerlendirmeler çok net ifade edilemez ve birbirine çok yakın olabilir.

Zihinsel iş yükü ölçümlerinin kişiden kişiye farklılık gösterdiği de göz önüne alındığında bu iki konuyu birlikte ele alma gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bunu uygulayabilmek için çok sayıda karar vericinin bulunduğu ortak karar verme durumlarında zihinsel iş yükü kriterlerinin değerlendirilmesi için sorulan sorulara alınan sözel cevaplar bulanık mantık kapsamında işlenir. Bu veriler bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden uygun olanı ile hesaplamalara tabi tutularak sonuçta bu karar vericiler için en ılımlı çözüm ya da çözümler tavsiye edilir.

6.2 Bulanık VİKOR Yöntemi

Bu uygulamada öncelikle kriterlerin önem dereceleri karar vericiler ya da uzmanlar tarafından değerlendirilir ve bu değerlendirmeler uygun yöntemler ile bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra ortalaması alınarak kriter ağırlıkları belirlenir. Daha sonra yöntemin hesaplamalarında bu ağırlıklar kullanılır.

1. Aşamada; “L” adet karar verici (p), “k” adet kriter (j) ve “n” adet alternatif (i) belirlenir.
2. Aşamada; Karar vericilerin (p) j. kriter için vermiş oldukları dilsel ağırlık değerlerinin bulanık sayı karşılıkları Eşitlik 6.1 kullanılarak ve ortalamaları Eşitlik 6.2 yardımıyla hesaplanarak \tilde{w}_j ile sembolize edilir.

$$\tilde{w}_{jP} = (A_{jP}, M_{jP}, B_{jP}) \quad (\text{Eşitlik 6.1})$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{L} \left(\sum_{p=1}^L \tilde{w}_{jP} \right) \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (\text{Eşitlik 6.2})$$

3. Dilsel ifadelerin bulanık sayı karşılıklarından yararlanılarak her bir kriter ve alternatif değerleri, bulanık sayılara dönüştürülür. Bunun için “P.” karar vericinin i. alternatif

için vermiş olduğu j. kriter değeri; x_{Pij} ile sembolize edilir ve Eşitlik 6.3 ile gösterilir.

$$\tilde{x}_{Pij} = (A_{Pij}, M_{Pij}, B_{Pij}) \quad (\text{Eşitlik 6.3})$$

4. Aşamada; Karar vericilerin j. kriter ve i. alternatif için vermiş oldukları cevapların ortalamaları Eşitlik 6.4 yardımıyla hesaplanır ve \tilde{y}_{ij} ile sembolize edilir.

$$\tilde{y}_{ij} = \frac{\sum_{P=1}^L (x_{Pij})}{L} \quad (\text{Eşitlik 6.4})$$

5. Aşamada; j. Kriterin en iyi değerini sembolize eden f_j^* değeri; Eşitlik 6.5 yardımıyla hesaplanır.

$$f_j^* = \max \tilde{y}_{ij} \quad (\text{Eşitlik 6.5})$$

6. Aşamada; j. Kriterin en kötü değerini sembolize eden f_j^- değeri; Eşitlik 6.6 yardımıyla hesaplanır. f_j

$$f_j^- = \min \tilde{y}_{ij} \quad (\text{Eşitlik 6.6})$$

7. Aşamada, i. Alternatifin j. Kriter için bulanık uzaklığı \tilde{d}_{ij} ile gösterilerek Eşitlik 6.7 yardımıyla hesaplanır. Söz konusu eşitlik için en iyi bulanık sayının değeri f_j^* ile; en kötü bulanık sayının değeri ise f_j^- ile gösterilir.

$$\tilde{d}_{ij} = (f_j^* - \tilde{y}_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (\text{Eşitlik 6.7})$$

8. Aşamada, bulanık S_i ve R_i değerleri, Eşitlik 6.8 ve Eşitlik 6.9 yardımıyla hesaplanır.

$$\tilde{S}i = \sum (\tilde{w}_j * \tilde{d}_{ij}) \quad (\text{Eşitlik 6.8})$$

$$\tilde{R}i = \max_j (\tilde{w}_j * \tilde{d}_{ij}) \quad (\text{Eşitlik 6.9})$$

$$\tilde{S}i (Sia, Sim, Sib), \quad \tilde{R}i (Ria, Rim, Rib)$$

9. Aşamada; “v” değeri (“v” değeri grup faydası, 1-v değeri bireysel pişmanlık oranıdır.) 0,5 olarak seçilerek $Q\tilde{i} = (ai, mi, bi)$ değeri Eşitlik 6.10 ile hesaplanır. Söz konusu eşitlikteki verilerden $S\tilde{-}$ değeri $\max(S\tilde{i})$ ile $S\tilde{*}$ değeri $\min(S\tilde{i})$ ile $R\tilde{-}$ değeri $\max(R\tilde{i})$ ile ve $R\tilde{*}$ değeri ise $\min(R\tilde{i})$ ile belirlenir.

$$Q\tilde{i} = \frac{v(S\tilde{i} - S\tilde{*})}{(S\tilde{-} - S\tilde{*})} + \frac{(1-v)(R\tilde{i} - R\tilde{*})}{(R\tilde{-} - R\tilde{*})} \quad (\text{Eşitlik 6.10})$$

10. Aşamada; Eşitlik 6.11’den yararlanılarak $S\tilde{i}$, $R\tilde{i}$ ve $Q\tilde{i}$ değerlerinin durulaştırılması yapılır.

$$A\tilde{duru} = \frac{ai + 4mi + bi}{6} \quad (\text{Eşitlik 6.11})$$

11. Aşamada; durulaştırılan $S\tilde{i}$, $R\tilde{i}$ ve $Q\tilde{i}$ değerlerinin sıralanması yapılır. Bu adımdaki $Q\tilde{i}$ değerinin küçüklüğü, alternatifin ulaşılmak istenen çözüme yakın olduğu anlamına gelmektedir.

12. Aşamada; çözümün kabul edilebilmesi için gereken şartlar şu şekildedir,

1. Koşul Avantaj;

Eşitlik 6.12 koşulu yardımıyla 1. ve ona en yakın 2. Sıradaki alternatifin arasında belirgin bir fark olduğunun tespiti içindir.

$$(A'') - Q(A') \geq DQ \quad (\text{Eşitlik 6.12})$$

Söz konusu koşuldaki (A') değeri; Q değerlerine göre sıralanan alternatiflerden en küçük olan 1. sıradakini göstermektedir. Benzer şekilde, (A'') değeri de aynı sıralamadaki 2. alternatifi göstermektedir. DQ değeri ise Eşitlik 6.13 ile bulunur

$$DQ = \frac{1}{n - 1} \quad (\text{Eşitlik 6.13})$$

($n \leq 4$ ise $DQ = 0,25$)

Bu koşula uyulması şartıyla tespit edilen (A') alternatifi, en iyi alternatif olarak seçilir. Bu koşulun kabul edilmemesi durumunda, probleme çözüm kümesi tavsiye edilir. Bunun için Q sıralamasındaki diğer değerler sırasıyla kontrol edilir ve

$$Q(A^t) - Q(A') < DQ \quad (\text{Eşitlik 6.14})$$

Eşitlik 6.14 için sağlanan (A'), (A''), ... (A^t) tüm alternatifler uzlaştırmacı çözüm kümesi olarak kabul edilir.

2. Koşul İstikrar;

İlk koşuldan ayrı olarak, Q_i değerine göre en küçük değere sahip birinci sırada olan bu (A') alternatifi, S ve/veya R değer sıralamasında da en iyi alternatif olmalıdır. Aksi takdirde sonuçların istikrarsız olduğu düşünülür ve 1. Koşula bakılmaksızın (A') ile (A'') alternatifleri aynı kabul edilir (Cengiz, 2019).

6.3 Bir havayolu şirketinde uygulama

Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada kapasite olarak en büyük havayolu şirketlerinden birinde kabin ekibi olarak çalışan personellerin, cinsiyetlerine ve pozisyonlarına göre zihinsel iş yükü seviyelerinin görevin hangi noktalarında değiştiği ile ilgili olarak bir araştırma yapılmıştır.

Bu çalışma, havayolu endüstrisinde kabin ekibi olarak çalışan personelin zihinsel iş yükünü önceliklendirmek ve grup kararlarında oluşan farklılıkları anlayıp yorumlamak amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın uygulanmasında; NASA-TLX ölçeğindeki zihinsel iş yükü kriterleri kullanılmış, katılımcıların kriterlere verdikleri değerlerin ortalaması

alınarak ağırlıklandırılması yapılmış ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Bulanık VİKOR yöntemi ile alternatif sıralamaları elde edilmiştir.

