

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SİLAH EKİPMANI SEÇİMİ İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİ İLE BİR UYGULAMA**

SEDEF DENİZ

KOCAELİ 2021

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİLAH EKİPMANI SEÇİMİ İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME TEKNİKLERİ İLE BİR UYGULAMA

SEDEF DENİZ

Dr.Öğr.Üyesi Celal ÖZKALE
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

Doç.Dr.Gülşen AYDIN KESKİN
Jüri Üyesi, Balıkesir Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Mehlika KOCABAŞ AKAY
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 25.06.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Türk Silahlı Kuvvetlerinde askerin savunma sistemi ile taarruz faaliyeti için ihtiyaç duyduğu silah ekipmanı seçimi için çok kriterli karar verme teknikleri kullanarak en uygun ekipmanın seçilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Dr. Öğr.Üyesi Celal ÖZKALE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, üzerimdeki emekleri için minnettar olduğum Endüstri Mühendisliği Bölümü ve Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili babam Halit DENİZ, annem Münife DENİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Haziran – 2021

Sedef DENİZ

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR | i |
| İÇİNDEKİLER | ii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | iii |
| TABLolar DİZİNİ | iv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | vi |
| ÖZET..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| GİRİŞ | 1 |
| 1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI | 3 |
| 2. MATERYAL VE YÖNTEM | 8 |
| 2.1. Gemba Analizi | 8 |
| 2.1.1. Müşteri sesinin dinlenmesi..... | 9 |
| 2.1.2. Gemba analizi işlem adımları..... | 9 |
| 2.2. Karar Verme Süreci | 9 |
| 2.2.1. Çok kriterli karar verme | 11 |
| 2.2.2. Çok amaçlı karar verme | 13 |
| 2.2.3. Çok ölçütlü karar verme..... | 13 |
| 2.3. Bulanık AHP Metodu | 15 |
| 2.3.1. Van laarhoven ve pedryez yaklaşımı | 16 |
| 2.3.2. Buckley yaklaşımı..... | 16 |
| 2.3.3. Genişletilmiş bulanık ahp yaklaşımı | 17 |
| 2.3.4. Entropi ağırlığına dayanan bulanık ahp yaklaşımları..... | 17 |
| 2.3.4.1. Shannon entropisi..... | 17 |
| 2.3.4.2. Cheng'in önerdiği yaklaşımı | 17 |
| 2.3.5. Enea ve piazza yaklaşımı | 17 |
| 2.3.6. BAHP'de kullanılan ölççekler | 18 |
| 2.4. MACBETH Metodu..... | 19 |
| 3. UYGULAMA..... | 23 |
| 3.1. Fabrikanın Tanıtımı | 23 |
| 3.2. Çalışmanın Amacı ve Yöntem | 23 |
| 3.3. Problemin BAHP ile Çözümü..... | 28 |
| 3.3.1. Ana kriterlerin değerlendirilmesi | 29 |
| 3.3.2. Alt kriterlerin değerlendirilmesi..... | 30 |
| 3.3.3. Alt kriterler ile alternatif silah ekipmanların değerlendirilmesi..... | 37 |
| 3.4. Problemin MACBETH ile Çözümü..... | 39 |
| 3.4.1. Kriterlere göre alternatiflerin performans düzeyleri | 40 |
| 3.4.2. Kriterlerin karşılaştırılması, kriter ağırlıklarının belirlenmesi | 50 |
| 3.4.3. Alternatif puanları ve sıralama..... | 51 |
| 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 53 |
| KAYNAKLAR | 56 |
| EKLER..... | 61 |
| KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER | 72 |
| ÖZGEÇMİŞ | 73 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. Karar Verme Süreci..... | 10 |
| Şekil 2.2. Çok Kriterli Karar Verme Aşamaları | 12 |
| Şekil 3.3. Silah ekipmanının monte edileceği kalekol | 25 |
| Şekil 3.4. Kalekolda kullanılan makinalı tüfek | 25 |
| Şekil 3.5. Kullanıcının ihtiyacına yönelik kendi çözümleri | 26 |
| Şekil 3.6. Kullanıcının kendi imkanları ile yaptıkları israf ve yeterli olmayan çözümler | 26 |
| Şekil 3.7. Silah ekipmanı seçim probleminin hiyerarşik yapısı | 28 |



TABLULAR DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Tablo 2.1. ÇKKV Tekniklerinin Sınıflandırılması..... | 13 |
| Tablo 2.2. ÇÖKV-ÇAKV Karşılaştırma Tablosu | 14 |
| Tablo 2.3. BAHP Proses Önem Ölçeği | 18 |
| Tablo 2.4. MACBETH Semantik Ölçeği | 21 |
| Tablo 3.5. Silah kullanımı için en uygun silah ekipmanı seçimi..... | 27 |
| Tablo 3.6. Silah ekipmanı seçiminde ana kriterler için karşılaştırma matrisi | 29 |
| Tablo 3.7. Silah ekipman seçiminde teknik özellik kriteri için karşılaştırma matrisi..... | 30 |
| Tablo 3.8. Silah ekipmanı seçiminde mukavemet kriteri için karşılaştırma matrisi..... | 33 |
| Tablo 3.9. Silah ekipmanı seçiminde etkililik kriteri için karşılaştırma matrisi..... | 35 |
| Tablo 3.10. Silah ekipmanı seçiminde montaj kolaylığı kriteri için karşılaştırma matrisi | 36 |
| Tablo 3.11. Silah ekipmanı seçiminde estetik görünüm kriteri için karşılaştırma matrisi | 37 |
| Tablo 3.12. Beş alternatif silah ekipmanının genel değerlendirilmesi | 38 |
| Tablo 3.13. Chang'in yöntemine göre silah ekipmanların sıralaması | 38 |
| Tablo 3.14. Kullanım Kolaylığı Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 40 |
| Tablo 3.15. Kullanılan Tüm Tüfeklere Monte Edilme Durumu Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 40 |
| Tablo 3.16. Yere ve/veya Duvara Monte Edilme Özelliği Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 41 |
| Tablo 3.17. Mehmetçiğin Boyuna Göre Ayarlanabilme Özelliği Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 41 |
| Tablo 3.18. Karşı Tehditlere Karşı Koyacak Kalkanın Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 42 |
| Tablo 3.19. Gözetlemeyi Sağlayacak Balistik Cam Kullanılması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 42 |
| Tablo 3.20. Hareket Edebilme, Sabitlenebilme Özelliği Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 43 |
| Tablo 3.21. Koruma Kabinin Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 43 |
| Tablo 3.22. Üründe Kullanılan Malzemelerin Kalitesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 44 |
| Tablo 3.23. Üründe Kullanılan Malzemelerin Uzun Ömürlü Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 44 |
| Tablo 3.24. Tehditlere Karşı Dayanıklı Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 45 |
| Tablo 3.25. Silahın Geri Tepme Kuvvetine Karşı Silah Ekipmanının Dayanıklılığı Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 45 |

| | |
|--|----|
| Tablo 3.26. Montaj Edilen Yerin Sehpa Ağırlığına Karşı Dayanıklılığı Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 46 |
| Tablo 3.27. Silahların Sehpaya Montajının Yapılabilmesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 46 |
| Tablo 3.28. Kullanıcının Hakimiyet Alanı için Ürünün Ergonomik Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 47 |
| Tablo 3.29. Görüş Alanının Nişancı için Yeterli Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 47 |
| Tablo 3.30. Demonte Ürünün Kolay Montaj Edilmesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 48 |
| Tablo 3.31. Yer Değişikliği Gerektiğinde Kolay Sökülebilmesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları | 48 |
| Tablo 3.32. Silah Ekipmanı Malzemelerinin Taşınmasında Zorluk Olmaması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 49 |
| Tablo 3.33. Ürün Tasarımının Kuleye Uygunluğu Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 49 |
| Tablo 3.34. Silah Ekipmanının Taaruz ve Savunmaya Karşı Kullanılmasına ilave Düşmana Karşı Caydırıcı Özelliği Taşınması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları..... | 50 |
| Tablo 3.35. Kriterlerin Karşılaştırılmasına Yönelik Performans Sonuçları | 50 |
| Tablo 3.36. Kriterlerin Ağırlıkları Kriterlerin Ağırlıkları | 51 |
| Tablo 3.37. Alternatif Puanları ile Sıralaması | 51 |
| Tablo 4.38. BAHP ve MACBETH yöntemlerinin karşılaştırılması..... | 54 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------|--|
| $H(m)$ | : Shannon Entropisi Fonksiyonu |
| Σ | : Toplam Sembolü |
| M_{gi}^m | : Üçgensel bulanık sayılar |
| m | : Alternatif sayısı |
| S_i | : Bulanık büyüklük değeri |
| W | : Ağırlık Vektörü |
| W' | : Yapay değerlere göre ağırlık vektörü |
| v | : Alternatifin puanı |
| V | : Karşılaştırma değeri |

Kısaltmalar

| | |
|---------|---|
| A1 | : 1. Silah ekipmanı alternatifi |
| A2 | : 2. Silah ekipmanı alternatifi |
| A3 | : 3. Silah ekipmanı alternatifi |
| A4 | : 4. Silah ekipmanı alternatifi |
| A5 | : 5. Silah ekipmanı alternatifi |
| AHP | : Analitik Hiyerarşi Prosesi |
| ANP | : Analitik Şebeke Süreci |
| BAHP | : Bulanık AHP |
| BES | : Bireysel Emeklilik Sistemi |
| ÇAKV | : Çok Amaçlı Karar Verme |
| ÇKVV | : Çok Kriterli Karar Verme |
| ÇÖKV | : Çok Ölçütlü Karar Verme |
| ELECTRE | : Elimination Et Choix Traduisant la Realite |
| ES | : Estetik Görünüm |
| ES1 | : Ürün Tasarımının Kuleye Uygunluğu |
| ES2 | : Silah ekipmanının Taaruz ve Savunmaya Karşı Kullanılmasına ilave Düşmana Karşı Caydırıcı Özelliği Taşınması |
| ET | : Etkililik |
| ET1 | : Silahların Silah ekipmanına Montajının Yapılabilmesi |
| ET2 | : Kullanıcının hakimiyet alanı için ürünün ergonomik olması |
| ET3 | : Görüş Alanının Nişancı için Yeterli Olması |
| KKP | : Kurumsal Kaynak Planlama |
| MEBS | : Muhabere Elektronik Bilgi Sistemleri |
| MKEK | : Makine Kimya Endüstrisi Kurumu |
| MO | : Montaj Kolaylığı |
| MO1 | : Demonte Ürünün Kolay Montaj Edilmesi |
| MO2 | : Yer Değişikliği Gerektiğinde Kolay Sökülebilmesi |
| MO3 | : Silah ekipmanı Malzemelerinin Taşınmasında Zorluk Olmaması |
| MU | : Mukavemet (dayanıklılık) |
| MU1 | : Üründe Kullanılan Malzemelerin Kalitesi |
| MU2 | : Üründe Kullanılan Malzemelerin Uzun Ömürlü Olması |

| | |
|--------|---|
| MU3 | : Tehditlere Karşı Dayanıklı Olması |
| MU4 | : Silahın Geri Tepme Kuvvetine Karşı Silah ekipmanının Dayanıklılığı |
| MU5 | : Silah ekipmanı Ağırlığının Montaj Edildiği Yere Karşı Dayanıklılığı |
| SAP | : System, Application and Products |
| TOPSİS | : Technique for Ordered Preference by Similarities to Ideal Solution |
| TÖ | : Teknik Özellikler |
| TÖ1 | : Kullanım Kolaylığı |
| TÖ2 | : Kullanılan Tüm Tüfeklere Monte Edilme Durumu |
| TÖ3 | : Yere ve/veya Duvara Monte Edebilme Özelliği |
| TÖ4 | : Mehmetçiğin Boyuna Göre Ayarlanabilen Silah ekipmanı |
| TÖ5 | : Karşı Tehditlere Karşı Koyacak Kalkanın Olması |
| TÖ6 | : Gözetlemeyi Sağlayacak Balistik Cam Kullanılması |
| TÖ7 | : Gerektiğinde Hareket Edebilme (döndürülebilir), Sabitlenebilme Özelliği |
| TÖ8 | : Koruma Kabininin Olması |
| TSK | : Türk Silahlı Kuvvetleri |



SİLAH EKİPMANI SEÇİMİ İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE BİR UYGULAMA

ÖZET

Türk Silahlı Kuvvetleri'nde askerin savunma sistemi kadar etkili taarruz da önem arz etmektedir. Savunma alanlarının geliştirilmesi kadar taarruz faaliyetinin de etkili bir şekilde yapılması, başarıyı getiren önemli bir husustur. Gerçekleştirilen güçlü savunma ile etkili taarruz güvenlik stratejisinin önemli unsurlarındandır.

Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaçlarına odaklı, sürdürülebilir ve rekabetçi bir taarruzun oluşturulması, planlama, uygulama ve takip faaliyetlerinin stratejik yönetim anlayışı çerçevesinde ele alınması ile gerçekleşmektedir. Bu kapsamda, askerin güvenli ve etkili bir şekilde taarruz yapabilmesi için ihtiyaçları doğru tanımlayarak kullanılan ekipmanların doğru tercih edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada etkili bir taarruz için askerin kullanacağı silah ekipmanı seçimi üzerinde durulmuştur. Ankara'da faaliyet gösteren bir fabrikanın tasarım ve imalat faaliyetlerinden yararlanarak, uzman karar vericiler ile birlikte tasarlanan beş alternatif arasından kullanıcı için en uygun silah ekipmanı seçimi üzerine çalışılmıştır.

Doğru karar verilmesinde karar vericilerin tecrübelerini ortaya koyan akıl, sezgi ve becerilerini olması gerektiği gibi kullanabilmelerinin önemi bilinmekle birlikte günümüzde karmaşıklaşan karar süreçlerinin karar vericilerin doğru tercih etmelerini sağlayacak karar verme tekniklerini kullanmaları hayatlarını kolaylaştırmaktadır. Bu sebeple, bireylerin veya işletmelerin çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerini doğru bir şekilde kullanmaları, hata yapmayarak zarara ve israfa sebep olmadan etkili kararlara ve başarılı sonuçlara ulaşmasını sağlamaktadır. ÇKKV yöntemleri, seçime yönelik belirlenen kriterleri değerlendirmeye alarak alternatifler arasından en iyi olanı bulmaya çalışmaktadır.

Çalışmada öncelikle ihtiyacın doğru tespiti adına, silah ekipmanının kullanılacağı yerde Gemba analizi ile gözlem ve inceleme yapılmıştır. Karar verici kullanıcıların sesi dinlenerek sorunları ve ihtiyaçları tespit edilmiştir. Daha sonra tespit edilen istekler sonucu fabrikada tasarımı yapılan beş alternatif silah ekipmanının seçimi için uzman görüşleri bulanık sayılarla ifade edilerek ÇKKV yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) ile MACBETH kullanılmış olup karar vericilere karar desteği sağlanmıştır. Bu yöntemler ile karar verici için en uygun silah ekipman seçiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Çok Kriterli Karar Verme, Gemba Analizi, MACBETH, Silah Ekipmanı.

AN APPLICATION WITH MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES FOR WEAPON EQUIPMENT SELECTION

ABSTRACT

In the Turkish Armed Forces, effective attack is as important as the defense system of the soldier. Effective offensive activity as well as the development of defense areas is an important factor that brings success. The strong defense and effective attack is one of the important elements of the security strategy.