Çalışma online anket yoluyla, havayolu firmasında kabin ekibinde çalışan toplam 109 personele uygulanmıştır. Yapılan anketlerden 9 adeti kullanılamaz durumda olduğundan 100 adet anket, değerlendirilmeye alınmıştır. Anket soruları EK 1 olarak verilmiştir.

Kabin ekiplerine uygulanan anket 11 sorudan oluşmaktadır. Anketin 1-4 soruları, demografik bilgiler içeren sorulardır. 5-11 soruları, iş yükü farklılıklarını değerlendirmek için hazırlanmıştır.

Ankette, 5. Soruda kriterler hakkında değerlendirme sorulmuş, 6 sorudan itibaren, alternatiflerin kriterlere bağlı olarak derecelendirilmesi istenmiştir. Ankette dilsel değerler (çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek) kullanılmıştır.

Literatür araştırmasında ise iş yükü değerlendirme kriterleri ve karar verme yöntemleri incelenerek uygun olanlar belirlenmiştir. Anketteki 5-11 sorular, bu kriterlere göre hazırlanmıştır. Hesaplamalarda bulanık ortamda çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak grup kararları vermek için hesaplamalar yapılmıştır.

Anketlerin Analizi;

Ankette elde edilen verilere göre; anketi cevaplayan personellerin %76'sını kadınlar, %24'ünü erkek personel oluşturmaktadır. Personellerin yaş aralıklarına incelendiğinde, %9'unu 18-25 yaş, %83'ünü 26-35 yaş, %6'sını 36-45 yaş, %2'sini ise 46 ve üzerindeki yaş grubunun oluşturduğu görülmüştür. Anketi cevaplayan kişilerin pozisyonlarına göre dağılımı; %90 kabin memuru, %10 kabin amiri şeklindedir.

Kriterlerin belirlenmesi;

Araştırmada, iş yükünün belirlenmesi için, daha önceden kabul görmüş kriterler olması sebebiyle NASA-TLX zihinsel iş yükü ölçüm kriterlerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla, NASA-TLX yönteminin ölçüm kriterleri olan zihinsel talep, fiziksel talep, zamansal talep, performans, efor ve rahatsızlık seviyesi kriter olarak belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan NASA-TLX yöntemine ait ölçütler ve tanımlar, Tablo 6.1' de sunulmuştur.

Tablo 6.1: NASA-TLX ölçüt tanımları

Başlık	Aralık/Değerlendirme	Tanım
Zaman Baskısı	Düşük/Yüksek	Görevin ilgili olduğu süreye göre doğru yapılmasında ne derece zaman baskısı hissedilmektedir?
Zihinsel Eylemler	Düşük/Yüksek	Görev sırasında ne kadar zihinsel eylem gereklidir? Düşünmek, karara varmak, arama, tarama, hesap vb.
Fiziksel Eylemler	Düşük/Yüksek	Görevi gerçekleştirirken ne kadar fiziksel eylem gereklidir?
Performans	İyi/Kötü	Görevi istenilen şekilde tamamlamada ne kadar başarılısınız?
Efor	Düşük/Yüksek	Görevin icrası için zihinsel ve fiziksel olarak ne kadar ağır çalışma gereklidir?
Rahatsızlık seviyesi	Düşük/Yüksek	Görevinizi yerine getirme sırasında kendinizi ne ölçüde güvensiz, memnun olmamış, zarar görmüş, gergin, sinirli, karmaşık veya gevşek hissettiniz?

Ülkemizin önde gelen bir havayolu şirketindeki kabin ekibi olarak çalışan personellere uygulanan anketin sözel değerleri bulanık sayılara dönüştürülmüş ve bulanık VİKOR yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla, 4 adet aşamadan oluşan hesaplamalar yapılır.

Ağırlıklandırma, meslek grubundaki bilirkişilerce yapılabileceği gibi ankete katılan çalışanların değerlendirmeleri ile de yapılabilir.

Kriter ağırlıklandırma işlemi yapılırken her kriter kendi içinde birbirinden bağımsız olarak kabul edilmiştir. Anket soruları içinde kriterler birbirine çok yakın anlamlıdır ve kriterlerin 5 tanesi negatif 1 tanesi pozitif değer sağlayan kriterlerdir. Hesaplamalar sonucunda yapılacak sıralamada ilk sırada çıkacak alternatif negatif yani en çok zihinsel iş yükü hissedilen seçenek olacaktır.

Çalışan personellerin cinsiyetine ve pozisyonuna göre iş yükünü hissetmede hangi kriterlere öncelik verdiklerini tespit edebilmek için, tüm katılanların ortak değerlendirildiği grubunun yanı sıra ayrı ayrı kategorize edilen katılımcı grupları için de ayrı ağırlıklar hesaplanmıştır.

İlk aşamada, tüm katılımcıların 5. soruya verdikleri cevaplar incelenmiş ve her bir kriterin ağırlığı hesaplanmıştır. Bunun için Tablo 6.2’de sözel ifadeler (dilsel değişkenler) tanımlanmış ve katılımcıların cevapları bu ifadelere karşılık gelen sayılara çevrilerek

hesaplamalar öncesi başlangıç tablolarını oluşturmak için bu sayılar kullanılmıştır. Tablo 6.2’de sözel ifadeler (dilsel değişkenler) ve bulanık sayılar tanımlanmıştır.

Tablo 6.2: Sözel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları (Wang vd. 2006)

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar		
Çok Düşük	0,00	0,00	0,25
Düşük	0,00	0,25	0,50
Orta	0,25	0,50	0,75
Yüksek	0,50	0,75	1,00
Çok Yüksek	0,75	1,00	1,00

Karar vericiler, görev aşamalarından bağımsız, genel olarak çalışma hayatlarında hangi zihinsel iş yükü kriterinin kendilerini ne derece etkilediğini belirlemek amacıyla anketin bu bölümünde ilk önce bu soruyu cevaplamışlardır. Böylece kriterlere ne derece ağırlık verdikleri belirlenmiş ve bu ağırlık değerleri ağırlıklandırma hesaplamaları için kullanılmıştır.

Tüm katılımcıların her bir kriteri ayrı ayrı değerlendirmek üzere verdiği cevapların bulanık sayı karşılıkları aşağıda Tablo 6.3’de verilmiştir.

Tablo 6.3: Kriter değerlendirmelerinin bulanık sayı karşılıkları

p	K1			K2			K3			K4			K5			K6		
1	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75
2	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
3	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
4	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
5	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
6	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
7	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
8	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75
9	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
10	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
11	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
12	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
13	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
14	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
15	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
16	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
17	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
18	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00

Tablo 6.3 (devamı)

67	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
68	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00
69	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
70	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
71	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00
72	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
73	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
74	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
76	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
77	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
78	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
79	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
80	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
81	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
82	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
83	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
84	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
85	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00
86	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
87	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
88	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00
89	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
90	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
91	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
92	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00
93	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
94	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
95	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
96	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
97	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
100	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00

Karar vericilerin değerlendirmelerinin aritmetik ortalaması alınarak her kriterin bulanık ağırlık değeri Tablo 6.4 ile gösterilmiştir.

Tablo 6.4: Tüm katılımcılara göre bulanık kriter ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Tüm Katılımcılar	0,5050	0,2875	0,4075	0,4525	0,4125	0,5375
	0,7500	0,5225	0,6450	0,6875	0,6525	0,7800
	0,9075	0,7500	0,8400	0,8775	0,8525	0,9175

Aynı işlemler, ankete katılan kadınlar, erkekler, amir ve memur görevindekiler şeklinde gruplara ayrılıp yeniden yapılarak sonuçlar Tablo 6.5'te gösterilmiştir.