The creation of a sustainable and competitive attack focused on the needs of the Turkish Armed Forces is realized by handling planning, implementation and follow-up activities within the framework of a strategic management approach. In this context, in order for the soldier to attack safely and effectively, it is necessary to define the needs correctly and to choose the equipment used correctly.

In this study, the selection of weapon equipment to be used by the soldier for an effective attack is emphasized. Taking advantage of the design and manufacturing activities of a factory operating in Ankara, the selection of the most suitable weapon equipment for the user among the five alternatives designed with expert decision makers was studied.

Although the importance of decision-makers to use their intelligence, intuition and skills as they should be is known in making the right decision, it makes their lives easier by using decision-making techniques that will enable decision-makers to make the right choice. For this reason, individuals or businesses use multi-criteria decision making (MCDM) methods correctly, ensuring effective decisions and successful results without making mistakes, without causing loss and waste. MCDV methods try to find the best alternative among the alternatives by evaluating the criteria determined for selection.

In the study, first of all, in order to determine the need correctly, observations and examinations were made with Gemba analysis in the place where the weapon equipment will be used. By listening to the voice of decision-makers, their problems and needs have been identified. Later, as a result of the requests determined, expert opinions were expressed with fuzzy numbers for the selection of five alternative weapon equipment designed in the factory, Fuzzy Analytical Hierarchy Process (fuzzy AHP) and Macbeth, one of the MCDM methods, were used and decision-makers were provided with decision support. With these methods, it is aimed to determine the most appropriate weapon equipment selection for the decision maker.

Keywords: Fuzzy AHP, Multi Criteria Decision Making, Gemba Analysis, Macbeth, Weapon Equipment.

GİRİŞ

Çeşitli endüstrilerdeki kurum ve kuruluşların kullanacakları ürün tercihleri, faaliyet gösterdikleri alana, kullanan kişiye ve kullanıldığı yere göre değişkenlik göstermektedir. İnsanlar bugüne kadar yaşamlarında hep bir karar verme, seçim yapma durumuyla karşı karşıya kalmışlardır. Karar verme durumu bazen kişisel, bazen kurumsal, bazen ise toplumsal olmaktadır. Ortaya çıkan durum karşısında en iyi olanı tercih etmek olarak tanımlanabilecek karar verme eylemi için birçok yöntem kullanılmaktadır.

Türkiye'nin coğrafyada bulunduğu önemli konumu koruması ve sürdürebilmesi için silahlı kuvvetlerinin ve savunma sanayinin güçlü olması gerekliliği aşikardır. Savunma sanayi ürünlerinin günümüz teknolojiyi takip etmesi ve savunduğu değer hasebiyle ürünlerin yerliliği, milliliği çok önemlidir. Son zamanlarda Türkiye'de savunma sanayisinde dışa bağımlılığı azaltmaya yönelik önemli çalışmalar ve yatırımlar gerçekleştirilmektedir [1].

Dış tehditlere veya herhangi bir tehlikeye karşı devletler savunma stratejilerini oluşturarak savunma mekanizmalarını üretirler. Saldırıya karşı koyma ve müdafaada bulunma anlamını taşıyan savunma, ulusal anlamda bir devletin egemenliğinin sürekliliği için dış tehditlere karşı korunmak amacıyla yapılan faaliyetlerdir [2].

Savunma sanayi, milletin güvenliği için gerekli görülen ve ihtiyaç duyulan savunma ekipmanlarının üretimi ile savunma hizmetinin sunulmasıyla ilişkili olarak genel olarak endüstriyel iş çevresini kapsayan bir sektördür. Modern savunma sanayiye geçilebilmek için askeri teknolojideki ilerlemelerin önemi büyüktür [3]. Savunma sanayinin, silahlı kuvvetlerin ihtiyaçlarının özgün olarak tasarlanmış sistemler olması ve bu sistemlerin gereksinimleri karşılayacak en uygunu içermesi açısından desteklenmesi ve geliştirilmesi önemlidir.

Savunma alanlarının geliştirilmesi kadar taarruz faaliyetinin de etkili bir şekilde yapılması, başarıyı getiren önemli bir husustur. Bu çalışmada; etkili bir taarruz

gerçekleştirmek için kullanılacak silah ekipmanının doğru tercih edilmesi ele alınmıştır. Konunun önemi gereği verilecek olası hatalı bir karar, ciddi maliyet kayıpları haricinde can kaybı ile sonuçlanmasına sebep olabilecektir.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, seçime yönelik belirlenen kriterleri değerlendirmeye alarak alternatifler arasından en iyi olanı bulmaya çalışmaktadır [4]. ÇKKV için; “Karar vericilerin sınırlı miktardaki alternatifler içerisinden iki ve/veya daha çok kıstası temel alarak yapmış oldukları seçim”; “Çoğunlukla birbiri arasında çelişki halinde olan, birden çok karar verme kıstasından yararlanarak mevcut alternatiflerden en uygununu seçme işlemi” ve “Birçok olasılık arasından değişik birimlere sahip birçok kıstası kullanarak en iyi olanı seçme yöntemi” olmak üzere literatürde çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır [5].

Günümüzde işletmeler belirlenen kriterlere göre performanslarının ölçülmesi neticesinde çeşitli metotlar kullanılarak karşılaştırılır ve karşılaştırma sonucunda elde ettikleri sonuçlar, işletmelerin uzun ya da kısa vadeli kararlarını vermeleri için gerekli girdileri oluşturmaktadır. İşletmeler ÇKKV tekniklerinden yararlanmadan, sübjektif karar vermek, yatırımlarının heba olmasına, hem mali açıdan zarar görmesine hem de stratejik konumlarının sarsılmasına sebep olabilecek tehlikeli bir hatadır [6].

Çalışmada öncelikle ihtiyacın doğru tespiti adına, silah ekipmanının kullanılacağı yerde Gemba analizi ile gözlem ve inceleme yapılmıştır. Daha sonra tespit edilen istekler sonucu fabrikada tasarımı yapılan beş alternatif silah ekipmanının seçimi için ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP (BAHP) ile MACBETH yöntemleri kullanılarak çalışma yapılmış ve karar vericilere karar desteği sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı; savunma sistemi ile etkili taarruz için kullanılmasına ihtiyaç duyulan silah ekipmanı seçiminde BAHP ve MACBETH yöntemlerinin ayrı ayrı/entegre olarak kullanılabilme ve karşılaştırmalı değerlendirme imkanlarının araştırılmasıdır.

1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

ÇKKV teknikleri ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Silah, silah ekipmanı, savunma ve taarruzda kullanılacak malzemeler ile savunma sanayii çalışmalarında kullanılan ÇKKV teknikleri ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

Öz, Türk Silahlı Kuvvetlerin önemli unsurlarından hava gücü için kullanılan yük helikopterlerinin alımı yapılırken en uygun olanının seçilebilmesi için ÇKKV yöntemlerinden klasik AHP ile BAHP yöntemlerini kullanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen alternatif sıralamasında aynı sonucun bulunduğu görülmüştür. Ancak sıralamaları ortaya koyan önem derecelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir [7].

Tekeş, Türk Silahlı Kuvvetleri'nde kullanılmakta olan tabancaları birbirleri ile karşılaştırarak en iyi olanın seçimini olumsuzlukların üstesinden gelmek maksadıyla ÇKKV tekniklerinden AHP ve BAHP yöntemleri ile ele almıştır. Çalışmada, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin farklı birliklerinde kullanılan birbirinden farklı 4 tabanca uygulama için değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, uygulanan iki farklı yöntemde de önem sıralaması aynı şekilde olduğu tespit edilmiştir [8].

Yürekli, ATAK projesi kapsamında, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyacını karşılayacak en uygun taarruz helikopterinin seçimini ele almıştır. 6 ayrı helikopter alternatifi belirlenen 8 kritere göre değerlendirilmiş olup ÇKKV tekniklerinden 5 ELECTRE yöntemi kullanılmıştır [9].

Ata ve Sennaroğlu, savaş gemisi tasarımındaki kriterlerin ağırlık katsayılarını ÇKKV tekniklerinden AHP metodu kullanarak hesaplamıştır. Çalışmada savaş gemileri tasarımı için önemli görülen 6 ana kriter üzerinden inceleme yapılmıştır. Çalışma sonucunda ana kriterler içerisinde silah sistemleri en büyük ağırlık değerine sahip kriter olduğu tespit edilmiştir [10].

Karaburun, güvenlik sektöründe çalışanların kullandıkları silahların en uygun olanının seçilmesine yönelik çalışmıştır. Çalışmada birbirleri ile çelişen kriterlerin ÇKKV teknikleri ile değerlendirilerek en iyi alternatifin seçilmesi amaçlanmıştır. ÇKKV

tekniklerinden AHP ve TOPSİS yöntemlerinden faydalanılmıştır. Köyceğiz İlçe Emniyet Müdürlüğü Şehit Necati Esgin Polis Merkezi Amirliğinde görevli personel üzerinden ele alınan seçim problemi sonucunda en yüksek öneme sahip kriter “emniyet sistemi”, en düşük öneme sahip olan ise “fiyat” kriteri olduğu tespit edilmiştir [11].

Dağdeviren vd., silah seçim problemini ÇKKV tekniklerinden AHP ve Bulanık TOPSİS yöntemlerinden yararlanarak çözümlenmiştir. Çalışmada öncelikle ağırlıkların belirlenmesi AHP yöntemi ile yapılarak sonuca bulanık TOPSİS ile ulaşılmıştır. Çalışma için birbirinden farklı 10 adet kriter belirlenmiştir [12].

Eren ve Kılıç, bu çalışmayı savunma sanayii için uygun teknoloji transfer yöntemi seçiminde bir altyapı oluşturması amacıyla yapmışlardır. Çalışma kapsamında literatürdeki teknoloji transfer yöntemlerinden yararlanılarak sentezlenen seçim kriterleri için uzman görüşlerinden faydalanılmış olup uygun teknoloji transferi seçiminde ÇKKV tekniklerinden yararlanılmıştır [13].

Dolu, Savunma Sanayiiinde karmaşık şekilde bulunan tedarikçiler topluluğundan, istenilen asıl en uygun tedarikçinin tespitinin yapılması amaçlanmıştır. Savunma sanayide kurulu alternatif tedarikçilerin seçilebilmesi için Konya ilinde belirlenen üretimle alakalı tedarikçiler değerlendirilmeye alınmış olup seçim için ÇKKV tekniklerinden bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır [14].

Demirtaş ve Akdoğan, stratejik öneme sahip tedarikçi seçiminde, savunma sanayii silah sistemi tedarikçisinde uygulanacak tedarik işlemlerine uygun belirlenen kriterler çerçevesinde ÇKKV tekniklerinden bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; savunma sanayi çerçevesinde birçok karar kriterini modele dahil ederek bulanık ortamda optimal karar alınmasına ve en uygun alternatifin değerlendirilmesine yönelik bir uygulama önerisi getirilmiştir [15].

Karaatlı, Ömürbek, Aksoy ve Atasoy, savunma sanayi kurumlarından Makine Kimya Endüstrisi Kurumu'nun (MKEK) performansını 2008-2012 yılları arasındaki faaliyet raporları verilerine ele alarak performans değerlendirmesini yapmak için ÇKKV tekniklerinden AHP, COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Öncelikle belirlenen kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemi ile hesaplanmış olup daha sonra yıllık performans hesaplaması COPRAS yöntemi ile tespit edilmiştir. Sonucunda her yıl artan çalışma hacmi ile en iyi performans yılının 2012 yılı olduğu görülmüştür [16].

Göztepe, Boran ve Yazgan, muhabere ortamında düşman unsurların hedeflerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesi ile bulanık mantık kullanarak söz konusu hedeflerle ilgili en doğru kararın verilmesi amaçlanmıştır [17].

Çuhadar, gelişen teknoloji ile birlikte kullanımı yoğunlaşan insansız hava araçlarının önerilen bir yöntem ile yönlendirilebilmesi (ele geçirilmesi, yöneltmesi ve yanıtılması gibi kötü amaçlı taarruzlara karşı önlem alınması) üzerine yöntemin belirlenmesinin sağlanmasının Risk Tabanlı ÇKKV ile yapılması amaçlanmıştır [18].

Gencer, Aydoğan ve Aytürk, Türk Silahlı Kuvvetleri'ndeki piyade birlikleri için önemli ateş destek silahı olan hafif makinalı tüfeklerin teknolojinin gelişmesi ile artan çeşitliliğinde, en uygun olan hafif makinalı tüfek seçimi için alternatif silahlara yönelik belirlenen kriterler ile ÇKKV tekniklerinden AHP yöntemini kullanmışlardır [19].

Altın, Tunca ve Ömürbek, askeri ve siyasi tarihin önemli uluslararası kuruluşlarının başında gelen NATO ülkelerinin askeri güçlerinin sıralanması için belirlenen 6 ana kriter ve 55 alt kriter ile ÇKKV tekniklerinden SAW ve ARAS yöntemlerinden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda ülkeler arasında sıralamalar elde edilmiştir. Çalışmada dünyanın en büyük askeri güce sahip ülkesinin Amerika Birleşik Devletleri, listenin ikinci sırasında Fransa, onu takip eden üçüncü sıradaki ülke Birleşik Krallık ve dördüncü sırada Türkiye'nin olduğu görülmüştür [20].

Ashari ve Parsaei, silahlı kuvvetler için kullanılacak uygun silah seçimi problemi için belirlenen 5 kriter 12 alternatif silahın seçimi için ÇKKV tekniklerinden ELECTRE 3 yönteminden yararlanmışlardır. Kullanılan yöntemde en önemli kriter olarak hedefi vurmak için hassas oran ve sabit atış için potansiyel belirlenmiştir [21].

Lee, Kang, Rosenberger ve Kim, muharebe ortamında önemli bir yere sahip olan silah sistemleri seçimini ele almışlardır. Çalışmada, belirlenen alternatiflere yönelik ağırlıkları belirlemek için ÇKKV tekniklerinden AHP metodu kullanılmıştır. Hava kuvvetleri için kullanılacak silah sisteminin seçimine ilişkin çalışma AHP ile belirlenmiştir [22].

Yeh ve Lu, bulanık bir ortamda çok kriterli bir karar verme yaklaşımı olan gri ilişkisel analiz ve bulanık aritmetik işlemlere dayanan bir analitik hiyerarşi süreci ile silah sistemlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, bir silah sisteminin performans değerlendirme sürecini göstermek için taktik füze sistemleri seçimi için bir uygulama

yapılmıştır [23].

Chang, bulanık bir ortamda birden fazla kriterin karar vermesini çözmek için ÇKKV tekniklerinden BAHP yöntemi ile deniz taktik füze sistemlerini değerlendirmek için yeni bir algoritma çalışılmıştır. Çalışmada, birçok uzmanın bakış açısından yararlanarak ana ve alt kriterler değerlendirilmiştir ve BAHP metoduna yönelik gerekli hesaplamalar yapılmıştır [24].

Yağlı ve Arıkan, gerek karşı tehditlere karşı caydırıcı undur olarak kullanılan, gerekse muharebe ortamlarında etkin bir savunma ve taarruz yapılabilmesi açısından kritik öneme sahip olan silah sistemlerinin bakım ve arıza durumlarında kullanılan malzemelerin tedarik işlemlerinin etkin bir şekilde yapılmasına yönelik çalışmışlardır. Çalışmada, en uygun tedarik kararının verilebilmesi için malzeme ihtiyaç planlaması sonuçlarının önem derecesine göre sıralanarak karar vericilere inceleme faaliyetinde yol gösterecek bir yaklaşım sunmayı amaçlamışlardır. Bu kapsamda; ÇKKV tekniklerinden TOPSİS ve AHP yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır [25].

Ayçin, işletmeler için bilgi sistemlerinin temelini oluşturan Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) sistemi seçilmesi hususu üzerinde çalışmıştır. Çalışmada, ÇKKV tekniklerinden yararlanarak gerçekleştirilen uygulamada öncelikle KKP sistemlerine yönelik alternatiflerin değerlendirilebilmesi için belirlenen kriterlere ilişkin önem ağırlıkları MACBETH metoduyla hesaplanmıştır. Önem ağırlıklarının belirlenmesinden sonra en uygun KKP sistemi MABAC metoduyla seçilmiştir. Çalışma sonucunda en iyi KKP sistemi “System, Application and Products” (SAP) sistemi olduğu tespit edilmiştir [26].

Kundakcı ve Ercan, bir tekstil işletmesinde müşterilere numune desen tasarımlarının en iyi şekilde hazırlanması için tedarik edilecek desen programı seçimi ele alınmıştır. Çalışmada, ÇKKV tekniklerinden ARAS, OCRA ve MACBETH yöntemlerinden yararlanılmıştır. MACBETH yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, alternatiflerin değerlendirilmesinde ise ARAS ve OCRA yöntemleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır [27].

Arslan, Köse ve Durak, eğitim kurumlarında karar problemlerinin çözümü için ÇKKV tekniklerinin kullanılabileceğinin gösterilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada, Düzce de bulunan bir ortaöğretim kurumunda bir faaliyette ödül alacak öğrencilerin tespiti için MACBETH yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda adil bir seçim

olduğu kanaatine varılmıştır [28].

Genç, Kabak, Köse ve Yılmaz, gelişmiş toplumlarda önemli bir yere sahip olan Bireysel Emeklilik Sistemi (BES) seçimini ele almışlardır. Yatırımcılar için birçok alternatifin bulunduğu BES firmaları arasından en uygun olanının seçimi için ÇKKV tekniklerinden MACBETH yönteminden yararlanılmıştır [29].

Arsu ve Ayçin, BIST Lokanta ve oteller sektöründeki turizm işletmelerinin finansal performanslarının incelenmesini ele almışlardır. Çalışmada, ÇKKV tekniklerinden MACBETH ve EDAS metotlarını kullanmışlardır. Kamuoyu Aydınlatma Platformundan elde edilen finansal tablolar kullanılarak 2018 finansal veriler ele alınmış ve incelenmiştir. Analizde oluşturulan 8 kriterin ağırlıklandırılması MACBETH yöntemi ile yapılmasına müteakip bu ağırlıklar EDAS yöntemi ile işletmeler, finansal performanslarına göre sıralanmıştır [30].

Ayçin ve Çakın, BIST KOBİ Endeksinde yer alan işletmelerin finansal performanslarını incelemişlerdir. Çalışmada, ÇKKV tekniklerinden MACBETH ve COPRAS yöntemlerinden faydalanılmıştır. Belirlenen 9 kriterin ağırlıklandırılması MACBETH yöntemi ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre önem derecesi yüksek olan kriterler sırasıyla aktif karlılık oranı, satışların karlılık oranı ve cari oran olduğu görülmüştür. Hesaplanan kriter ağırlıkları ile diğer yöntem olan COPRAS yöntemi kullanılarak işletmelere ilişkin bir performans sıralaması yapılmıştır [31].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Gemba Analizi

Kurumların ve işletmelerin çalışma alanları veya herhangi bir faaliyet alanı için en büyük problemlerden birisi gerçekleştirilen eyleme yönelik gerekli olanın zamanın etkin kullanılmamasıdır. Etkin kullanılmayan zamanı etkileyen birçok faktör vardır. Fakat kurum veya işletme içerisinde çalışan saha yöneticileri, olası problemlere gün geçtikçe alışkanlık gösterdiklerinden bahse sonu problemleri zaman zaman görememekte veya çözümlerine yönelik ne yapacaklarını bilememektedirler. Bir yöneticinin başına gelebilecek olası felaketlerin ilk sırasında, işe ve süreçlere yabancılaşma, soruna karşı körleşme yer almaktadır.

Masaaki Imai, “Gemba Kaizen” adlı eserini 1997 senesinde yayınlamıştır. Imai, eserinde “Gemba” şeklindeki kavramı Batı kültürüne tanıtmıştır. Japonlar çalışma sahasında bulunmaya Gemba ismini vermektedirler ve bu kavram en az Japon kültüründe sürekli çabalar neticesinde sağlanan küçük çaptaki iyileştirmeler olarak bilinen Kaizen kadar popüler bir kavram olarak kullanılmakta ve anılmaktadır.

Japonca’da “gerçek yer-olayın yaşandığı yer” anlamına gelen Gemba için imalatın yapıldığı atölye, tasarım ofisi, inşaat alanı, satış bölgesi, hizmet sağlanan yer, herhangi bir faaliyetin icra edildiği mekan vb. olduğu söylenebilir [32].

Gemba analizinin amacı, problemin yaşandığı ya da olası ihtiyacın yerinde incelemek, sorgulamak, iyileştirebilmek için çözüm sahası oluşturmaktır. Müşterilerin ürün veya hizmet hakkındaki ve bunu kullandıkları anda farkına vardıkları istekleri ve gereksinimlerini anlamak için yararlanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile ürün veya hizmetin müşteriye arz edildiği yerde müşteriler gözlemlenerek ürün veya hizmet hakkındaki yaşadıkları zorluklar, problemler, eksikler ve müşterilerin daha önce ifade etmedikleri istekler saptanmaya çalışılır. Gemba, müşterilerin sesinin dinlenebileceği, ürün veya hizmet ile ilgili temel sorunlarının saptanabileceği, fırsatlar elde edilebilecek ve yeni fikirler üretilebilecek yerdir [33].

Gemba analizinin iyileştirmeye veya olası ihtiyacın tespitine yönelik yararları:

- Dile getirilemeyen her şikayet veya talepler gemba ile elde edilebilir.

- Yalnızca kedi başına bir değer olmayan üretilen ürün ya da sunulan hizmet müşterilerin taleplerinin karşılanmasını sağlayan bir araçtır. Gemba, ürün veya hizmet ile müşterilerin karşılaştığı yerde ürüne ve hizmete yönelik gerçek değerini anlaşılmasına olanak sağlar.

- Ürün veya hizmet geliştirme sürecini optimize eder [34].

2.1.1. Müşteri Sesinin Dinlenmesi

İhtiyacın sahibi ya da problemi yaşayan müşteri kitlesinin tespit edilmesini müteakip müşterinin ne istediğine yönelik olarak müşteri sesinin dinlenmesi gerçekleştirilmektedir. Gemba analizi, müşteri sesinin doru dinlenebilmesi amacıyla, müşterinin ihtiyacının ya da probleminin nasıl olduğu yerde ihtiyacın sorgulanması, problemin incelenmesi ile müşterinin gözlemlenmesine olanak sağlamaktadır.

2.1.2. Gemba Analizi İşlem Adımları

1.Adım: İşin veya hizmetin gerçekleştirildiği yere fiziken gidilerek problemin veya ihtiyacın bizzat yerinde görülmesi.

2.Adım: Problem anlamaya çalışılarak sorunun detayına inilir.

3.Adım: Varsa israf geçici çözümler, aşırı yük ve dengesiz yük alanları tespit edilir.

4.Adım: Sahadaki personel ile birlikte, karşılıklı sevgi ve saygı çerçevesinde problem veya ihtiyaç durumu anlaşılır.

5.Adım: Problemi yaşayanlar ile veya ihtiyacı nasıl olan personel ile görüşerek probleme veya ihtiyaca yönelik veriler toplanır ve analiz edilir.

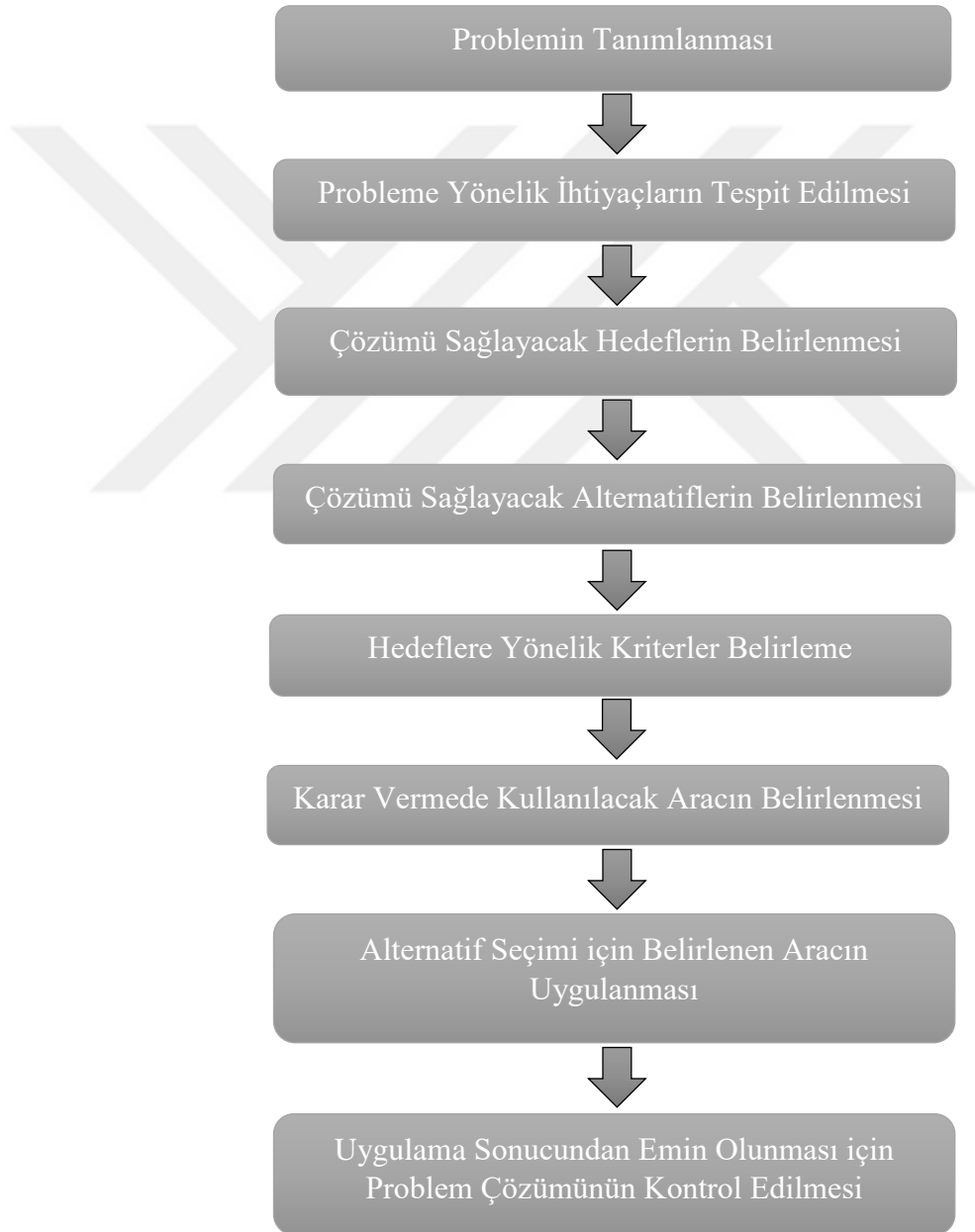
2.1.3. Karar Verme Süreci

Yaşamdaki süregelen değişimler, işletmelerde ve kurumlarda belirsizlikleri çoğaltarak yönetimsel konularda çözülmesi güç haller oluşturmuş olup, karar verme eylemini de güçleştirmiştir.

Karar verme süreci, olası ihtiyaçlar için edinilen doğru bilgilerin söz konusu ihtiyaçlara yönelik uygun olup olmadığının değerlendirilmesini, gerekli uğraş ve vakit harcayarak yapmayı gerektirir. Karar alınırken; şüphe, bilgi birikimi, yetenek gibi hususlar gerekli olmasına rağmen karmaşık ve çözülmesi güç kararlarda yalnızca bu hususların varlığı yeterli olmayacaktır.

İnsanlar belirlenen, tespit edilen ihtiyaçlara yönelik karar verme eylemini o anki ruh hallerine, kişisel tercihlerine ve konumuna, çevresel şartlara göre alternatifler arasından değerlendirme yaparak gerçekleştirirler. Karar verme süreci uygulanacağı ve ihtiyaç duyulan duruma göre hem yönetsel hem de örgütsel bir işlev olarak kullanılmaktadır.

Şekil 2.1’de gösterilen işlem adımları karar verme süreç aşamalarını tanımlamaktadır [35].



Şekil 2.1. Karar Verme Süreci

2.1.3. Çok Kriterli Karar Verme

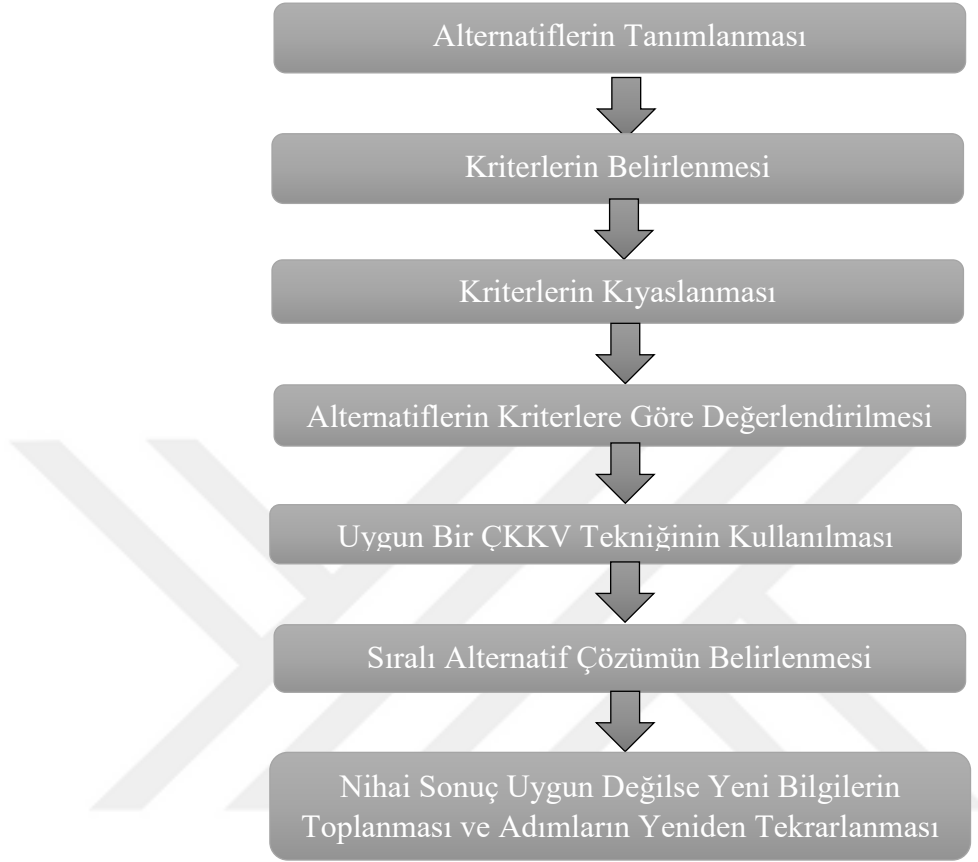
İnsanlık tarihi boyunca karşılaşılan olaylara istinaden sürekli kararlar verilmiştir. Karar verme eylemi bazen bireysel, bazen toplumsal olarak gerçekleşmiştir. Halihazırda bulunduğumuz ortamda, mutluluklarımızda, hüznlerimizde, başarılarımızda, hüsrانlarımızda karar verme eyleminin etkisi mevcuttur. Bugüne kadar verilen kararlar nasıl bulunduğumuz durumu etkiliyorsa, bundan sonraki süreçlerde yaşayacağımız olaylarda verilecek kararlar da ömrümüzün geri kalanına yön vermeye devam edecektir.