Tablo 6.5: Gruplara göre bulanık kriter ağırlıkları

Grup/Kriter	K1 Zaman Baskısı	K2 Zihinsel Eylemler	K3 Fiziksel Eylemler	K4 Efor	K5 Performans	K6 Rahatsızlık Hissi
Tüm	0,5050	0,2875	0,4075	0,4525	0,4125	0,5375
	0,7500	0,5225	0,6450	0,6875	0,6525	0,7800
	0,9075	0,7500	0,8400	0,8775	0,8525	0,9175
Memur	0,5167	0,2889	0,4111	0,4583	0,4139	0,5500
	0,7611	0,5250	0,6472	0,6917	0,6528	0,7917
	0,9111	0,7528	0,8417	0,8806	0,8528	0,9194
Kadın	0,5329	0,3125	0,4441	0,4803	0,4309	0,5625
	0,7829	0,5493	0,6875	0,7204	0,6776	0,8125
	0,9309	0,7730	0,8651	0,8947	0,8750	0,9375
Erkek	0,4167	0,2083	0,2917	0,3646	0,3542	0,4583
	0,6458	0,4375	0,5104	0,5833	0,5729	0,6771
	0,8333	0,6771	0,7604	0,8229	0,7813	0,8542
Amir	0,4000	0,2750	0,3750	0,4000	0,4000	0,4250
	0,6500	0,5000	0,6250	0,6500	0,6500	0,6750
	0,8750	0,7250	0,8250	0,8500	0,8500	0,9000

Kadın, erkek, amir ve memur şeklinde gruplara ayırarak değerlendirebilmek için, her kriterin gruplar bazındaki ağırlıkları belirlenmiştir. Hesaplanan ağırlıklar, bulanık VİKOR yönteminde girdi olarak kullanılmıştır. Her grubun kriterlere farklı önem verdiği, hesaplanan ağırlıklarla belirlenmiştir.

Çalışmanın devamında öncelikle, karar vericiler, değerlendirme kriterleri ve alternatiflerin bulunduğu bir matris oluşturulmuştur. Alternatiflerin belirlenmesi için ise havayolu şirketinin şirket içi belgelerinde belirtilen ve birçok havayolu şirketinde ortak olan görev aşamaları baz alınmıştır. Ankete katılan tüm personel için hesaplamaların tamamı sırasıyla verilmiştir. 6 adet alternatif ve 6 adet kriter Tablo 6.6 ve Tablo 6.7’te gösterilmiştir;

Tablo 6.6: Alternatifler

Kısaltma	Alternatifler
A1	Uçak Hazırlama
A2	Yolcu Karşılama
A3	Kalkış Hazırlıkları
A4	İkram
A5	İniş Hazırlıkları
A6	Yolcu Uğurlama

Tablo 6.7: Kriterler

Kısaltma	Kriterler
K1	Zaman Baskısı
K2	Zihinsel Eylemler
K3	Fiziksel Eylemler
K4	Efor
K5	Performans
K6	Rahatsızlık Hissi

Anketten elde edilen veriler ile katılımcıların kriter bazında alternatiflere verdikleri değerler kullanılmıştır. Alternatifler hakkında elde edilen sözel değerler Tablo 6.2 yardımıyla üçgensel bulanık sayılara göre yeniden düzenlenmiştir. Tüm personelin dikkate alındığı grubun sorulara verdiği cevapların bulanık sayı karşılıkları Eşitlik 6.3 ve bu sayıların ortalamaları Eşitlik 6.4 yardımıyla sıradaki Tablo 6.8 - Tablo 6.13 arasında verilmiştir.

Tablo 6.8: Alternatiflerin kriter 1 bazında bulanık sayı karşılıkları

p	K1																	
	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
1	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
2	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
3	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
4	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
5	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
6	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
7	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
8	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
9	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
10	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
11	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
12	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
13	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
14	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
15	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
16	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
17	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
18	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
19	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
20	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
21	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
22	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
23	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
24	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
26	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
27	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
28	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
29	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
30	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
31	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
32	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
33	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
34	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
35	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
36	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75

Tablo 6.8 (devamı)

86	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
87	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
88	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
89	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
90	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
91	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
92	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
93	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
94	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
95	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
96	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
97	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
100	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
Ort.	0,48	0,72	0,91	0,28	0,51	0,73	0,31	0,54	0,75	0,40	0,64	0,85	0,31	0,56	0,79	0,09	0,25	0,49

Tablo 6.9: Alternatiflerin kriter 2 bazında bulanık sayı karşılıkları

p	K2																	
	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
1	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
2	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
3	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
4	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
5	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
6	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
7	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
8	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
9	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
10	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
11	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
12	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
13	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
14	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
15	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25
16	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
17	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25
18	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
19	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
20	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
21	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
22	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
23	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
25	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
26	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
27	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
28	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50

Tablo 6.9 (devamı)

78	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
79	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
80	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
81	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
82	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
83	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
84	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
85	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
86	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
87	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
88	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
89	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
90	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
91	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
92	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
93	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
94	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
95	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
96	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
97	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
100	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
Ort.	0,39	0,62	0,82	0,20	0,42	0,66	0,32	0,56	0,78	0,29	0,52	0,76	0,29	0,52	0,75	0,08	0,25	0,50

Tablo 6.10: Alternatiflerin kriter 3 bazında bulanık sayı karşılıkları

(k)	K3																	
	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
1	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
2	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
3	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
4	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
5	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
6	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
7	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
8	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
9	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
10	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
11	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
12	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
13	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
14	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
15	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
16	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
17	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
18	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
19	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
20	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50

Tablo 6.10 (devamı)

70	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
71	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
72	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
73	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
74	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
76	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75
77	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
78	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
79	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
80	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
81	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
82	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
83	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
84	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
85	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
86	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
87	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
88	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
89	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
90	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
91	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
92	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
93	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
94	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
95	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
96	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
97	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
100	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
Ort.	0,36	0,60	0,82	0,27	0,49	0,72	0,21	0,44	0,68	0,49	0,74	0,91	0,19	0,43	0,68	0,07	0,23	0,47

Tablo 6.11: Alternatiflerin kriter 4 bazında bulanık sayı karşılıkları

(k)	K4																	
	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
1	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
2	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
3	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
4	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
5	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
6	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
7	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
8	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
9	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75
11	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
12	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75

Tablo 6.11 (devami)

62	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
63	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
64	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
65	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
66	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
67	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
68	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00
69	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
70	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
71	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
72	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
73	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
74	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
76	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
77	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
78	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
79	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
80	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
81	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
82	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
83	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
84	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
85	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
86	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
87	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
88	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
89	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
90	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00
91	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
92	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
93	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
94	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
95	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
96	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
97	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
100	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
Ort.	0,44	0,69	0,89	0,26	0,50	0,73	0,29	0,53	0,77	0,48	0,73	0,90	0,29	0,53	0,77	0,10	0,28	0,52

Tablo 6.12 (devamı)

97	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
100	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
Ort.	0,54	0,79	0,95	0,49	0,74	0,92	0,51	0,76	0,93	0,53	0,78	0,94	0,51	0,76	0,93	0,42	0,66	0,85

Tablo 6.13: Alternatiflerin kriter 6 bazında bulanık sayı karşılıkları

(k)	K6																	
	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
1	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
2	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
3	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
4	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
5	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
6	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
7	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
8	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
9	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
10	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
11	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
12	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
13	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
14	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
15	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
16	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
17	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
18	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
19	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
20	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
21	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
22	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
23	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50
24	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
25	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
26	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
27	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
28	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
29	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
30	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25
31	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
32	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
33	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
34	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75
35	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
36	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
37	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
38	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
39	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25

Tablo 6.13 (devamı)

89	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
90	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
91	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
92	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
93	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25
94	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
95	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25
96	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
97	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
98	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
99	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
100	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
Ort.	0,31	0,54	0,75	0,24	0,44	0,68	0,24	0,45	0,69	0,32	0,54	0,77	0,24	0,45	0,69	0,10	0,25	0,49

Karar vericilerin üçgenel bulanık sayılarının ortalaması alınarak tek karar vericiye düşürülmüştür. Tüm katılımcıların birleştirilmesi ile oluşturulan karar vericilerin birleştirilmiş matrisi, Tablo 6.14’te verilmiştir.

Tablo 6.14: Karar vericilerin birleştirilmiş bulanık matrisi

	Zaman Baskısı	Zihinsel Eylemler	Fiziksel Eylemler	Efor	Performans	Rahatsızlık Hissi
Uçak Hazırlama	0,4750	0,3875	0,3575	0,4375	0,5425	0,3125
	0,7175	0,6150	0,6025	0,6850	0,7925	0,5375
	0,9125	0,8225	0,8175	0,8925	0,9525	0,7525
Yolcu Karşılama	0,2825	0,1950	0,2675	0,2625	0,4900	0,2350
	0,5075	0,4150	0,4925	0,4950	0,7400	0,4375
	0,7250	0,6600	0,7225	0,7325	0,9225	0,6750
Kalkış Hazırlıkları	0,3075	0,3225	0,2075	0,2900	0,5100	0,2400
	0,5350	0,5550	0,4400	0,5325	0,7600	0,4525
	0,7525	0,7800	0,6825	0,7700	0,9325	0,6900
İkram	0,3975	0,2875	0,4900	0,4750	0,5275	0,3175
	0,6350	0,5225	0,7375	0,7250	0,7775	0,5425
	0,8500	0,7625	0,9075	0,9025	0,9350	0,7650
İniş Hazırlıkları	0,3100	0,2875	0,1900	0,2875	0,5050	0,2375
	0,5575	0,5225	0,4325	0,5300	0,7550	0,4525
	0,7900	0,7500	0,6775	0,7700	0,9300	0,6925
Yolcu Uğurlama	0,0850	0,0800	0,0725	0,1025	0,4225	0,1025
	0,2450	0,2500	0,2275	0,2750	0,6600	0,2450
	0,4925	0,5000	0,4725	0,5225	0,8450	0,4900

Bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerleri, Eşitlik 6.5 ve Eşitlik 6.6 yardımı ile bulunmuş ve Tablo 6.15’te sunulmuştur.

Tablo 6.15: Bulanık en iyi ve en kötü değerler

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
\tilde{f}_i^*	0,4750	0,3875	0,4900	0,4750	0,4225	0,3175
	0,7175	0,6150	0,7375	0,7250	0,6600	0,5425
	0,9125	0,8225	0,9075	0,9025	0,8450	0,7650
\tilde{f}_i^-	0,0850	0,0800	0,0725	0,1025	0,5425	0,1025
	0,2450	0,2500	0,2275	0,2750	0,7925	0,2450
	0,4925	0,5000	0,4725	0,5225	0,9525	0,4900
$(\tilde{f}_i^*) - (\tilde{f}_i^-)$	-0,0175	-0,1125	0,0175	-0,0475	-0,5300	-0,1725
	0,4725	0,3650	0,5100	0,4500	-0,1325	0,2975
	0,8275	0,7425	0,8350	0,8000	0,3025	0,6625

Eşitlik 6.7 kullanılarak alternatiflerin kriter bazlı değerlerinin en iyi ve en kötü değerlere uzaklıkları hesaplanmış, Eşitlik 6.8 ve Eşitlik 6.9 kullanılarak S_i ve R_i değerleri Tablo 6.16’da gösterilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları daha önce Tablo 6.4’te belirtilmiştir.

Tablo 6.16: Alternatiflerin bulanık S_i ve R_i değerleri

	S_i	R_i
A1 Uçak Hazırlama	-1,9071	-0,1598
	0,8975	0,1707
	-10,6711	26,4000
A2 Yolcu Karşılama	-1,4891	-0,1135
	1,9501	0,3099
	-21,3465	30,7200
A3 Kalkış Hazırlıkları	-1,5798	-0,0939
	1,7743	0,3763
	-15,7533	33,6000
A4 İkram	-1,8815	-0,2038
	0,8420	0,0000
	-21,0215	20,0400
A5 İniş Hazırlıkları	-1,5873	-0,0915
	1,7738	0,3857
	-15,0845	34,4400
A6 Yolcu Uğurlama	-0,7887	0,0085
	3,3850	0,6450
	-26,7641	40,0800

En küçük ve en büyük S_i ve R_i değerleri tespit edilerek \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* ve \tilde{R}^- değerleri, Tablo 6.17’de verilmiştir.

Tablo 6.17: Bulanık en küçük ve en büyük Si ve Ri değerleri

Si+	Si-	Ri+	Ri-
-1,8815	-1,9071	-0,2038	0,0085
0,8420	0,8975	0,0000	0,6450
-21,0215	-10,6711	20,0400	40,0800

Her bir grup için Eşitlik 6.10 kullanılarak Qi değerleri hesaplanarak Tablo 6.18’de gösterilmiştir.

Tablo 6.18: Alternatiflerin bulanık Qi değerleri

Qi	a	m	b
Uçak Hazırlama	-1,3381	0,6324	-0,8940
Yolcu Karşılama	-1,3613	10,2312	-1,2810
Kalkış Hazırlıkları	-1,3559	8,6977	-1,2066
İkram	-1,3401	0,0000	-1,0060
İniş Hazırlıkları	-1,3554	8,7004	-1,2101
Yolcu Uğurlama	-1,3996	23,4278	-1,6564

Bulanık sayılar Eşitlik 6.11 yardımıyla durulaştırılarak gerçek sayılar elde edilmiştir. S, R ve Q değerleri gerçek sayı haline getirilerek büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Tüm karar vericiler için durulaştırılmış S, R ve Q değerleri, Tablo 6.19’da gösterilmiştir.

Tablo 6.19: Tüm karar vericiler için durulaştırılmış S, R ve Q değerleri

No	Alternatif	Si	Ri	Qi
A1	Uçak Hazırlama	-1,4981	4,4872	0,0496
A2	Yolcu Karşılama	-2,5058	5,3077	6,3804
A3	Kalkış Hazırlıkları	-1,7060	5,8352	5,3714
A4	İkram	-3,2558	3,3060	-0,3910
A5	İniş Hazırlıkları	-1,5961	5,9819	5,3727
A6	Yolcu Uğurlama	-2,3355	7,1114	15,1092

Tüm bu bulanık VİKOR yöntemi adımları incelenecek olan her bir grup için ayrı ayrı uygulanmıştır. Her bir karar verici grubu için yapılan hesaplama adımlarını tekrar tekrar vermek yerine sadece sonuç sıralamaları ve tavsiye çözüm kümeleri Tablo 6.20 – Tablo 6.23 da verilmiştir.

Tablo 6.20: Kadın karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri

No	Alternatif	S_i	R_i	Q_i
A1	Uçak Hazırlama	-4,5309	2,6981	0,0583
A2	Yolcu Karşılama	-6,2776	3,3232	-0,0533
A3	Kalkış Hazırlıkları	-5,6780	3,5844	0,0043
A4	İkram	-6,2578	1,9665	-0,0017
A5	İniş Hazırlıkları	-5,6241	3,8081	-0,0052
A6	Yolcu Uğurlama	-7,3956	4,5623	-0,1339

Tablo 6.21: Erkek karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri

No	Alternatif	S_i	R_i	Q_i
A1	Uçak Hazırlama	-8,3509	0,1442	0,1903
A2	Yolcu Karşılama	-9,6724	0,0467	-0,1370
A3	Kalkış Hazırlıkları	-10,0950	0,2040	0,1140
A4	İkram	-7,3908	0,2059	0,2806
A5	İniş Hazırlıkları	-9,7389	0,0526	-0,0523
A6	Yolcu Uğurlama	-11,5899	-0,0508	2,3703

Tablo 6.22: Amir görevindeki karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri

No	Alternatif	S_i	R_i	Q_i
A1	Uçak Hazırlama	-1,5837	0,1533	-0,1386
A2	Yolcu Karşılama	-1,3819	0,1533	0,0699
A3	Kalkış Hazırlıkları	-1,4608	0,0749	-0,1321
A4	İkram	-1,4538	0,2316	-0,0841
A5	İniş Hazırlıkları	-1,5546	0,1477	-0,0509
A6	Yolcu Uğurlama	-1,1443	0,0903	1,0186

Tablo 6.23: Memur görevindeki karar vericiler için durulaştırılmış S , R ve Q değerleri

No	Alternatif	S_i	R_i	Q_i
A1	Uçak Hazırlama	5,4056	5,9160	-0,2585
A2	Yolcu Karşılama	8,0482	8,9303	-0,0432
A3	Kalkış Hazırlıkları	8,4157	8,7246	-0,0799
A4	İkram	5,8898	7,0688	-0,2291
A5	İniş Hazırlıkları	8,4016	8,6573	-0,0936
A6	Yolcu Uğurlama	11,9400	12,1252	0,2580

Son adımda 1. Koşul olan kabul edilebilir avantaj koşulu için hesaplamalar sonucunda oluşturulan alternatifler sıralamaları Tablo 6.24'te verilmiştir

Tablo 6.24: Kabul edilebilir avantaj koşulu sonuçları

ALTERNATİFLER		Qi				
		Tüm	Kadın	Erkek	Amir	Memur
A1	Uçak Hazırlama	2	6	5	1	1
A2	Yolcu Karşılama	5	2	1	5	5
A3	Kalkış Hazırlıkları	3	5	4	2	4
A4	İkram	1	4	6	3	2
A5	İniş Hazırlıkları	4	3	2	4	3
A6	Yolcu Uğurlama	6	1	3	6	6

Tablo 6.24'te görüldüğü üzere “Tüm katılımcılar” ve “Erkek” grubunda en iyi Qi değeri kendisine en yakın alternatif ile arasında kabul edilebilir bir fark olduğu gözlemlenmekte, diğer gruplarda ortak çözüm kümeleri için koyu işaretli şekilde belirtildiği gibi çözüm kümeleri tavsiye edilmektedir.