ÇKKV tekniklerinin son zamanlarda birçok sektörde kullanıldığı, bu kapsamda son zamanlarda hızla geliştiği araştırmalar ile yapılan literatür çalışması sonucunda gözlemlenmiştir. Örnek verilecek olunursa, savunma sanayide kullanılacak araç ve ekipman seçimi, kullanılacak ekipmanın karşılaştırılması, askerin muhabere alanında alternatif hedefler için stratejik seçimi, ülkeler arası askeri güçlerinin sıralanması, kurumun malzeme ihtiyacı için tedarikçi seçimi, çalışanların, işletmenin veya kurumun performanslarının değerlendirilmesi işlemlerinde gösterilebilir.

ÇKKV kapsamında birçok teknik geliştirilmiştir. Bu teknikleri birbirlerinden ayıran farklılıkları, üstünlükleri veya zayıflıkları bulunmaktadır. Karar verici problemin çözümüne başlamadan önce çözüm için kullanacağı ÇKKV tekniklerinden uygun olanını belirlemesi gerekmektedir. Kullanılacak en uygun tekniğin belirlenmesinde, problemin yapısı ile sürecin özelliklerine bakılmalıdır.

Uygulanan bütün ÇKKV problemlerinde seçim için gerekli birden fazla kriter belirlenmektedir. Her ihtiyaç tespitinde o ihtiyaca yönelik kriter belli olmuş olur. Karar vericinin ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikteki alternatif seçenekler, seçim için belirlenmiş kriterler ile değerlendirilerek en uygun olanını 3 adımda belirlenecektir. Birinci adım ihtiyaçları tanımlayan kriterlerin tespiti ile tespit edilen kriterlerin kendi içlerinde önem derecelerinin hesaplanmasıdır. İkinci adım, ihtiyaçlara cevap veren alternatiflerin tespit edilen kriterleri ne derece karşıladığı hesaplanmasıdır. Son adım ise hesaplamalar sonucunda en fazla puana sahip alternatifin tespit edilmesidir.

ÇKKV süreci Şekil 2.2'deki aşamalar ile ele alınabilir.



Şekil 2.2. Çok Kriterli Karar Verme Aşamaları

Çok Kriterli Karar Verme, en iyi kararın verilmesinde başvurulan tekniklerden birisidir. Birçok araştırmacıya göre, ÇKKV problemleri iki kategoriye ayrılmakla birlikte her ikisinin de çoğunlukla aynı yöntemleri tanımlamak için kullanıldığını belirtmişlerdir.

- Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) (Multiple Objective Decision Making (MODM))
- Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) (Multiple Attribute Decision Making (MADM))

ÇÖKV teknikleri, kesin olarak belirlenen alternatifler arasından birinin seçimi için kullanılırken; ÇAKV teknikleri, sonsuz sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemleri için matematiksel kısıtlar ile tanımlanarak kullanılır. ÇKKV tekniklerinden örnek olarak, ÇAKV ve ÇÖKV tekniklerinde en çok kullanılan metotları Tablo 2.1'de sunulmuştur [36].

Tablo 2.1. ÇKKV Tekniklerinin Sınıflandırılması

| ÇKKV Teknikleri | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ÇAKV | ÇÖKV |
| Değer/Fayda Modelleri | Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) |
| Hedef Programlama | Analitik Ağ Süreci (AAS) |
| Dinamik Programlama | TOPSİS |
| Veri Zarflama Analizi | ELECTRE |
| | SMART |
| | PROMETHEE |
| | MACBETH |

Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV)

ÇAKV; alternatiflerin bir matematiksel programlama yapısı içerisinde dolaylı olarak tanımladığı ve sonsuz sayıda olduğu sürekli durumlarda karar vermeye dayanır. ÇAKV teknikleri matematiksel optimizasyon teknikleridir ve genellikle tasarım problemlerinin çözümünde kullanılır [37-38].

2.1.4. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV)

ÇÖKV; Sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir [38].

Her bir alternatif, karar vericinin belirlediği kriterler ile değerlendirilir. Tasarım problemlerinden ziyade daha çok seçim problemlerini ele almaktadır. Matematiksel optimizasyon araçları gerektirmeyebilir. Örnek verilebilecek teknikler, AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), ANP (Analitik Şebeke Süreci), TOPSİS (Technique for Ordered

Preference by Similarities to Ideal Solution), ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite) [36-39].

Örneğin beş alternatif telefonda birinin seçilmesi, karar vericiye göre en uygun üniversitenin seçilmesi, imalat faaliyetinde kullanılacak hammadde tedariki için tedarikçi seçimi problemleri sınırlı sayıda alternatif olması sebebiyle alternatif değerlendirilmesinde kullanılan birçok kriterin ele alınması çok ölçütlü karar verme problemleri olmaktadır.

Karar verme sürecinde kullanılan tekniklerden ÇÖKV ve ÇAKV arasındaki karşılaştırma Tablo 2.2’de sunulmuştur.

Tablo 2.2. ÇÖKV-ÇAKV Karşılaştırma Tablosu [37]

| | Çok Amaçlı Karar Verme | Çok Ölçütlü Karar Verme |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Kriterlerin Tanımlanması | Amaçlar tarafından | Nitelikler tarafından |
| Amaçların Tanımlanması | Açık/Belirgin olarak | Örtük olarak |
| Niteliklerin Tanımlanması | Örtük olarak | Açık/Belirgin olarak |
| Kısıtlılıklar | Aktif | Aktif değil |
| Alternatifler | Sonsuz sayıda, sürekli | Sonlu sayıda, ayrık |
| Karar Verici ile Etkileşim | Çoğunlukla | Çok fazla değil |
| Kullanım Amacı, Problem Türü | Tasarım | Seçim/Değerlendirme |

2.2. Bulanık AHP Metodu

ÇKKV yöntemleri birçok kriteri birlikte değerlendirerek alternatiflere değerler atama süreci olarak ifade edilmektedir.

ÇKKV, birden fazla ve aynı anda uygulanan alternatiflerin içerisinde en iyi tercihin seçilmesini sağlayan yöntemdir. Rasyonel bir karar verme ortamında en çok tercih edilen seçim, genellikle kısıtlar ve yönetimin amaçları doğrultusunda sınırlandırılmaktadır. ÇKKV yöntemleri teorik gelişimi ile birlikte pratik uygulamaları açısından da karar analizi alanında çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Güçlü bir mantık yapısı ile karar tespitlerindeki başarısıyla kendini kabul ettirmiş, geniş bir uygulama alanına sahiptir [40].

ÇKKV yöntemlerinden AHP ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977 yılında ise Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale gelmiştir. AHP, karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. AHP yaklaşımı ile Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Teorisi birlikte ele alınarak ÇKKV yöntemlerinden biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) geliştirilmiştir [41].

Yöneticiler karar verirken belirsizliklerle ve karmaşıklıklarla karşı karşıyadır. Kompleksliğin ve belirsizliklerin olduğu problemlere bulanık ya da fuzzy yöntem adı verilmektedir [42].

AHP yaklaşımı, ikili karşılaştırmalar yaparken kesin sayılar kullanılmasından dolayı kesin olmama ve belirsizlik durumlarını ele almada yetersiz kaldığından, AHP yaklaşımı bulanık mantık entegrasyonu ile BAHP yaklaşımı olarak kullanılmaya başlanmıştır. BAHP karar verici değerlendirmeleri yaparken bulanık sayıları veya dilsel değişkenleri kullanarak daha kolay değerlendirme yapabilmektedir [43].

Günlük hayatta alınacak kararlar için çoğunlukla somut kavramların yanı sıra soyut kavramlarda etkili olmakla birlikte belirsizlik oluşmaktadır. Belirsizlik durumlarında karar verecek kişi bulanık mantığı oluşturmuştur. Bulanık mantık kişinin düşünce

yapısına çok yakın olması sebebiyle, bu mantığı kullanan yöntemlerden yararlanarak verilen kararlar daha uygun olduğu görülmektedir.

Bulanık analitik hiyerarşi proses ile alakalı literatürde birçok BAHP proses yöntemi bulunmaktadır. BAHP konusunda yapılan çalışmalar sırasıyla; ilk olarak 1983 yılında Van Laarhoven ve Pedryez tarafından, 1985 yılında Buckley, 1989 yılında Boender Et Al., daha sonra 1996 yılında Chang ve yine aynı yıl Cheng'in bulanık analitik hiyerarşik proses yaklaşımı çalışmalarıdır [44].

2.2.1. Van Laarhoven ve Pedryez Yaklaşımı (1983)

Van Laarhoven ve Pedryez, 1965 yılında Thomas Saaty tarafından ortaya konan AHP metodunun üçgensel bulanık sayılar ile birlikte genişletilmiş halidir. Bulanık ağırlıkların ve sonuçların elde edilmesinde en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır.

Karar vericilerin görüşlerinin karşılaştırma matrisi ile modellenmesi işlemi Van Laarhoven ve Pedryez yaklaşımının avantajıdır. Devantiji ise:

- Lineer denklem sisteminde sürekli bir sonucu bulunmamaktadır.
- Basit bir problem ele alındığında bile çok fazla sayısal hesaplama ihtiyacı hasıl olmaktadır.
- Yalnızca üçgensel bulanık sayılar ile çözümlenmesi ile sonuç vermektedir.

2.2.2. Buckley Yaklaşımı (1985)

Saaty tarafından geliştirilen AHP tekniğinin bir başka versiyonunu Buckley 1985 yılında a_{ij} bulanık karşılaştırma oranıyla geliştirmiştir. Buckley, Van Laarhoven ve Pedryez'in yaklaşımlarında kullandıkları lineer denklemlerin tek bir çözümünün olmaması ile birlikte muhakkak üssel bulanık sayıların da kullanımının gerektiğini savunmuştur [45]. Buckley, diğer yaklaşımlardaki sorunların çözümü ile performans puanlarının hesaplanabilmesi için geometrik ortalamayı kullanmıştır. Bulanık oranların gösterilmesini bulanık yamuk sayılarla sağlamıştır [46].

Sayıları bulanık duruma genişletmek ile bir tek sonucu garanti etmesi Buckley'in avantajı, yapılacak bu işlemlerde kullanılacak hesaplamaların çok fazla olması dezavantajı olarak söylenebilmektedir [47].

2.2.3. Genişletilmiş Bulanık AHP Yaklaşımı (Chang 1996)

Literatür araştırması yapılırken ÇKKV tekniklerinden BAHP'nin kullanıldığı problemlerin çoğunda Chang tarafından 1996 tarafından geliştirilen genişletilmiş BAHP yaklaşımının kullanıldığı görülmüştür. Bu yaklaşım, yapay derece değerlerini kullanmasının yanı sıra değerleri basit seviye sıralaması ve karma toplam sıralaması ile diğerlerine göre ne çıkmaktadır.

Hesaplama gereksiniminin diğer yaklaşımlara nazaran az olması ile klasik AHP'nin işlem aşamalarını tekrarlayarak ekstra işlem gerektirmemesi genişletilmiş BAHP'nin avantajı olarak, yalnızca bulanık üçgensel sayıları kullanması da dezavantajı olarak söylenebilir [47].

2.2.4. Entropi Ağırlığına Dayanan Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Yaklaşımları

2.2.4.1. Shannon Entropisi

Klasik bilgi teorisinin temelini oluşturarak rassal bir deneyde elde edilen sonuçların tahminindeki ortalama belirsizliği ölçmektedir. Olasılık teorisine göre Shannon entropisi denklem (2.1)'deki fonksiyon ile ifade edilebilir [48].

$$H(m) = \sum_{i=1}^n m(\{x\}) \cdot \log m(\{x\}) \quad (2.1)$$

2.2.4.2. Cheng'in önerdiği Yaklaşım

Shannon'un entropisinden faydalanılarak geliştirilen yaklaşımda bulanık standartlar oluşturulur, performans puanları üyelik fonksiyonları ile ifade edilir. Çok fazla hesaplama yapılmaması avantaj olarak kabul edilebilir. Olasılık ile birlikte olabirliklik ölçülerine dayanır [49].

2.2.5. Enea ve Piazza Yaklaşımı (2004)

Bu yaklaşım, problem için elde edilen bütün bilgiyi dikkate alarak kısıtlar üzerinde yoğunlaştığından dolayı güvenilirlik açısından daha iyi sonuçlar almayı amaçlamaktadır [45].

2.2.6. BAHP’de Kullanılan Ölçekler

BAHP’de uygulamalara göre kullanılan ölçekler çeşitlilik göstermektedir. Ancak çoğunlukla kullanılan ölçek çeşidi Tablo 2.3’de sunulmuştur [49].

Tablo 2.3. BAHP Proses Önem Ölçeği

| Açıklama | Önem Derecesi | Önem Derecesi Eşleneği |
|------------------|---------------------------------|---|
| Eşit Önemli | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| Daha Önemli | $(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$ | $(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$ |
| Çok Daha Önemli | $(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$ | $(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$ |
| Çok Fazla Önemli | $(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$ | $(\frac{2}{7}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5})$ |
| Kesin Önemli | $(\frac{7}{2}, 4, \frac{9}{2})$ | $(\frac{2}{9}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7})$ |

Bu çalışmada Chang tarafından geliştirilen Genişletilmiş Analiz yöntemi kullanılmıştır. Chang’ın yöntemine göre, her bir ölçüt için m tane mertebe analiz değeri elde edilir. Bu değerler $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, \dots, M_{gi}^m$ $i= 1, 2, \dots, \dots, n$ gibi üçgensel bulanık sayılar olarak gösterilmektedir.