Her bir grup için alternatiflerin Si, Ri, ve Qi değerlerinin sıralaması Tablo 6.25'te verilmiştir

Tablo 6.25 Gruplara göre alternatiflerin sıralanması ve istikrar koşulu sonuçları

ALTERNATİFLER		TÜM			KADIN			ERKEK			AMİR			MEMUR		
		Si	Ri	Qi	Si	Ri	Qi	Si	Ri	Qi	Si	Ri	Qi	Si	Ri	Qi
A ₁	Uçak Hazırlama	6	2	2	6	2	6	5	4	5	1	4	1	1	1	1
A ₂	Yolcu Karşılama	2	3	5	2	3	2	4	2	1	5	5	5	3	5	5
A ₃	Kalkış Hazırlıkları	4	4	3	4	4	5	2	5	4	3	1	2	5	4	4
A ₄	İkram	1	1	1	3	1	4	6	6	6	4	6	3	2	2	2
A ₅	İniş Hazırlıkları	5	5	4	5	5	3	3	3	2	2	3	4	4	3	3
A ₆	Yolcu Uğurlama	3	6	6	1	6	1	1	1	3	6	2	6	6	6	6

Yukarıdaki Tablo 6.25'te görüldüğü üzere, sonuçlar 2. Koşul için değerlendirildiğinde sadece “Erkek” grubunda istikrar koşulu sağlanmadığı görülmüştür.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlar incelenip grup karar vermelerde tavsiye edilen çözüm kümelerine bakıldığında tüm katılımcıların dikkate alındığı grupta en çok iş yükü hissedilen görev İkrâm olmuştur. Sadece kadın katılımcılar dikkate alındığında alternatifler arasında net bir fark görülememiş tüm alternatifler için zihinsel iş yükünün birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Sadece erkeklerin oluşturduğu grup için ise istikrar koşulu sağlanamadığı için Yolcu Karşılama ve İniş Hazırlıkları en çok iş yükü hissedilen safhalar olduğu kabul edilir. Amir ve Memur görevindekilerin oluşturduğu gruplar ayrı değerlendirildiğinde, zihinsel iş yükü hissedilen alternatiflerin oluşturduğu uzlaşmış çözüm kümesi elemanlarının aynı olduğu gözlemlenmiştir. Bunlar; Uçak Hazırlama, Kalkış Hazırlıkları, İkrâm ve İniş Hazırlıkları aşamalarıdır.

Bu çalışmada grup karar verme durumlarında bulanık cevapların matematiksel olarak işlenerek en az bireysel pişmanlık ve en fazla grup faydasını sağlayacağı birçok akademik çalışmada kullanılmış yöntemler kullanılarak havacılık sektöründe emniyet ve güvenlik riskleri barından önemli bir meslek dalı üzerinde kullanılabilirliği gösterilmek istenmiştir. Kullanılan örneklem evreni, kriter ve alternatifler yol gösterici olması amacı ile oluşturulmuştur. Farklı yöntem ve metodlar ile karşılaştırmalar yapılarak sonuçların güvenilirliği ve değişkenlikleri gözlemlenebilir.

Gerek havayolu şirketleri gerekse başka akademik çalışmalarda tüm bu girdiler uzmanlar inisiyatifinde belirlenip benzer çalışmalar yapılabilir, iyileştirmeler ve alınacak kararlar için fikir verici olarak kullanılabilir. Alınacak veya alınmış olan kararların hangi grupları ne derece etkileyebileceği tespit edilip bunlar hakkında iyileştirici aksiyonlar alınabilir. Ramak kala olaylar, her türlü geri bildirimler veya gerçekleşen olayların yoğunluğu göz önünde bulundurularak hangi alternatifte bu yoğunlukların olduğu ve bunlardan en çok hangi grupların etkilendiği dikkate alınarak düzeltici ve önleyici çalışmalar yapılabilir.

Böylece iş yükünü makul seviyelerde ve dengeli bir şekilde tutacak prosedür ve yöntemler geliştirmek uçuş emniyetinin yanında kabin ekiplerinin performansını ve motivasyonunu yükseltmek için çok önemlidir.

8. KAYNAKLAR

- Aktaş, R., Doğanay, M. M., Gökmen, Y., Gazibey, Y. ve Türen, U. (2015). Sayısal karar verme yöntemleri. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Akyüz, Y., Bozdoğan, T. ve Hantekin, E. (2011). TOPSIS yöntemiyle finansal performansın değerlendirilmesi ve bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 73-92.
- Alpay, M. (2010). Kredi değerliliğinin ölçülmesinde topsis yöntemi ve bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Alinezhad, A. and Khalili, J. (2019). MAUT Method. In *New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM)* (pp. 127-131). Springer, Cham.
- Al-Sharrah, G. (2010). Ranking using the Copeland score: a comparison with the Hasse diagram. *Journal of chemical information and modeling*, 50(5), 785-791.
- Arslan R. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi: OECD verileri üzerine bir uygulama. Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Avdan, E. (2018). Çok kriterli karar verme teknikleri ile e-atık geri kazanım tesisi yer seçimi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ayaydın, H., Durmuş, S ve Pala, F. (2017). Gri ilişkisel analiz yöntemiyle türk lojistik firmalarında performans ölçümü, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8/21, 76-94.
- Ayçin, E. Ve Çakın, E. (2019). Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünde entropi ve mabac çok kriterli karar verme yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 19(2), 326-351.
- Aydın, B. (2019). Farklı ağırlıklandırma temelli çok kriterli karar verme yöntemleri ile finansal performans ölçümü üzerine bütünleşik bir inceleme: Türkiye Taşkömürü Kurumu örneği (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Aytaç, M. ve Gürsakal, N. (2015). Karar Verme. Bursa: Dora Yayıncılık.

- Bell, D. R. And Lattin, J. M. (1998). Shopping behavior and consumer preference for store price format: Why “large basket” shoppers prefer EDLP. *Marketing Science*, 17(1), 66-88.
- Bellman, R. E. and Zadeh, L. A. (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Management Science*, 17, B141-B164.
- Boet, S., Sharma, B., Pigford, A. A., Hladkovicz, E., Rittenhouse, N. and Grantcharov, T. (2017). Debriefing decreases mental workload in surgical crisis: a randomized controlled trial. *Surgery*, 161(5), 1215-1220.
- Brookhuis, K. A. and De Waard, D. (2010). Monitoring drivers’ mental workload in driving simulators using physiological measures. *Accident Analysis & Prevention*, 42(3), 898-903.
- Buchanan, J., Sheppard, P. And Vanderpoorten, D. (1998, August). Ranking projects using the ELECTRE method. In Operational Research Society of New Zealand, Proceedings of the 33rd Annual Conference (Vol. 30, pp. 42-51).
- Burgazoğlu, H., MACBETH, (Ed.) Yıldırım, B.F., Önder,E. (2015). Çok kriterli karar verme yöntemleri. Bursa: Dora Yayınevi.
- Cain, B. (2007). A review of the mental workload literature.
- Cengiz, G. (2019). Bütünleşik Yeni Bir Yaklaşım İle Havayolu Hizmet Kalitesinin Cinsiyetler Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Chakraborty, S. (2011). Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54(9), 1155-1166.
- Chang, C. L., Tsai, C. H. and Chen, L. (2003). Applying grey relational analysis to the decathlon evaluation model. *Int J Comput Internet Manage*, 11(3), 54-62.
- Chang, C. L. (2010). A modified VIKOR method for multiple criteria analysis. *Environmental monitoring and assessment*, 168(1), 339-344.