Genişletilmiş analizinin adımları:

1. Adım: i. Nesne için bulanık büyüklük değeri:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2.2)$$

Denklem (2.2)’de S_i , i. amacın sentez değerini, M_{gi}^j her bir amaca yönelik genişletilmiş değeri ifade etmektedir. Bu işlem, bulanık sayılarda yapılan bir çeşit normalizasyon işlemi olarak da tanımlanabilir.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j \quad (2.3)$$

Denklem (2.3) değerini elde etmek için, m adet genişletilmiş analiz değeri bulanık toplama işlemi yardımıyla bulunarak bir matris elde edilir. Bu matrisin elemanları denklem (2.4)’de ki gibi gösterilmektedir:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (2.4)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2.5)$$

Denklem (2.5)'ü elde etmek için M_{gi}^j ($j = 1, 2, \dots, m$) değerlerine bulanık toplama işlemleri denklem (2.6)'da ki gibi uygulanır:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (2.6)$$

2. Adım: Elde edilen sentez değerlerinin karşılaştırılması ve değerlerden ağırlık değerlerinin elde edilmesi için $\widetilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\widetilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayı iken $\widetilde{M}_2 \geq \widetilde{M}_1$ eşitliğinin olabirlik derecesi denklem (2.7)'de ki gibi incelenir ve denklem (2.8) gibi yorumlanır:

$$V(\widetilde{M}_2 \geq \widetilde{M}_1) =_{y \geq x} \sup [\min(\mu_{\widetilde{M}_1}(x), \mu_{\widetilde{M}_2}(y))] \quad (2.7)$$

$$= \begin{cases} 1, \text{ eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, \text{ eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_2 - l_1)}, \text{ diğer durumlarda} \end{cases} \quad (2.8)$$

3. Adım: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) daha büyük olabirlik derecesi $V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] \min V(M \geq M_i)$, $i=1,2,3,\dots,k$ şekilde tanımlanır:

O takdirde S_j 'ler için $k=1,2,\dots,n$; $k \neq j$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$, daha sonra ağırlık vektörü A_i ($i = 1, 2, \dots, n$)'nin n elemandan oluştuğu $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$ şekilde tanımlanır.

4. Adım: Normalizasyon ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada W bir bulanık sayı değildir. $W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$ şekilde tanımlanır.

2.4. MACBETH Metodu

ÇKKV teknikleri, karar verme süreçlerine fayda sağlamak üzere kullanılmakta ve geliştirilmektedirler. Genellikle birçok kritere göre birbirinden farklı özelliklere sahip alternatifler arasından tercih yapmak, bu alternatiflerin sıralanması veya alternatiflerin sınıflandırılmasında kullanılmaktadır.

MACBETH yöntemini diğer ÇKKV tekniklerinden farklı kılan; alternatifler arasında değerlendirme yaparken kantitatif değerler yerine kalitatif değerler kullanarak kıyaslama yapılmasıdır. MACBETH yöntemi 1990'lı yıllarda C. A. Bana e Costa, J. C. Vansnick ve J. M. De Corte tarafından geliştirilmiştir.

MACBETH yönteminde, alternatifler arasında ikili kıyaslamalar yapılabilmesi için karar vericinin alternatifler hakkında takdire dayalı bilgisinin olması gerekmektedir. Kalitatif değerlere dayanarak uygulanan ikili kıyaslamalarla kriterlerin ağırlıkları da tespit edilebilmektedir. MACBETH yöntemi alternatif tercihleri sayılarla belirtmeye zorlamadan karar vericilerin seçenekler arasındaki tercih düzeylerini ikili karşılaştırmalarda ‘zayıf’, ‘güçlü’ gibi anlamsal ifadeler kullanarak belirlemektedir [51].

MACBETH, kullanıcı açısından bakıldığında AHP gibi teknikler ile benzerlikler içermektedir. Her iki metot da ikili karşılaştırmaların sonuçlarına dayanmaktadır. Ancak AHP yöntemi, oran ölçek kullanırken MACBETH yöntemi ise aralık ölçek kullanmaktadır [52].

Karar vericinin ÇKKV tekniklerinden MACBETH yöntemini kullanması ile izleyeceği işlem adımları şu şekilde sıralanabilir:

1. Adım: Bu aşamada ihtiyacın tespitine yönelik değerlendirme kriterleri tanımlanarak değer ağacı oluşturulur.
2. Adım: Oluşturulan değer ağacı sonrasında karar alternatifleri belirlenir. Müteakiben belirli bir kritere göre alternatiflerin olası performansını gösteren sıralı performans noktaları tanımlanır. “100” en iyi noktayı, “0” ise nötr noktayı belirtmekle birlikte en az iki tane referans nokta belirlenir. Tanımlanan “100” değeri en iyi alternatifi ifade etmemekle beraber “0” verilen bir kriter için en kötü alternatif denilmemektedir.
3. Adım: “m” alternatif sayısını belirtmekle birlikte her bir kritere yönelik alternatifler için (m x m) boyutlu matris oluşturulur. Oluşturulan matris içerisinde, alternatifler önem derecesine göre soldan sağa olacak şekilde sıralanır ve ordinal performans değerleri sayısal performans değerlerine çevrilerek aynı süreç tüm kriterler için uygulanır. Bu aşamada alternatif puanlarını elde etmek için uygulanan süreç aşağıda sıralanmıştır:

- İlk olarak karar vericiden her bir kriter için karar alternatiflerini karşılaştırılması istenir. Eğer karar verici j. Kriterine göre A_i alternatifini A_k alternatifine tercih ederse $A_i > A_k$ gibi gösterilir.

- İkinci olarak karar verici her bir kriterine göre alternatifler hakkında tercih gücünü Tablo 2’de yer alan semantik ölçeği kullanarak ifade edilir. Eğer karar verici tercih gücünü değil sadece tercihini ifade edecek olursa bu hali “P” ile belirtir.

4. Adım: Kriterler ve alternatifler için Tablo 2.4’de belirtildiği şekilde MACBETH semantik ölçeği kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılır.

Tablo 2.4. MACBETH Semantik Ölçeği

| Semantik Ölçek | Sayısal Ölçek | Açıklama |
|----------------|---------------|--|
| Yok | 0 | Alternatifler arasında fark yoktur. |
| Çok Zayıf | 1 | Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede tercih edilir. |
| Zayıf | 2 | Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede tercih edilir. |
| Orta Derecede | 3 | Bir alternatif diğerine göre orta derecede tercih edilir. |
| Güçlü | 4 | Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede tercih edilir. |
| Çok Güçlü | 5 | Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede tercih edilir. |
| Aşırı Derecede | 6 | Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede tercih edilir. |

Karar verici Tablo 4’de yer alan semantik ölçeği dikkate alarak karşılaştırma yaptığında her bir matrisin tutarsızlığı hesaplanmaktadır. Eğer tutarsızlık söz konusu ise karar verici tercihlerini yeniden gözden geçirmelidir. Burada iki çeşit tutarsızlıktan söz edilebilir. x, y, z olarak üç alternatifin bir kriterine değerlendirildiği örneği ele alacak olunursa, eğer karar verici x’i, y’ye göre tercih ediyorsa, y’yi de z’ye göre tercih ediyorsa x’i de z’ye göre tercih etmelidir. Aksi takdirde tutarsızlık meydana gelmektedir.

Diğer bir tutarsızlık ise semantik tutarsızlıktır. Karar verici x’i, y’ye göre orta derecede, y’yi z’ye göre zayıf derecede tercih ediyorsa, x’i de z’ye göre çok güçlü

olarak tercih etmesi gerekmektedir. Aksi durumda da yine tutarsızlık meydana gelmektedir. Bu tür durumlarda karar verici problemi yeniden gözden geçirerek karar matrislerini tekrar doldurmalıdır [53].

5. Adım: Karar verici tarafından yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılığı kontrol edilir. Verilen yargıların tutarsız olduğu tespit edilirse, M-MACBETH yazılımı yapılması gereken muhtemel değişiklikleri gösterir.

6. Adım: MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve alternatiflerin tercih edilirliğine ilişkin puanlar elde edilir.

7. Adım: Son adımda ise alternatiflerin her bir kritere göre puanları ile kriterlerin ağırlıkları çarpılıp toplanarak her bir alternatifin puanı denklem (2.9) ve (2.10)'da gösterilen şekilde elde edilir.

$$v(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j (v_j(A_i)) \quad (2.9)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, w_j > 0 \text{ ve } \begin{cases} v_j(A^{iyi}) = 100 \\ v_j(A^{nötr}) = 0 \end{cases} \quad (2.10)$$

3. UYGULAMA

3.1. Fabrikanın Tanıtımı

Gemba analizi kapsamında yerinde yapılan inceleme ve değerlendirme sonucunda müşterinin sesinin yorumlanarak oluşturulan alternatif tasarımların yapıldığı fabrika Türk Silahlı Kuvvetleri'nin birliklerini destekleyen bir askeri fabrikadır.

1937 yılında Ankara/ Akköprü bölgesinde Muhabere Tamirhanesi olarak teşkilatlandırılmıştır. 1950 yılından itibaren 700'üncü Ana Depo ve Fabrikası adı altında görevini sürdürmüştür. 08 Ocak 1990'da Etimesgut ilçesine taşınmış ve 02 Temmuz 2003 tarihinden itibaren 4'üncü Ana Bakım Merkezi olarak isimlendirilmiştir. 15 Haziran 2010 tarihinde, Etlik'de konuşlu, 3'üncü Ana Bakım Merkez Komutanlığı şu anki yerleşkeye taşınmış ve 4'üncü Ana Bakım Merkezi ismi ile faaliyete devam etmiştir. 2017 yılında Askeri Fabrikaların bünyesine bağlanarak 4'üncü Ana Bakım Fabrikası olarak isimlendirilmiştir.

Fabrika, Türk Silahlı Kuvvetleri birliklerini desteklemekle birlikte imkan ve kabiliyetleri dahilinde sivil firmalara döner sermaye kapsamında satış yaparak hizmet vermektedir.

Fabrikada, silah sistemleri yenileştirme, Muhabere Elektronik Bilgi Sistemleri (MEBS) cihazlarının onarımı ile silah ve MEBS sistemlerine ait yedek parça imalatı, kamuflaj özellikle boya imalatı ve bahse konu sistemlere ilişkin tasarım ile modernizasyon faaliyetleri icra edilmektedir.

3.2. Çalışmanın Amacı ve Yöntem

Uygulama için Türk Silahlı Kuvvetlerine imalat, onarım ve yenileştirme işlemleri yapan bir fabrikanın imkan ve kabiliyetinden yararlanılmıştır. Fabrikanın faaliyet amacı; Savunma Sanayiine hizmet etmekle birlikte öncelikli olarak Türk Ordusunun her türlü ihtiyacını fabrika imkan ve kabiliyetleri dahilinde karşılamaktır.

Çalışmada öncelikle ihtiyacın doğru tespiti adına, silah ekipmanının kullanılacağı yerde Gemba analizi ile gözlem ve inceleme yapılmıştır. Daha sonra tespit edilen

istekler sonucu fabrikada tasarımı yapılan beş alternatif silah ekipmanının seçimi için ÇKKV yöntemlerinden BAHP ile MACBETH yöntemleri kullanılarak çalışma yapılmış ve karar vericilere karar desteği sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı; savunma sistemi ile etkili taarruz için kullanılmasına ihtiyaç duyulan silah ekipmanı seçiminde BAHP ve MACBETH yöntemlerinin ayrı ayrı/entegre olarak kullanılabilme ve karşılaştırmalı değerlendirme imkanlarının araştırılmasıdır.

Uygulama için askeri fabrikanın tasarımları incelenmiş olup alternatif beş tasarımın tercihinde uzman görüşünden faydalanılmıştır.

Askerin güvenli ve etkili bir şekilde taarruz yapabilmesi için fabrika imkan ve kabiliyeti ile öncelikle ihtiyaca yönelik bir tasarım yapılır ve prototip denemelerinin olumlu sonuçlarına müteakip seri imalata geçilir. Seri imalata geçmeden en uygun silah ekipmanının belirlenmesi gerekmektedir.

Bunun için ilk olarak Gemba Analizi ile ihtiyaç yerinde gözlemlenmiş, incelenmiş ve sorgulanmıştır. Tasarımı yapılacak silah ekipmanının kullanılacağı yerde yapılan incelemeler neticesinde:

- İhtiyaca neden olan problemler bizzat yerinde görülmüştür.
- Personelin silahı kullanımı sırasındaki karşılaştığı sorunları anlamaya çalışılarak, halihazırdaki sistemdeki zafiyetler incelenmiştir.
- Silahların hedefe yönelik duruşunu destekleyen dengesiz yükler, kullanıcının kendi imkanlarıyla oluşturduğu israf çözümler tespit edilmiştir.
- Kullanıcı beklentilerini dinlerken onlara karşı anlayışlı, sevgi ve saygıyla yaklaşım sağlanmıştır.
- Bu şekilde problemi yaşayanlarla kurulan sağlıklı iletişim sonucu görüşleri alınarak probleme yönelik veriler toplanıp analiz edilmiştir.

Gemba analizi ile ihtiyaçların ve problem sahalarının tespitine yönelik yerinde yapılan incelemeler neticesinde silah ekipmanının monte edileceği yer olan kalekoldan görüntü Şekil 3.3’de, kalekolda kullanılan silah ekipmanına monte edilecek makinalı tüfek Şekil 3.4’de, kullanıcının ihtiyaçlarına yönelik çözümlerine ilişkin görüntü Şekil 3.5’de, kendi imkanları ile yaptıkları israf ve yeterli olmayan çözümleri Şekil 3.6’da sunulmuştur.



Şekil 3.3. Silah ekipmanının monte edileceği kalekol



Şekil 3.4. Kalekolda kullanılan makineli tüfek



Şekil 3.5. Kullanıcının ihtiyacına yönelik kendi çözümleri



Şekil 3.6. Kullanıcının kendi imkanları ile yaptıkları yeterli olmayan çözümler

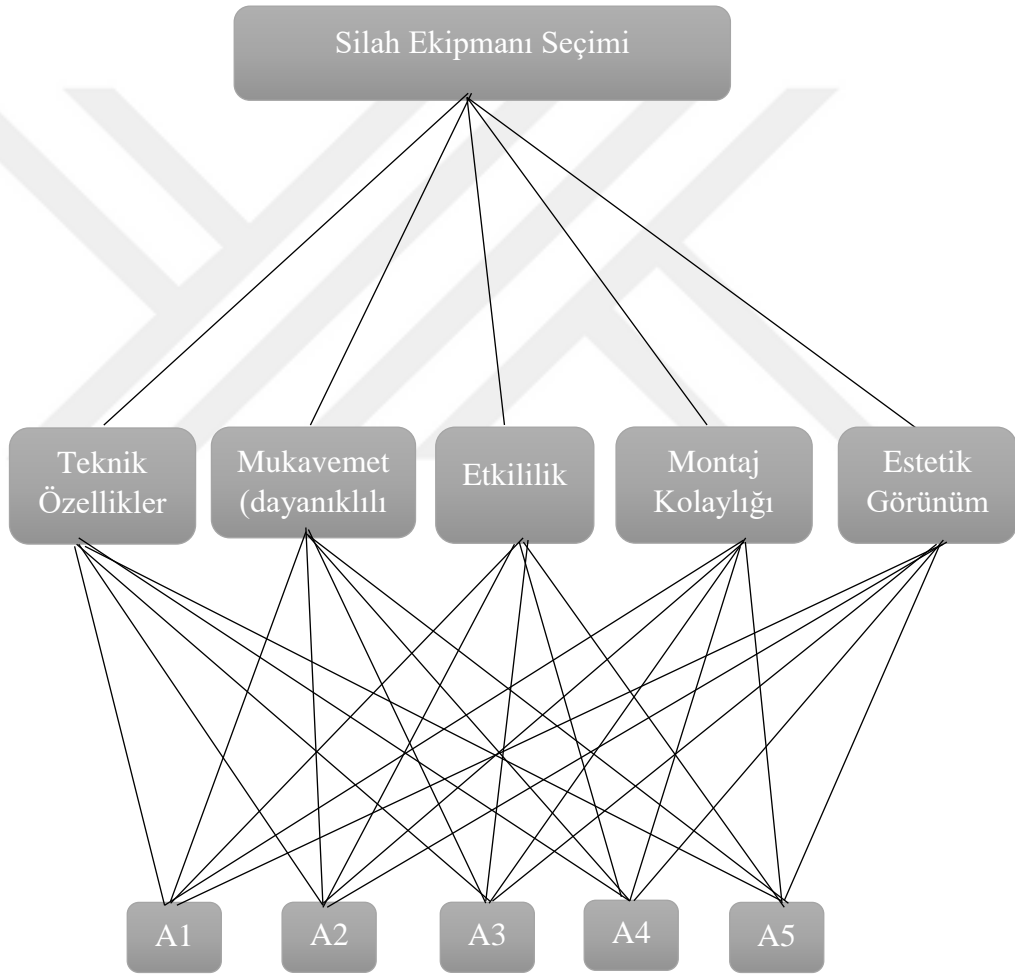
Gemba analizi sonucu tespit edilen müşteri beklentileri (kriterler, alt kriterler) ile tasarımı yapılan alternatifler belirlenmiştir. Silah kullanımı için en uygun silah ekipmanına yönelik belirlenen kriterler ile alt kriterleri Tablo 3.5’de sunulmuştur.

Tablo 3.5. Silah kullanımı için en uygun silah ekipmanı seçimi

| Ana ve Alt Kriterler | Kod |
|---|------------|
| Teknik Özellikler | TÖ |
| Kullanım Kolaylığı | TÖ1 |
| Kullanılan Tüm Tüfeklere Monte Edilme Durumu | TÖ2 |
| Yere ve/veya Duvara Monte Edebilme Özelliği | TÖ3 |
| Mehmetçiğin Boyuna Göre Ayarlanabilen Silah ekipmanı | TÖ4 |
| Karşı Tehditlere Karşı Koyacak Kalkanın Olması | TÖ5 |
| Gözetlemeyi Sağlayacak Balistik Cam Kullanılması | TÖ6 |
| Gerektiğinde Hareket Edebilme (döndürülebilir), Sabitlenebilme Özelliği | TÖ7 |
| Koruma Kabininin Olması | TÖ8 |
| Mukavemet (dayanıklılık) | MU |
| Üründe Kullanılan Malzemelerin Kalitesi | MU1 |
| Üründe Kullanılan Malzemelerin Uzun Ömürlü Olması | MU2 |
| Tehditlere Karşı Dayanıklı Olması | MU3 |
| Silahın Geri Tepme Kuvvetine Karşı Silah ekipmanının Dayanıklılığı | MU4 |
| Silah ekipmanı Ağırlığının Montaj Edildiği Yere Karşı Dayanıklılığı | MU5 |
| Etkililik | ET |
| Silahların Silah ekipmanına Montajının Yapılabilmesi | ET1 |
| Kullanıcının hakimiyet alanı için ürünün ergonomik olması | ET2 |
| Görüş Alanının Nişancı için Yeterli Olması | ET3 |
| Montaj Kolaylığı | MO |
| Demonte Ürünün Kolay Montaj Edilmesi | MO1 |
| Yer Değişikliği Gerektiğinde Kolay Sökülebilmesi | MO2 |
| Silah ekipmanı Malzemelerinin Taşınmasında Zorluk Olmaması | MO3 |
| Estetik Görünüm | ES |
| Ürün Tasarımının Kuleye Uygunluğu | ES1 |
| Silah ekipmanının Taaruz ve Savunmaya Karşı Kullanılmasına ilave Düşmana Karşı Caydırıcı Özelliği Taşınması | ES2 |

3.3. Problemin BAHP ile Çözümü

Öncelikle kriterler, karar vericilere uygulanan anket ile alt kriterler ve alternatifler ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilmiştir. Karar vericilere burada silahların monte edileceği silah ekipmanı tercihinde bulunurken hangi ana kriterleri ve alt kriterleri kullandıkları sorulmuş ve verilen cevaplardan hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Silah Ekipmanı Seçim Probleminin Hiyerarşik Yapısı

3.3.1. Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi

Uygulamada karşılaştırma matrisindeki değerler silah ekipmanı kullanacak askerler ile yapılan anket sonucunda elde edilmiş olup ana kriterlere ait elde edilen değerler Tablo 3.6’da gösterilmiştir. Ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisleri Ek-A’da belirtilen ankete verilen cevaplardan elde edilir.

Tablo 3.6. Silah ekipmanı seçiminde ana kriterler için karşılaştırma matrisi

| Kriter | TÖ | MU | ET | MO | ES |
|--------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| TÖ | 1,1,1 | 3/2,2,5/2 | 5/2,3,7/2 | 7/2,4,9/2 | 7/2, 4, 9/2 |
| MU | 2/5,1/2,2/3 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 | 5/2,3,7/2 | 5/2,3,7/2 |
| ET | 2/7,1/3,2/5 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 | 5/2,3,7/2 | 7/2,4,9/2 |
| MO | 2/9,1/4,2/7 | 2/7,1/3,2/5 | 2/7,1/3,2/5 | 1,1,1 | 7/2,4,9/2 |
| ES | 2/9,1/4,2/7 | 2/7,1/3,2/5 | 2/9,1/4,2/7 | 2/9,1/4, 2/7 | 1,1,1 |

Tablo 3.6’ ya göre yapay değerler:

$$S_{TÖ} = (12, 14, 16) \times (0,02, 0,02, 0,03) = (0,24, 0,28, 0,48)$$

$$S_{MU} = (7,07, 8,5, 10,2) \times (0,02, 0,02, 0,03) = (0,14, 0,17, 0,31)$$

$$S_{ET} = (7,95, 9,3, 10,9) \times (0,02, 0,02, 0,03) = (0,16, 0,19, 0,33)$$

$$S_{MO} = (5,3, 5,92, 6,6) \times (0,02, 0,02, 0,03) = (0,11, 0,19, 0,2)$$

$$S_{ES} = (1,95, 2,08, 2,26) \times (0,02, 0,02, 0,03) = (0,04, 0,04, 0,07)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{TÖ} > S_{MU}) = 1 \quad V(S_{MU} > S_{TÖ}) = 0,39 \quad V(S_{ET} > S_{TÖ}) = 0,5$$

$$V(S_{TÖ} > S_{ET}) = 1 \quad V(S_{MU} > S_{ET}) = 0,88 \quad V(S_{ET} > S_{MU}) = 1$$

$$V(S_{TÖ} > S_{MO}) = 1 \quad V(S_{MU} > S_{MO}) = 0,91 \quad V(S_{ET} > S_{MO}) = 1$$

$$V(S_{TÖ} > S_{ES}) = 1 \quad V(S_{MU} > S_{ES}) = 1 \quad V(S_{ET} > S_{ES}) = 1$$

$$V(S_{MO} > S_{TÖ}) = 0 \quad V(S_{ES} > S_{TÖ}) = 0$$

$$V(S_{MO} > S_{MU}) = 1 \quad V(S_{ES} > S_{MU}) = 0$$

$$V(S_{MO} > S_{ET}) = 1 \quad V(S_{ES} > S_{ET}) = 0$$

$$V(S_{MO} > S_{ES}) = 1 \quad V(S_{ES} > S_{MO}) = 0$$

Değerleri elde edilmiş olur.

Elde edilmiş olan yapay değerlere göre ağırlık vektörü;

$W' = (1,00 , 0,39 , 0,5, 0, 0)T$ olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları $W = (0.53, 0.21, 0.26, 0, 0)T$ olur.

Hesaplamalara göre ana kriterlerden çıkan sonuç, kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; silah ekipmanını kullanacak asker için teknik özellikler %53, mukavemet %21, etkililik %26, montaj kolaylığı %0, estetik görünüm %0 öneme sahiptir.

3.3.2. Alt Kriterlerin Değerlendirilmesi

Ana kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesine müteakip sırayla alt kriterlerin önem dereceleri belirlenir. Alt kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisleri askerlere yöneltilen Ek-B’de belirtilen ankete verilen cevaplardan elde edilir ve her bir matris için ayrı ayrı yapay değerler, karşılaştırma değerleri ve ağırlıklar bulunur.

Askerlere yöneltilen anket sorularına istinaden ana kriterlerin ikili karşılaştırmaları sonucu teknik özellikler ana kriterinin önem derecesinin diğer ana kriterlere göre daha yüksek olduğu bu kapsamda silah ekipmanı alternatifinin seçiminde teknik özellikler ana kriterinin belirleyiciliğinin diğerlerine göre daha etkili olacağı görülmektedir.

Teknik özellikler ana kriterinin alt kriterlerine göre elde edilen ikili karşılaştırma matrisi yapılarak Tablo 3.7’de sunulmuştur.

Tablo 3.7. Silah ekipmanı seçiminde teknik özellik kriteri için karşılaştırma matrisi

| Kriter | TÖ1 | TÖ2 | TÖ3 | TÖ4 | TÖ5 | TÖ6 | TÖ7 | TÖ8 |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| TÖ1 | 1,1,1 | 3/2,2,5/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 5/2,3,7/2 | 3/2,2,5/2 | 2/3,1,3/2 | 5/2,3,7/2 |
| TÖ2 | 2/5,1/2,2/3 | 1,1,1 | 5/2,3,7/2 | 3/2,2,5/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 7/2,4,9/2 |
| TÖ3 | 2/3,1,3/2 | 2/7,1/3,2/5 | 1,1,1 | 3/2,2,5/2 | 3/2,2,5/2 | 3/2,2,5/2 | 2/3,1,3/2 | 5/2,3,7/2 |
| TÖ4 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 2/5,1/2,2/3 | 1,1,1 | 2/5,1/2,2/3 | 5/2,3,7/2 | 5/2,3,7/2 | 5/2,3,7/2 |
| TÖ5 | 2/7,1/3,2/5 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 2/5,1/2,2/3 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 5/2,3,7/2 |
| TÖ6 | 2/5,1/2,2/3 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 2/5,1/2,2/3 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 | 3/2,3,7/2 | 3/2,3,7/2 |
| TÖ7 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 1,1,1 | 7/2,4,9/2 |
| TÖ8 | 2/7,1/3,2/5 | 2/9,1/4,2/7 | 2/7,1/3,2/5 | 2/7,1/3,2/5 | 2/7,1/3,2/5 | 2/7,1/3,2/5 | 2/9,1/4,2/7 | 1,1,1 |

Tablo 3.7' ye göre yapay değerler:

$$S_{TÖ1} = (11 , 14,5 , 17,5) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,11 , 0,14 , 0,17)$$

$$S_{TÖ2} = (10,9 , 14,5 , 16,7) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,1 , 0,14 , 0,16)$$

$$S_{TÖ3} = (9,62 , 12,33 , 15,4) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,1 , 0,12 , 0,15)$$

$$S_{TÖ4} = (10,37 , 12,5 , 16) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,1 , 0,12 , 0,16)$$

$$S_{TÖ5} = (6,6 , 8,33 , 10,73) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,07 , 0,08 , 0,11)$$

$$S_{TÖ6} = (6,33 , 10,5 , 13) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,06 , 0,1 , 0,13)$$

$$S_{TÖ7} = (8,23 , 10,5 , 13,67) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,08 , 0,1 , 0,14)$$

$$S_{TÖ8} = (2,87 , 3,17 , 3,57) \times (0,01 , 0,01 , 0,01) = (0,03 , 0,03 , 0,03)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ2}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ1}) = 0,39 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ1}) = 0,5$$

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ3}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ2}) = 0,88 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ2}) = 1$$

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ4}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ3}) = 0,91 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ3}) = 1$$

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ5}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ5}) = 1 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ4}) = 1$$

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ6}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ6}) = 0,88 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ5}) = 1$$

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ7}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ7}) = 0,91 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ6}) = 1$$

$$V(S_{TÖ1} > S_{TÖ8}) = 1 \quad V(S_{TÖ4} > S_{TÖ8}) = 1 \quad V(S_{TÖ7} > S_{TÖ8}) = 1$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{TÖ1}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ1}) = 0,39 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ1}) = 0,5$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{TÖ3}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ2}) = 0,88 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ2}) = 1$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{TÖ4}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ3}) = 0,91 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ3}) = 1$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{TÖ5}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ4}) = 1 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ4}) = 1$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{ET}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ6}) = 0,88 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ5}) = 1$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{MO}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ7}) = 0,91 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ6}) = 1$$

$$V(S_{TÖ2} > S_{ES}) = 1 \quad V(S_{TÖ5} > S_{TÖ8}) = 1 \quad V(S_{TÖ8} > S_{TÖ7}) = 1$$

$$V(S_{T03} > S_{T01}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T01}) = 0,39$$

$$V(S_{T03} > S_{T02}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T02}) = 0,88$$

$$V(S_{T03} > S_{T04}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T03}) = 0,91$$

$$V(S_{T03} > S_{T05}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T04}) = 1$$

$$V(S_{T03} > S_{T06}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T05}) = 0,88$$

$$V(S_{T03} > S_{T07}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T07}) = 0,91$$

$$V(S_{T03} > S_{T08}) = 1 \quad V(S_{T06} > S_{T08}) = 1$$

Değerleri elde edilmiş olur.

Elde edilmiş olan yapay değerlere göre ağırlık vektörü;

$$W' = (1,00 , 1,00 , 0,67 , 0,71 , 0 , 0,33 , 0,43 , 0)T \text{ olarak bulunur.}$$

Ağırlık vektörü normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları $W = (0,24 , 0,24 , 0,16 , 0,17 , 0 , 0,08 , 0,1 , 0)T$ olur.

Hesaplamalara göre, teknik özelliklere ait alt kriterlerden çıkan sonuç; kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilecek olursa; silah ekipmanını kullanacak asker için, kullanım kolaylığının %24, tüm tüfeklere monte edilmesinin %24, yere, duvara monte edilmesinin %16, askerin boyuna göre ayarlanabilmesinin %17, ekipmanda kalkanın olması %0, balistik cam kullanılması %8, gerektiğinde hareket edebilme, gerektiğinde sabitlenebilmesi %1, koruma kabini olması %0 öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu kapsamda yapılan inceleme sonucunda;

Silah ekipmanı için teknik özelliklerden kullanım kolaylığı alt kriteri ile tüm tüfeklere monte edilmesi alt kriterinin önem derecesinin aynı olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçtan anlaşılacağı üzere tasarlanacak silah ekipmanının kullanım açısından zorluk derecesi önem arz etmektedir. Askerin sesinin dinlenmesi üzerine silah ekipmanının kullanımını askerin bilgi birikimine ve tecrübesine bırakmadan, kullanımı kolay ve anlaşılır bir şekilde tasarıma sahip olması gerekmektedir.

Silah ekipmanını kullanacak asker için, savunma ve taarruz faaliyetlerinde kullandıkları tüm silahların monte edilmesi de kullanım kolaylığı kadar önem arz ettiği görülmektedir.

Gemba analizi sonucunda, kulelerde çoğunlukla beş adet makinalı tüfek kullanıldığı bilgisi edinilmiştir. Tasarlanacak silah ekipmanının verimli kullanılmasının

sağlanması için tüm tüfeklerin ekipmana monte edilmesinin çoğunlukla beklendiği görülmektedir. Bu kapsamda monte edilme alt kriterinin önem derecesine bakacak olursak alternatif silah ekipmanları değerlendirildiğinde seçim için bu alt kriterinin önemli olacağı gözlemlenmektedir.