- Chen, L. Y. and Wang, T. C. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- Cuadrado, M. R. and Fernández, M. G. (2013). Methodology to select the best business game in higher education. *American Journal of Industrial and Business Management*, 3(7), 589.
- Çakıl, E. Y. (2017). Bir mermer fabrikasındaki makinenin çok kriterli karar verme metotları kullanılarak seçilmesi (Master's thesis, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çakır, S. and Perçin, S. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü.
- Çalımfidan, E. (2015). Döner kanat pilotları için gece uçuş emniyetini arttırmaya yönelik bir çalışma. (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi).
- Çınar, Y. (2013). Kariyer tercihi probleminin yapısal bir modeli ve riske karşı tutumlar: Olasılıklı DEMATEL yöntemi temelli bütünlük bir yaklaşım. *Sosyoekonomi*, 19(19).
- Değermenci, A. (2016). Bulanık ortamda çok kriterli karar verme teknikleri ile personel seçimi: katılım bankacılığı sektöründe bir uygulama (Master's thesis, İstanbul Ticaret Üniversitesi).
- Deveci, F. (2011). Ergenlerde karar verme stilleri ile algılanan sosyal destek düzeyi arasındaki ilişkinin incelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Adana.
- Devi, K. (2011). Extension of VIKOR method in intuitionistic fuzzy environment for robot selection. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 14163-14168.
- Dibsono, D. (1998). Managing Change. *Forum Manajemen*, 12(67), 10-13.
- Dinçer, H. and Görener, A. (2011). Analitik hiyerarşi süreci ve VIKOR tekniği ile dinamik performans analizi: Bankacılık sektöründe bir uygulama.

- Dinçer, H., Yüksel, S. and Martinez, L. (2019). Interval type 2-based hybrid fuzzy evaluation of financial services in E7 economies with DEMATEL-ANP and MOORA methods. *Applied Soft Computing*, 79, 186-202.
- Dumanoğlu, S. (2010). İMKB'de işlem gören çimento şirketlerinin mali performansının topsis yöntemi ile değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 29(2), 323-339.
- Bana e Costa, C. A. B., De Corte, J. M. and Vansnick, J. C. (2016). *On the mathematical foundations of MACBETH*. Multiple criteria decision analysis. Springer, New York, NY.
- Eisenhardt, K. M. and Zbaracki, M. J. (1992). Strategic decision making. *Strategic management journal*, 13(S2), 17-37.
- Ekinci, E. B. M. ve Can, G. F. (2018). Algılanan iş yükü ve çalışma duruşları dikkate alınarak operatörlerin ergonomik risk düzeylerinin çok kriterli karar verme yaklaşımı ile değerlendirilmesi. *Ergonomi*, 1(2), 77-91.
- Emeç, Ş. ve Akkaya, G. (2018). Sağlık sektöründe zihinsel iş yükü değerlendirmesi ve bir uygulama. *Ergonomi*, 1(3), 156-162.
- Erikan, L. (2002). Hava Kuvvetleri Komutanlığında Aday Seçiminde AHP ile Etkin Karar Verme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üni. Fen Bil. Ens.
- Ersöz, F. ve Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Ertuğrul, İ. ve Özçil, A. (2014). Çok kriterli karar vermede TOPSIS ve VİKOR yöntemleriyle klima seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 267-282.
- Ertuğrul, İ. ve Öztaş, G. Z. (2016). Performance analysis of online bookstores by using macbeth and promethee methods. *Journal of Internet Applications and Management*, 7(2), 21-38.
- Esin, A. (2003). Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri. Gazi Kitabevi: Ankara.

- Feng, C. M., & Wang, R. T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133-142.
- Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (Eds.). (2005). Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys.
- Floudas, C. A. and Pardalos, P. M. (Eds.). (2008). Encyclopedia of optimization. Springer Science & Business Media.
- Fishburn, P. C. (1976). Utility independence on subsets of product sets. *Operations Research*, 24(2), 245-255.
- Forman, E. H. and Selly, M. A. (2001). Decision by objectives: how to convince others that you are right. World Scientific.
- Fülöp, J. (2005, November). Introduction to decision making methods. In BDEI-3 workshop, Washington (pp. 1-15).
- Garvin, D. A. (1998). The processes of organization and management. *Sloan management review*, 39(4), 33-51.
- Gawron, V. J. (2008). Human performance, workload, and situational awareness measures handbook. CRC Press.
- Genç, T., Kabak, M., Köse, E., & Yılmaz, Z. (2015). Bireysel emeklilik sistemi seçimi problemine ilişkin Macbeth yaklaşımı. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, (22), 47-65.
- Gülin, C. A. N., Atalay, K., Eraslan, E. ve Özçakmak, B. Bir devlet hastanesinde yaşanan istifa sayılarındaki artışın nedenlerinin araştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 583-590.
- Greco, S., Mousseau, V. and Słowiński, R. (2008). Ordinal regression revisited: multiple criteria ranking using a set of additive value functions. *European Journal of Operational Research*, 191(2), 416-436.
- Greco, S., Figueira, J. and Ehrgott, M. (2016). Multiple criteria decision analysis (Vol. 37). New York: Springer.

- Gök, M. Y. and Çınar, Y. T. D. (2015). G20 ülkelerinin enerji göstergeleri açısından çok kriterli karar verme teknikleri ile sıralanması (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı).
- Gupta, H. (2018). Evaluating service quality of airline industry using hybrid best worst method and VIKOR. *Journal of Air Transport Management*, 68, 35-47.
- Hart, S. G. (2006, October). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 50, No. 9, pp. 904-908). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage publications.
- Heydari, M., Sayadi, M. K. and Shahanaghi, K. (2010). Extended VIKOR as a new method for solving Multiple Objective Large-Scale Nonlinear Programming problems. *RAIRO-Operations Research*, 44(2), 139-152.
- Hsiao, S. W. and Tsai, H. C. (2004). Use of gray system theory in product-color planning. *Color Research & Application*, 29(3), 222-231.
- Huang, J. J., Tzeng, G. H. and Liu, H. H. (2009, June). A revised VIKOR model for multiple criteria decision making-The perspective of regret theory. In International Conference on Multiple Criteria Decision Making (pp. 761-768). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Huang, I. B., Keisler, J. and Linkov, I. (2011). Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the total environment*, 409(19), 3578-3594.
- Hwang, Ching, Lai., Yoon, Paul., (1981), Multiple Attribute Decision Making In: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer-Verlag-Berlin,
- Ishizaka, A. and Nemery, P. (2013). Multi-criteria decision analysis: methods and software. John Wiley & Sons.
- Işıklı, Ş. (2008). Bulanık mantık ve bulanık teknolojiler. *Araştırma Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi (Yayınlanmıyor)*
- Işildar, A. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemleriyle katı atık bertaraf yöntemi seçimi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Jacquet-Lagrange, E. and Siskos, J. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European journal of operational research*, 10(2), 151-164.
- Jacquet-Lagrange, E. and Siskos, Y. (2001). Preference disaggregation: 20 years of MCDA experience. *European Journal of Operational Research*, 130(2), 233-245.
- Janic, M. and Reggiani, A. (2002). An application of the multiple criteria decision making (MCDM) analysis to the selection of a new hub airport. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2(2), 113-141.
- Ju-Long, D. (1982). Control problems of grey systems. *Systems & control letters*, 1(5), 288-294.
- Karaatlı, M. ve Dağ, O. (2018). Türk Milli Erkek Futbol Takımına Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Futbolcu Seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(4), 1433-1454.
- Karande, P. and Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(2), 259-279.
- Karaoğlan, S. ve Şahin, S. (2016). DEMATEL ve AHP yöntemleri ile işletmelerin satın alma problemine bütünleşik bir yaklaşım, DSLR kamera örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 359-375.
- Karaoğlan, S. ve Şahin, S. (2018). BİST XKMYA işletmelerinin finansal performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile ölçümü ve yöntemlerin karşılaştırılması.
- Karataş, İ. (2018). Bulanık mantık ile klasik ve sembolik mantık ilişkisi (karşılaştırılması). *European Journal of Educational and Social Sciences*, 3(2), 144-163.
- Karataş Cevizci, D. ve Kayacan, O. (2019). Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSIS yöntemleri ile tedarikçi seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(62), 331-344.