Hesaplama sonucunda teknik özellikleri içeren alt kriterlerden önem derecesi %0 olan koruma kabininin olması alt kriteri, silah ekipmanının monte edileceği, kullanılacağı yer olan kalekol ve kulelerde kabin kullanımının hareket kabiliyetini engelleyebileceği, silah ekipmanına ilave yük getireceğinden ağırlığının hem taşınmasına, hem de kullanılan yerin yapı ömrüne etki edebileceği düşünülerek değerlendirildiği kıymetlendirilmiştir.

Silah ekipmanının kullanılacağı kalekol veya kulenin inşasında çatının olmaması veya sıkıntılı olması yağmurlu ve karlı havalarda silah ekipmanı kullanırken kabinin olmaması askere, silahı nişan almasında sıkıntı oluşturabileceği, bu sebeple gamba analizi yapılırken, hava koşulları ve çevre şartları için kabin kullanılması alt kriterinin değerlendirmeye alındığı düşünülmektedir.

Ancak, teknik özellikler ana kriterinin alt kriterlerine göre ikili karşılaştırma yapıldığında silah ekipmanını kullanacak askerlerin değerlendirmeleri sonucu alt kriterlerin önem dereceleri kendi aralarında sıralanmıştır.

Silah ekipmanı seçiminde mukavemet kriteri için karşılaştırma matrisi Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. Silah ekipmanı seçiminde mukavemet kriteri için karşılaştırma matrisi

| Kriter | MU1 | MU2 | MU3 | MU4 | MU5 |
|---------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| MU1 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 |
| MU2 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 | 3/2,2,5/2 | 3/2,2,5/2 | 3/2,2,5/2 |
| MU3 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 |
| MU4 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 |
| MU5 | 2/3,1,3/2 | 2/5,1/2,2/3 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 |

Tablo 3.8’ e göre yapay değerler:

$$S_{MU1} = (2,67 , 5 , 7) \times (0,03 , 0,04 , 0,06) = (0,08 , 0,2 , 0,42)$$

$$S_{MU2} = (6,17 , 8 , 10) \times (0,03 , 0,04 , 0,06) = (0,18 , 0,32 , 0,6)$$

$$S_{MU3} = (3,4 , 4,5 , 6,17) \times (0,03 , 0,04 , 0,06) = (0,1 , 0,18 , 0,37)$$

$$S_{MU4} = (3,4 , 4,5 , 6,17) \times (0,03 , 0,04 , 0,06) = (0,1 , 0,18 , 0,37)$$

$$S_{MU5} = (3 , 4 , 4,5 , 6,17) \times (0,03 , 0,04 , 0,06) = (0,1 , 0,18 , 0,37)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{MU1} > S_{MU2}) = 0,67 \quad V(S_{MU3} > S_{MU1}) = 0,93 \quad V(S_{MU5} > S_{MU1}) = 0,93$$

$$V(S_{MU1} > S_{MU3}) = 0,35 \quad V(S_{MU3} > S_{MU2}) = 0,56 \quad V(S_{MU5} > S_{MU2}) = 0,56$$

$$V(S_{MU1} > S_{MU4}) = 0,35 \quad V(S_{MU3} > S_{MU4}) = 1 \quad V(S_{MU5} > S_{MU3}) = 1$$

$$V(S_{MU1} > S_{MU5}) = 0,35 \quad V(S_{MU3} > S_{MU5}) = 1 \quad V(S_{MU5} > S_{MU4}) = 1$$

$$V(S_{MU2} > S_{MU1}) = 1 \quad V(S_{MU4} > S_{MU1}) = 0,93$$

$$V(S_{MU2} > S_{MU3}) = 1 \quad V(S_{MU4} > S_{MU2}) = 0,56$$

$$V(S_{MU2} > S_{MU4}) = 1 \quad V(S_{MU4} > S_{MU3}) = 1$$

$$V(S_{MU2} > S_{MU5}) = 1 \quad V(S_{MU4} > S_{MU5}) = 1$$

Değerleri elde edilmiş olur.

Elde edilmiş olan yapay değerlere göre ağırlık vektörü;

$W' = (0,35, 1, 0,56, 0,56, 0,56)^T$ olarak bulunur.

Ağırlık vektörü normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları $W = (0,11, 0,33, 0,18, 0,18, 0,18)^T$ olur.

Hesaplamalara göre mukavemet ana kriterinden çıkan sonuç; malzemenin kalitesi %11, malzemenin uzun ömürlü olması %33, tehlikelere karşı dayanıklı olması %18, silahın geri tepme kuvvetine karşı dayanıklılığı %18, silah ekipmanının montaj edildiği yere karşı dayanıklılığı %18 öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Önem dereceleri incelendiğinde, silah ekipmanını kullanacak askerler için kullandıkları ürünün malzemesinin uzun ömürlü olması, ihtiyaçlarını karşılayacak silah ekipmanının uzun süreli kullanımı diğer alt kriterlere göre daha önemli olduğu gözlemlenmektedir.

Diğer alt kriterler incelendiğinde, tehlikelere karşı dayanıklı olması, silahın geri tepme kuvvetine karşı dayanıklı olması, silah ekipmanının montaj edildiği yere karşı dayanıklılığı alt kriterlerinin önem derecelerinin eşit olduğu tespit edilmiştir.

Önem derecesi en düşük olan alt kriter incelendiğinde, silah ekipmanında kullanılan malzemenin kalitesi olduğu görülmüştür. Türk Silahlı Kuvvetlerinde kullanılan her malzeme belli askeri standartlara göre tedarik edilmektedir. Bu alt kriterin önemli olması için Türk Silahlı Kuvvetlerinde kalitesiz malzeme temin edilmiş olacak ki sonucunda kullanıcı rahatsızlığı tercihlerine yansısın. Bu sebeple kaliteyi hiç bir zaman göz ardı etmeyen kurumda çalışan personelin tercihlerinde malzeme kalitesinin sorgulanması son sırada yer aldığı görülür.

Silah ekipmanı seçiminde etkililik kriteri için karşılaştırma matrisi Tablo 3.9'da sunulmuştur.

Tablo 3.9. Silah ekipmanı seçiminde etkililik kriteri için karşılaştırma matrisi

| Kriter | ET1 | ET2 | ET3 |
|--------|---------------|-------------|-------------|
| ET1 | 1, 1, 1 | 3/2, 2, 5/2 | 3/2, 2, 5/2 |
| ET2 | 5/2, 1/2, 2/3 | 1, 1, 1 | 2/3, 1, 3/2 |
| ET3 | 5/2, 1/2, 2/3 | 2/3, 1, 3/2 | 1, 1, 1 |

Tablo 3.9'a göre yapay değerler:

$$S_{ET1} = (4, 4, 6) \times (0,08, 0,11, 0,08) = (0,32, 0,44, 0,48)$$

$$S_{ET2} = (4,17, 2,5, 3,17) \times (0,08, 0,11, 0,08) = (0,33, 0,27, 0,25)$$

$$S_{ET3} = (4,17, 2,5, 3,17) \times (0,08, 0,11, 0,08) = (0,33, 0,27, 0,25)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{ET1} > S_{ET2}) = 1 \quad V(S_{ET2} > S_{ET1}) = 0 \quad V(S_{ET3} > S_{ET1}) = 0$$

$$V(S_{ET1} > S_{ET3}) = 1 \quad V(S_{ET2} > S_{ET3}) = 1 \quad V(S_{ET3} > S_{ET2}) = 1$$

Değerleri elde edilmiş olur.

Elde edilmiş olan yapay değerlere göre ağırlık vektörü;

$$W' = (1, 0, 0)^T \text{ olarak bulunur.}$$

Ağırlık vektörü normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları $W = (1, 0, 0)^T$ olur.

Hesaplamalara göre etkililik ana kriterinden çıkan sonuç; silahların silah ekipmanına montajının yapılabilmesi %100, kullanıcının hakimiyet alanı için ürünün ergonomik

olması %0, görüş alanının nişancı için yeterli olması %0 öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde silah ekipmanına montajı yapılmayan silahların kullanılmamasının asker için önemli olduğu görülmektedir.

Silah ekipmanı seçiminde montaj kolaylığı kriteri için karşılaştırma matrisi Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10. Silah ekipmanı seçiminde montaj kolaylığı kriteri için karşılaştırma matrisi

| Kriter | MO1 | MO2 | MO3 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| MO1 | 1,1,1 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 |
| MO2 | 1,1,1 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 |
| MO3 | 2/3,1,3/2 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 |

Tablo 3.10'a göre yapay değerler:

$$S_{MO1} = (2,67, 3, 3,5) \times (0,09, 0,11, 0,12) = (0,24, 0,33, 0,42)$$

$$S_{MO2} = (2,67, 3, 3,5) \times (0,09, 0,11, 0,12) = (0,24, 0,33, 0,42)$$

$$S_{MO3} = (3, 3, 4) \times (0,09, 0,11, 0,12) = (0,27, 0,33, 0,48)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{MO1} > S_{MO2}) = 1 \quad V(S_{MO2} > S_{MO1}) = 1 \quad V(S_{MO3} > S_{MO1}) = 1$$

$$V(S_{MO1} > S_{MO3}) = 1 \quad V(S_{MO2} > S_{MO3}) = 1 \quad V(S_{MO3} > S_{MO2}) = 1$$

Değerleri elde edilmiş olur.

Elde edilmiş olan yapay değerlere göre ağırlık vektörü;

$W' = (1, 1, 1)^T$ olarak bulunur bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları $W = (0,33, 0,33, 0,33)^T$ olur.

Hesaplamalara göre montaj kolaylığı ana kriterinden çıkan sonuç; demonte ürünün kolay montaj edilmesi %33, yer değişikliği gerektiğinde kolay sökülebilmesi %33, silah ekipmanı malzemelerinin taşınmasında zorluk olmaması %33 öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılan inceleme neticesinde montaj kolaylığı ana kriteri altındaki alt kriterlerin önem derecelerinin eşit olduğu gözlemlenmiştir.

Silah ekipmanı seçiminde estetik görünüm kriteri için karşılaştırma matrisi Tablo 3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11. Silah ekipmanı seçiminde estetik görünüm kriteri için karşılaştırma matrisi

| Kriter | ES1 | ES2 |
|---------------|-----------|-----------|
| ES1 | 1,1,1 | 2/3,1,3/2 |
| ES2 | 2/3,1,3/2 | 1,1,1 |

Tablo 3.11’e göre yapay değerler:

$$S_{ES1} = (1,67, 2, 2,5) \times (0,2, 0,25, 0,3) = (0,33, 0,5, 0,7)$$

$$S_{ES2} = (1,67, 2, 2,5) \times (0,2, 0,25, 0,3) = (0,33, 0,5, 0,7)$$

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

$$V(S_{ES1} > S_{ES2}) = 1 \quad V(S_{ES2} > S_{ES1}) = 1$$

Elde edilmiş olan yapay değerlere göre ağırlık vektörü;

$W' = (1, 1)T$ olarak bulunur bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları $W = (0,5, 0,5)T$ olur.

Hesaplamalara göre estetik görünüm ana kriterinden çıkan sonuç; ürün tasarımının kuleye uygunluğu %50, silah ekipmanının taarruz ve savunmaya karşı kullanılmasına ilave olarak düşmana karşı caydırıcı özellik taşıması %50 öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

3.3.3. Alt Kriterler ile Alternatif Silah Ekipmanların Değerlendirilmesi

Alt kriterlerle alternatiflerin karşılaştırılmasında uzmanların görüşleri alınarak ortalamalar kullanılmıştır. Sırasıyla ana kriterlerin alternatif silah ekipmanlarına yönelik Ek-C’deki hesaplamalar ile değerlendirilmesi yapılarak toplam ağırlık vektörleri hesaplanması sonucu alternatif silah ekipmanlarının genel değerlendirilmesi oluşturulmuştur. Beş alternatif silah ekipmanının değerlendirilmesi Tablo 3.12’de sunulmuştur.

Tablo 3.12. Beş alternatif silah ekipmanının genel değerlendirilmesi

| | | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|
| Ağ. Vek. | 0,53 | 0,21 | 0,26 | 0 | 0 | Top.Ağ.Vek. |
| Alter. | TÖ | MU | ET | MO | ES | |
| A1 | 0,122 | 0,163 | 0,09 | 0,2244 | 0,17 | 0,12 |
| A2 | 0,243 | 0,2222 | 0,19 | 0,198 | 0,215 | 0,23 |
| A3 | 0,274 | 0,2378 | 0,31 | 0,1782 | 0,235 | 0,28 |
| A4 | 0,239 | 0,2498 | 0,31 | 0,1551 | 0,23 | 0,26 |
| A5 | 0,121 | 0,1072 | 0,1 | 0,2343 | 0,15 | 0,11 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

BAHP Genişletilmiş analiz yöntemine (Chang'ın Yöntemi) göre, yapılan hesaplamalar ve değerlendirmeler sonucunda askerlerin silah ekipmanı için tercihleri belirlenmiştir. Tercih sıralaması Tablo 3.13 'de sunulmuştur.

Tablo 3.13. Chang'ın yöntemine göre silah ekipmanların sıralaması

| Sıra No | Silah ekipmanı Alternatifi | Toplam Ağırlık Vektörü | BAHP Sonucu Sıralama |
|---------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | A1 | 0,12 | 4 |
| 2 | A2 | 0,23 | 3 |
| 3 | A3 | 0,28 | 1 |
| 4 | A4 | 0,26 | 2 |
| 5 | A5 | 0,11 | 5 |

Değerlendirmeler sonucunda kullanıcı için en uygun silah ekipmanının A3 olduğu, ikinci sırada A4 alternatifinin yer aldığı, A2 alternatifinin üçüncü sırada onu takip ettiği görülmektedir. Yapılan bu çalışma ile Türk Silahlı Kuvvetleri'nin kulelerinde, üs bölgelerinde savunma ile birlikte etkili bir taarruz gerçekleştirebilmesi sağlanmıştır.

BAHP sonucu en uygun silah ekipmanı alternatifi olarak seçilen A3 alternatifi ana ve alt kriterlerin önem derecelerine göre incelendiğinde; kurşuna dayanıklı zırh korumalı ve balistik camlı, kullanıcının sıklıkla kullandığı beş makinalı tüfeğin monte

edilebildiği, kullanıcı için yeterli görüş ve hakimiyet alanına sahip, demonte, ergonomik bir tasarım olduğu gözlemlenmiştir.

A3 alternatifini takip eden ikinci sırada yer alan A4 alternatifi incelendiğinde A3 alternatifi ile benzer özellikler taşıdığı, koruma kabininin kullanılması alt kriterinde farklılık gösterdiği, onları takip eden 3. sıradaki A2 alternatifi ile hakimiyet alanı, görüş alanı, tüm silahlara monte edilebilme durumu, yere veya duvara monte edilebilme, gibi alt kriterlerinde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Listenin dördüncü ve beşinci sıralarında yer alan A1 ve A5 silah ekipmanı alternatifleri ise askerlerin ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamadığı, ancak yine de Gemba analizi ile askerin sesi dinlenerek belirlenen ana ve alt kriterlerden bazılarına cevap verebilmesi, silah ekipmanı olmadığı zamanlarda kullanıcının ürettiği israf çözümlere karşı daha yararlı olabileceği değerlendirilmektedir.