- Keleş, M. K. (2019). Entropi temelli ELECTRE III yöntemi ile b segmenti otomobil markalarının sıralanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(33), 29-50.
- Kim, S. K. and Song, O. (2009). A MAUT approach for selecting a dismantling scenario for the thermal column in KRR-1. *Annals of Nuclear Energy*, 36(2), 145-150.
- Klamler, C. (2003). A comparison of the Dodgson method and the Copeland rule. *Economics Bulletin*, 4(8), 1-7.
- Korucuk, S. ve Memiş, S. (2019). Yeşil liman uygulamaları performans kriterlerinin dematel yöntemi ile önceliklendirilmesi: İstanbul örneği. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(16), 134-148.
- Kou, G., Yang, P., Peng, Y., Xiao, F., Chen, Y. and Alsaadi, F. E. (2020). Evaluation of feature selection methods for text classification with small datasets using multiple criteria decision-making methods. *Applied Soft Computing*, 86, 105836.
- Koyuncu, O. ve Özcan, M. (2014). Personel seçim sürecinde analitik hiyerarşi süreci ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması: Otomotiv sektöründe bir uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2), 195-218.
- Kundakçı, N. (2016). MACBETH ve MULTI-MOORA yöntemlerine dayalı birleşik çok kriterli karar verme yaklaşımı. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17-26.
- Więcek-Janka, E., Mierzwiak, R., Nowak, M., Kujawińska, A. and Majchrzak, J. (2021). Application of Grey Systems Theory in the Analysis of Data Obtained from Family Businesses. *European Research Studies*, 24, 494-510.
- Kabir, N. and Carayannis, E. (2013, January). Big data, tacit knowledge and organizational competitiveness. In proceedings of the 10th international conference on intellectual capital, Knowledge Management and Organisational Learning: ICICKM (p. 220).
- Karaca, T. (2011), Proje Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Kritik Yolun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karakaşoğlu, N. (2008). Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama (Master's thesis).

- Karaoğlan, S. ve Şahin, S. (2016). DEMATEL ve AHP Yöntemleri İle İŞletmelerin Satın Alma Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, DSLR Kamera Örneği. *İŞletme Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 359-375.
- Kaya, İ., Kılınç, M. S. ve Çevikcan, E. (2007). Makine-teçhizat seçim probleminde bulanık karar verme süreci. *Mühendis ve Makina*, 49(576), 8-14.
- Koçak, A. ve Diyadin, A. (2018). Sanayi 4.0 geçiş süreçlerinde kritik başarı faktörlerinin DEMATEL yöntemi ile değerlendirilmesi. *Ege Akademik Bakis*, 18(1), 107-120.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve iŐletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz IIBF dergisi*, 1(1), 83-105.
- Jacquet-Lagrèze, E. (1975). How we can use the notion of semi-orders to build outranking relations in multi-criteria decision making. In *Utility, Probability, and Human Decision Making* (pp. 87-112). Springer, Dordrecht.
- Li, D. F. and Yang, J. B. (2004). Fuzzy linear programming technique for multiattribute group decision making in fuzzy environments. *Information Sciences*, 158, 263-275.
- Liu, F. H. F. and Hai, H. L. (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *International journal of production economics*, 97(3), 308-317.
- March, J. G. (1994). *A Primer on decision making: How decisions happen*. New York: Simon & Schuster Ltd.
- Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N. and Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 28(1), 516-571.
- Mintzberg, H. and Westley, F. (2001). It's not what you think. *MIT Sloan Management Review*, 42(3), 89-93.
- Nas, S. (2006). Gemi operasyonlarının yönetiminde kaptanın bireysel karar verme süreci analizi ve bütünleşik bir model uygulaması (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

- Nilashi, M., Bagherifard, K., Ibrahim, O., Janahmadi, N. and Ebrahimi, L. (2012). Ranking parameters on quality of online shopping websites using multi-criteria method. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(21), 4380-4396.
- Nutt, P. C. (1998). How decision makers evaluate alternatives and the influence of complexity. *Management science*, 44(8), 1148-1166.
- Ofluoglu, A., Birdogan, B. A. K. İ. and Ar, İ. M. (2017). Multi-criteria decision analysis model for warehouse location in disaster logistics. *Journal of Management Marketing and Logistics*, 4(2), 89-106.
- O'Neill, J. C. (2004). Tie-breaking with the single transferable vote. *Voting matters*, 18(14).
- Opricovic, S. (2007). A fuzzy compromise solution for multicriteria problems. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 15(03), 363-380.
- Opricovic, S. (2009). A compromise solution in water resources planning. *Water resources management*, 23(8), 1549-1561.
- Opricovic, S. and Tzeng, G. H. (2003). Fuzzy multicriteria model for postearthquake land-use planning. *Natural hazards review*, 4(2), 59-64.
- Opricovic S. and Tzeng G.H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Opricovic, S., and Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European journal of operational research*, 178(2), 514-529.
- Orçun, Ç. ve Eren, B. S. (2017). TOPSIS yöntemi ile finansal performans değerlendirme: XUTEK üzerinde bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (75), 139-154.
- Ömürbek, V. (2013). Havayolu taşımacılığı sektöründe topsis yöntemiyle finansal performans değerlendirme. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 343-363.

- Ömürbek, N., Karaatlı, M. and Balcı, H. F. (2016). Entropi temelli MAUT ve SAW yöntemleri ile otomotiv firmalarının performans değerlemesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 227-255.
- Özçil, A. (2020). Çok kriterli karar verme yöntemlerine alternatif bir yöntem önerisi: bütünleştirici referans noktası yaklaşımı.
- Özden, Ü. H. (2012). AB'ye üye ülkelerin ve Türkiye'nin ekonomik performanslarına göre VİKOR yöntemi ile sıralanması.
- Öztürk, A. (2004). Yöneylem Araştırması, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Paksoy, S. (2015). Ülke göstergelerinin VİKOR yöntemi ile değerlendirilmesi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 153-169.
- Pala, O. (2019). Yükseköğretimde mobil eğitim uygulamalarında kritik başarı faktörlerinin bulanık DEMATEL ile değerlendirilmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, (3), 519-528.
- Ranjan, R., Chatterjee, P. and Chakraborty, S. (2016). Performance evaluation of indian railway zones using DEMATEL and VIKOR methods. Benchmarking: An International Journal.
- Rajogopalan, N., Rasheed, A.M. and Datta, D.K. (1993), Strategic decision processes: critical review and future directions. *Journal of Management*, 12(2), 349-84
- Rajagopalan, R., Anderson, R. T., Sarma, S., Retchin, C. and Jones, J. (1998). The use of decision-analytical modelling in economic evaluation of patch testing in allergic contact dermatitis. *Pharmacoeconomics*, 14(1), 79-95.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Rezaei, J., van Roekel, W. S. and Tavasszy, L. (2018). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, 68, 158-169.
- Roszkowska, E. (2014). The MACBETH approach for evaluation offers in ill-structure negotiations problems.
- Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*, 2(8), 57-75.

- Roy, B. and Vincke, P. (1981). Multicriteria analysis: survey and new directions. *European journal of operational research*, 8(3), 207-218.
- Roy, B. (1990). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. In *Readings in multiple criteria decision aid* (pp. 155-183). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Roy, B. and Bouyssou, D. (1993). *Aide multicritere ala décision: méthodes et cas: economica*. Paris, France.
- Roy, B., In Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (Ed.). (2005). *ELECTRE methods. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Berlin: Springer.
- Rubio, S., Díaz, E., Martín, J. and Puente, J. M. (2004). Evaluation of subjective mental workload: A comparison of SWAT, NASA-TLX, and workload profile methods. *Applied psychology*, 53(1), 61-86.
- Saari, D. G. and Merlin, V. R. (1996). The copeland method. *Economic Theory*, 8(1), 51-76.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Sanayei, A., Mousavi, S. F. and Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30.
- Sayadi, M. K., Heydari, M. and Shahanaghi, K. (2009). Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers. *Applied Mathematical Modelling*, 33(5), 2257-2262.
- Senger, Ö., ve Albayrak, Ö. K. (2016). Gri İlişki Analizi yöntemi ile personel değerlendirme. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (17), 235-258.
- Shojaei, P., Haeri, S. A. S. and Mohammadi, S. (2018). Airports evaluation and ranking model using Taguchi loss function, best-worst method and VIKOR technique. *Journal of Air Transport Management*, 68, 4-13.
- Simon, H. A. (1977). The logic of heuristic decision making. In *Models of discovery* (pp. 154-175). Springer, Dordrecht.

- Su, Z. X. (2011). A hybrid fuzzy approach to fuzzy multi-attribute group decision-making. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 10(04), 695-711.
- Şengül, Ü., Miraç, E. R. E. N. and Shiraz, S. E. (2012). Bulanik Ahp İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (40), 143-165.
- Tatlı, M. (2017). Tükenmişlik ile iş yükü arasındaki ilişki: Aksaray defterdarlığında bir araştırma. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 49-62.
- Tekin, M. (2004). Sayısal Yöntemler. Konya: Kuzucular Ofset.
- Tekin, B. (2018). Bilişsel önyargı ve hevristik bağlamında finansın insani boyutu olarak “davranışsal finans”: bir literatür incelemesi ve derleme çalışması. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi*, 1(2), 131-156.
- Tezergil, S. A. (2016). VİKOR yöntemi ile türk bankacılık sektörünün performans analizi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(1), 357-373.
- Tosun, K. (1992). İşletme Yönetimi: Genel Esaslar. Ankara. Baskı. Savaş Yayınları.
- Tunca, M.Z., Keleş. M. K. (2018). ELECTRE yöntemi ile Ankara bölgesinde inovatif ve girişimci işletmeler için teknokent seçimi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* (648), 143-180.
- Turskis, Z., Zavadskas, E. K. and Peldschus, F. (2009). Multi-criteria optimization system for decision making in construction design and management. *Engineering economics*, 61(1), 7-17.
- Tütek H. H. ve Gümüšoğlu Ş. (2000). Sayısal yöntemler yönetsel yaklaşım. Beta Basım A.Ş, İstanbul.
- Uçakcıoğlu, B. ve Eren, T. (2017). Investment selection project in air defense industry with analytic hierarchy process and VIKOR methods. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2, 35-53.

- Urfalıoğlu, F. ve Genç, T. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile türkiye'nin ekonomik performansının avrupa birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(2), 329-360.
- Urmak, E. D., Çatal, Y. ve Karaatlı, M. (2017). İllerin ormancılık faaliyetlerinin ahp temelli maüt ve saw yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 301-325.
- Uygurtürk, H. ve Korkmaz, T. (2012). Finansal performansın TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi: Ana metal sanayi işletmeleri üzerine bir uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(2), 95-115.
- Üçüncü, T. (2019). Bütünleşik ANP, TOPSIS ve VİKOR yöntemleriyle tedarikçi seçimi: mobilya endüstrisinde bir uygulama (Doctoral dissertation, Kastamonu Üniversitesi).
- Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani, J. S. and Amiri, M. (2010). Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47(9-12), 1231-1239.
- Vidulich, M.A. ve Tsang, P.S. (1986). Techniques of subjective workload assessment: a comparison of swat and the NASA-Bipolar methods. *Ergonomics*, 29(11), 1385-1398.
- Wang, L., Langari, R. and Yen, J. (1999). Identifying fuzzy rule-based models using orthogonal transformation and backpropagation. In *Fuzzy Theory Systems* (pp. 187-204). Academic Press.
- Whitecotton, S. M., Butler, S. A. and Houston, R. W. (1998). Influencing decision aid reliance through involvement in information choice/commentary on influencing decision aid reliance through involvement in information choice. *Behavioral Research in Accounting*, 10, 182.
- Wu, H.-H. (2002). A comparative study of using grey relational analysis in multiple attribute decision making problems. *Quality Engineering*, 15(2), 209-217.
- Wu, W. W. (2011). Beyond Travel & Tourism competitiveness ranking using DEA, GST, ANN and Borda count. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12974-12982.

- Yaralıoğlu, K. ve Köksal, H. (2003). Analytic hierarchy process as a managerial decision tool in the evaluation of new product ideas. *Ege Academic Review*, 3(1), 119-137.
- Yavuz, M., Akca, M. ve Tepe Küçüköğlu, M. (2020). Zihinsel iş yükünün ölçümü: Carmen-q ölçeğinin Türkçe'ye uyarlaması. *Journal of Yasar University*, 15(60), 675-691.
- Yeh, C. H. (2003). The selection of multiattribute decision making methods for scholarship student selection. *International Journal of Selection and Assessment*, 11(4), 289-296.
- Yener, Y., Can, G. F. ve Toktaş, P. (2019). Fiziksel zorlanma ve algılanan iş yükü düzeylerini dikkate alan iş rotasyonu önerisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1), 9-20.
- Yoon, K. P. and Hwang, C. L. (1995). Multiple attribute decision making: an introduction. Sage publications.
- Yu, P. L. (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management science*, 19(8), 936-946.
- Yücel, Y. B. (2018). Çok kriterli karar verme teknikleri ile tekstil sektöründe en uygun tedarikçi seçimi ve bir yazılım uygulaması (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yükçü, S. ve Atağan, G. (2010). TOPSIS yöntemine göre performans değerleme. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (45), 28-35.
- Zahedi, F. (1986). The analytic hierarchy process—a survey of the method and its applications. *Interfaces*, 16(4), 96-108.
- Zietsman, J., Rilett, L. R. and Kim, S. J. (2006). Transportation corridor decision-making with multi-attribute utility theory. *International Journal of Management and decision making*, 7(2-3), 254-266.
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri 2021.

Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/> Erişim tarihi: 10.10.2021

9. EKLER

EK 1 : Anket soruları

1. Kabin ekibi olarak çalışma süresi *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- 0 - 2,5 yıl
 2,5 -5 yıl
 5 - 10 yıl
 10 yıl üstü

2. Yaşınız *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- 18-25
 26-35
 36-45
 46 +

3. Cinsiyetiniz *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Kadın
 Erkek

4. Göreviniz *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Kabin Amiri
 Kabin Memuru

Aşağıdaki 7 adet tabloyu pandemi öncesi normal çalışma dönemindeki uçuş görevlerinizi düşünerek değerlendiriniz.

İş yükü, görev esnasında sergilenen işlemlerin çalışan üzerindeki miktarı olarak tanımlanmaktadır.

5. Çalışma saatlerinde bir görevi yerine getirirken aşağıdaki faktörler sizde ne kadar iş yükü hissettiriyor ? *

Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Zihinsel eylemler, size ne derece iş yükü hissettirir ? (düşünme, karar verme, hatırlama, hesaplama, arama, dikkat vb. eylemler)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fiziksel eylemler, size ne derece iş yükü hissettirir ? (itme, çekme, indirme, kaldırma vb. eylemler)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Efor harcamak, size ne derece iş yükü hissettirir ? (zihinsel ve fiziksel eylemlerin bir arada olduğu ağır çalışmalar, yoğun çaba göstermek)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Performansınız, iş yükü hissetmenizi ne derece etkiler? (Görevdeki başarınızdan memnun olmanız, hissedilen iş yükünü ne derece etkiler ?)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zaman baskısı, size ne derece iş yükü hissettirir ? (görevi tamamlamak için hızlı olma gereksinimi)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rahatsızlık seviyesinin artması, size ne derece iş yükü hissettirir ? (güvensiz, gergin, sinirli, endişeli hissetmek)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Aşağıdaki görev aşamalarında ne derece ZAMAN BASKISI hissediyorsunuz ? *

Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Uçak Hazırlama (emniyet,güvenlik, galley hazırlık)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu Karşılama (boarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalkış Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İkram Servisi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İniş Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu uğurlama (deboarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Aşağıdaki görev aşamalarında ne derece ZİHİNSEL YÜK hissediyorsunuz ? (düşünme, karar verme, hatırlama, arama vb. eylemler sonucu oluşan yük) *

Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Uçak Hazırlama (emniyet, güvenlik, galley hazırlık))	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu Karşılama (boarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalkış Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İkram Servisi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İniş Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu uğurlama (deboarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Aşağıdaki görev aşamalarında ne derece FİZİKSEL YÜK hissediyorsunuz ? (itme, çekme, indirme, kaldırma vb. eylemler sebebiyle oluşan yük) *

Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Uçak Hazırlama (emniyet, güvenlik, galley hazırlık)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu Karşılama (boarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalkış Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İkram Servisi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İniş Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu uğurlama (deboarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Aşağıdaki görev aşamalarında ne derece EFOR harcadığınızı düşünüyorsunuz ? (Efor = zihinsel ve fiziksel eylemlerin bir arada olduğu ağır ve yoğun çalışmalar) *

Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Uçak Hazırlama (emniyet, güvenlik, galley hazırlık)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu Karşılama (boarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalkış Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İkram Servisi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İniş Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu uğurlama (deboarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Aşağıdaki görev aşamalarında ne derece PERFORMANS sergilediğinizi düşünürsünüz ? (görevdeki başarı oranı) *

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Uçak Hazırlama (emniyet, güvenlik, galley hazırlık)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu Karşılama (boarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalkış Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İkram Servisi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İniş Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu uğurlama (deboarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Aşağıdaki görev aşamalarında ne derece RAHATSIZLIK hissediyorsunuz ? (gergin, sinirli, endişeli) *

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Uçak Hazırlama (emniyet,güvenlik, galley hazırlık)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu Karşılama (boarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalkış Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İkram Servisi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İniş Hazırlıkları (kabin hazırlama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yolcu uğurlama (deboarding)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10.ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : MERT KURTGÜN

Doğum tarihi ve yeri : 05.10.1990

e-posta : mertkurtgun@gmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği	2022
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Makina Mühendisliği	2014
Lise	Balıkesir Adnan Menderes Lisesi	2007