Ancak en uygun olmayan hiçbir alternatif tam anlamıyla zafiyeti giderememekle birlikte ihtiyacı da bütünüyle karşılayamayacaktır.

Tez alışması kapsamında ele alınan silah ekipmanı seçimi probleminin ÇKKV tekniklerinden BAHP yöntemi ile seçilen A3 alternatifi askerlerin en uygun silah ekipmanı tercih etmelerine olanak sağlamıştır. BAHP yöntemi işlemlerinde kullanılan kriter ve alternatifler sabit tutularak ÇKKV tekniklerinden MACBETH yöntemi işlem adımları yapılarak alternatiflerin sıralamalarına yönelik çıkan sonuç kıyaslanacaktır.

3.4. Problemin MACBETH ile zm

İhtiyaçlara yönelik belirlenen alternatifleri seçmede kullanılacak karar kriterleri için Gemba analizi sonucu tespit edilerek Tablo 3.5’de sunulan ana ve alt kriterler BAHP yönteminde kullanıldığı gibi MACBETH yönteminde de değer ağacı olarak kullanılacaktır.

Değer ağacı ve alternatiflerin belirlenmesine müteakip her bir kritere göre alternatiflerin ordinal performans düzeyleri, bir tanesi en iyi bir tanesi de nötr alternatif olmak üzere tespit edilerek belirlenecektir.

3.4.1. Kriterlere göre Alternatiflerin Performans Düzeyleri

1) Teknik Özellikler Kriterine Yönelik Alternatif Performans Düzeyleri

Tablo 3.14. Kullanım Kolaylığı Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Kullanım Kolaylığı | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-----------|---------------|---------------|
| | A1 | A5 | A2 | A3 | A4 | | |
| A1 | Yok | Zayıf | Güçlü | Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A5 | | Yok | Orta | Orta | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Yok | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A3 | | | | Yok | Zayıf | 3 | Orta |
| A4 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 2 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Kullanım Kolaylığı” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A1, nötr değerlendirilen alternatifin A4 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.14’de sunulmuştur.

Tablo 3.15. Kullanılan Tüm Tüfeklere Monte Edilme Durumu Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Kullanılan Tüm Tüfeklere Monte Edilme Durumu | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-----|------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A4 | A2 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Yok | Orta | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A4 | | Yok | Orta | Çok Güçlü | Aşırı | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Zayıf | Orta | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 6 | 3 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Kullanılan Tüm Tüfeklere Monte Edilme Durumu” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3 ve A4, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.15’de sunulmuştur.

Tablo 3.16. Yere ve/veya Duvara Monte Edilme Özelliği Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Yere ve/veya Duvara Monte Edilme Özelliği | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---|-----|-----|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| | A3 | A4 | A2 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 0 | Yok |
| A4 | | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Güçlü | Güçlü | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Yok | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 6 | 4 | 0 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Yere ve/veya Duvara Monte Edilme Özelliği” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3 ve A4, nötr değerlendirilen alternatifin A1 ve A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.16’da sunulmuştur.

Tablo 3.17. Mehmetçiğin Boyuna Göre Ayarlanabilme Özelliği Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Mehmetçiğin Boyuna Göre Ayarlanabilme Özelliği | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-----|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| | A3 | A2 | A1 | A4 | A5 | | |
| A3 | Yok | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 1 | Çok Zayıf |
| A1 | | | Yok | Güçlü | Güçlü | 2 | Zayıf |
| A4 | | | | Yok | Yok | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Mehmetçiğin Boyuna Göre Ayarlanabilme Özelliği” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A1, A4 ve A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.17’de sunulmuştur.

Tablo 3.18. Karşı Tehditlere Karşı Koyacak Kalkanın Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Karşı Tehditlere Karşı Koyacak Kalkanın Olması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A4 | A3 | A2 | A1 | A5 | | |
| A4 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A3 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Karşı Tehditlere Karşı Koyacak Kalkanın Olması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A4, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.18’de sunulmuştur.

Tablo 3.19. Gözetlemeyi Sağlayacak Balistik Cam Kullanılması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Gözetlemeyi Sağlayacak Balistik Cam Kullanılması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-----|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| | A4 | A3 | A2 | A1 | A5 | | |
| A4 | Yok | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 0 | Yok |
| A3 | | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Güçlü | Güçlü | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Yok | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 6 | 4 | 0 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Gözetlemeyi Sağlayacak Balistik Cam Kullanılması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A4 ve A3, nötr değerlendirilen alternatifin A1 ve A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.19’da sunulmuştur.

Tablo 3.20. Hareket Edebilme, Sabitlenebilme Özelliği Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Hareket Edebilme, Sabitlenebilme Özelliği | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A5 | A2 | A3 | A4 | A1 | | |
| A5 | Yok | Zayıf | Zayıf | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Yok | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A3 | | | Yok | Güçlü | Çok Güçlü | 2 | Zayıf |
| A4 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A1 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 5 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Hareket Edebilme, Sabitlenebilme Özelliği” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A5, nötr değerlendirilen alternatifin A1 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.20’de sunulmuştur.

Tablo 3.21. Koruma Kabinin Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Koruma Kabinin Olması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| | A4 | A1 | A2 | A3 | A5 | | |
| A4 | Yok | Aşırı | Aşırı | Aşırı | Aşırı | 0 | Yok |
| A1 | | Yok | Yok | Yok | Yok | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Yok | Yok | 2 | Zayıf |
| A3 | | | | Yok | Yok | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Teknik Özellikler kriterinin “Koruma Kabinin Olması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A4, nötr değerlendirilen alternatiflerin A1, A2, A3 ve A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.21’de sunulmuştur. Burada koruma kabininin yalnızca A4 alternatifinde kullanıldığı sonucuna varılmaktadır.

2) Mukavemet Kriterine Yönelik Alternatif Performans Düzeyleri

Tablo 3.22. Üründe Kullanılan Malzemelerin Kalitesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Üründe Kullanılan Malzemelerin Kalitesi | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---|-----|------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A2 | A4 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | Orta | 1 | Çok Zayıf |
| A4 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Mukavemet kriterinin “Üründe Kullanılan Malzemelerin Kalitesi” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.22’de sunulmuştur.

Tablo 3.23. Üründe Kullanılan Malzemelerin Uzun Ömürlü Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Malzemelerin Uzun Ömürlü Olması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---------------------------------|-----|------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A2 | A4 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | Orta | 1 | Çok Zayıf |
| A4 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Mukavemet kriterinin “Üründe Kullanılan Malzemelerin Uzun Ömürlü Olması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.23’de sunulmuştur.

Tablo 3.24. Tehditlere Karşı Dayanıklı Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Tehditlere Karşı Dayanıklı Olması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|-----------------------------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A4 | A3 | A2 | A1 | A5 | | |
| A4 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A3 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Mukavemet kriterinin “Tehditlere Karşı Dayanıklı Olması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A4, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.24’de sunulmuştur.

Tablo 3.25. Silahın Geri Tepme Kuvvetine Karşı Silah Ekipmanının Dayanıklılığı Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Silah Ekipmanının Dayanıklılığı | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---------------------------------|-----|------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A2 | A4 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | Orta | 1 | Çok Zayıf |
| A4 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Mukavemet kriterinin “Silahın Geri Tepme Kuvvetine Karşı Silah Ekipmanının Dayanıklılığı” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.25’de sunulmuştur.

Tablo 3.26. Montaj Edilen Yerin Silah ekipmanı Ağırlığına Karşı Dayanıklılığı Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Montaj Edilen Yerin Silah Ekipmanı Ağırlığına Karşı Dayanıklılığı | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A1 | A5 | A2 | A3 | A4 | | |
| A1 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A5 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A3 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A4 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Mukavemet kriterinin “Montaj Edilen Yerin Silah ekipmanı Ağırlığına Karşı Dayanıklılığı” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A1, nötr değerlendirilen alternatifin A4 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.26’da sunulmuştur.

3) Etkililik Kriterine Yönelik Alternatif Performans Düzeyleri

Tablo 3.27. Silahların Silah ekipmanına Montajının Yapılabilmesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Silahların Silah Ekipmanına Montajının Yapılabilmesi | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-----|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A4 | A3 | A2 | A1 | A5 | | |
| A4 | Yok | Yok | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A3 | | Yok | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 6 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Etkililik kriterinin “Silahların Silah ekipmanına Montajının Yapılabilmesi” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A4 ve A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.27’de sunulmuştur.

Tablo 3.28. Kullanıcının Hakimiyet Alanı için Ürünün Ergonomik Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Ürünün Ergonomik Olması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|-------------------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A2 | A4 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A4 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Etkililik kriterinin “Kullanıcının Hakimiyet Alanı için Ürünün Ergonomik Olması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.28’de sunulmuştur.

Tablo 3.29. Görüş Alanının Nişancı için Yeterli Olması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Görüş Alanının Nişancı için Yeterli Olması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A4 | A2 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A4 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Etkililik kriterinin “Görüş Alanının Nişancı için Yeterli Olması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.29’da sunulmuştur.

4) Montaj Kolaylığı Kriterine Yönelik Alternatif Performans Düzeyleri

Tablo 3.30. Demonte Ürünün Kolay Montaj Edilmesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Demonte Ürünün Kolay Montaj Edilmesi | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--------------------------------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A1 | A5 | A2 | A3 | A4 | | |
| A1 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A5 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A3 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A4 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Montaj kolaylığı kriterinin “Demonte Ürünün Kolay Montaj Edilmesi” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A1, nötr değerlendirilen alternatifin A4 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.30’da sunulmuştur.

Tablo 3.31. Yer Değişikliği Gerektiğinde Kolay Sökülebilmesi Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Yer Değişikliği Gerektiğinde Kolay Sökülebilmesi | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A1 | A5 | A2 | A3 | A4 | | |
| A1 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A5 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A3 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A4 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Montaj kolaylığı kriterinin “Yer Değişikliği Gerektiğinde Kolay Sökülebilmesi” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A1, nötr değerlendirilen alternatifin A4 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.31’de sunulmuştur.

Tablo 3.32. Silah Ekipmanı Malzemelerinin Taşınmasında Zorluk Olmaması Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Silah Ekipmanı Malzemelerinin Taşınmasında Zorluk Olmaması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|--|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A1 | A5 | A2 | A3 | A4 | | |
| A1 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A5 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A3 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A4 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Montaj kolaylığı kriterinin “Silah Ekipmanı Malzemelerinin Taşınmasında Zorluk Olmaması” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A1, nötr değerlendirilen alternatifin A4 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.32’de sunulmuştur.

5) Estetik Görünüm Kriterine Yönelik Alternatif Performans Düzeyleri

Tablo 3.33. Ürün Tasarımının Kuleye Uygunluğu Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Ürün Tasarımının Kuleye Uygunluğu | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|-----------------------------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | A3 | A2 | A4 | A1 | A5 | | |
| A3 | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| A2 | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| A4 | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Estetik görünüm kriterinin “Ürün Tasarımının Kuleye Uygunluğu” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A3, nötr değerlendirilen alternatifin A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.33’de sunulmuştur.

Tablo 3.34. Silah Ekipmanının Taarruz ve Savunmaya Karşı Kullanılmasına ilave Düşmana Karşı Caydırıcı Özelliği Taşımaya Alt Kriterine Yönelik Alternatif Performansları

| Düşmana Karşı Caydırıcı Özelliği Taşımaya | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|---|-----|-----|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| | A4 | A3 | A2 | A1 | A5 | | |
| A4 | Yok | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 0 | Yok |
| A3 | | Yok | Zayıf | Aşırı | Aşırı | 1 | Çok Zayıf |
| A2 | | | Yok | Güçlü | Güçlü | 2 | Zayıf |
| A1 | | | | Yok | Yok | 3 | Orta |
| A5 | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 6 | 4 | 0 | 0 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Estetik görünüm kriterinin “Silah Ekipmanının Taarruz ve Savunmaya Karşı Kullanılmasına ilave Düşmana Karşı Caydırıcı Özelliği Taşımaya” alt kriterine yönelik en iyi alternatifin A4 ve A3, nötr değerlendirilen alternatifin A1 ve A5 olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; performans sonuçları Tablo 3.34’de sunulmuştur.

3.4.2. Kriterlerin Karşılaştırılması ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

1) Kriterlerin Karşılaştırılması

Tablo 3.35. Kriterlerin Karşılaştırılmasına Yönelik Performans Sonuçları

| Kriterlerin Karşılaştırılması | | | | | | Sayısal Ölçek | Sematik Ölçek |
|-------------------------------|-----|-------|-------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | TÖ | ET | MU | ES | MO | | |
| TÖ | Yok | Zayıf | Güçlü | Çok Güçlü | Aşırı | 0 | Yok |
| ET | | Yok | Orta | Güçlü | Çok Güçlü | 1 | Çok Zayıf |
| MU | | | Yok | Çok Zayıf | Zayıf | 2 | Zayıf |
| ES | | | | Yok | Çok Zayıf | 3 | Orta |
| MO | | | | | Yok | 4 | Güçlü |
| Sıralama | 6 | 5 | 3 | 2 | 1 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | | | | 6 | Aşırı |

Alternatifleri değerlendirmek için belirlenen kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin tespit edilmesine yönelik en iyi kriterin Teknik Özellikler, nötr değerlendirilen kriterin Montaj Kolaylığı olarak belirlenmesi sonucu kısıtlar

oluşturularak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda; önem derecesine göre performans sonuçları Tablo 3.35’de sunulmuştur.

2) Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması

Tablo 3.36. Kriterlerin Ağırlıkları

| Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması | | | Sayısal | Sematik |
|---|---------------|-----------------|---------|-----------|
| | Önem Derecesi | Kriter Ağırlığı | Ölçek | Ölçek |
| TÖ | 6 | 0,35 | 0 | Yok |
| MU | 3 | 0,18 | 1 | Çok Zayıf |
| ET | 5 | 0,29 | 2 | Zayıf |
| MO | 1 | 0,06 | 3 | Orta |
| ES | 2 | 0,12 | 4 | Güçlü |
| Toplam | 17 | 1 | 5 | Çok Güçlü |
| | | | 6 | Aşırı |

Önem derecesine göre performans sonuçları incelendiğinde; TÖ kriterinin 6, MU kriterinin 3, ET kriterinin 5, MO kriterinin 1, ES kriterinin de 2 olarak hesaplandığı görülmektedir. Ağırlıkların toplamının 1 olması üzerine kriterlerin ağırlıkları oranlandığında TÖ kriterinin ağırlığı 0,35, MU kriterinin ağırlığı 0,18, ET kriterinin ağırlığı 0,29, MO kriterinin ağırlığı 0,06, ES kriterinin ağırlığı ise 0,12 olacaktır. Bu kapsamda; hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 3.36’da sunulmuştur.

3.4.3. Alternatif Puanları ve Sıralama

Alternatif tercihi değerlendirilmesi için kullanılan kriterler ve alt kriterlerin, alternatiflere yönelik performans sonuçları ile kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması sonucunda sıra alternatif puanlarının belirlenmesiyle sıralanması işlemine gelmiştir.

Tablo 3.37. Alternatif Puanları ile Sıralaması

| Alternatifler | Alternatif Puanları | Sıralama |
|---------------|---------------------|----------|
| A1 | 46,64 | 4 |
| A2 | 102,73 | 3 |
| A3 | 172,65 | 1 |
| A4 | 141,15 | 2 |
| A5 | 43,88 | 5 |

Silah ekipmanı seçiminde belirlenen her bir alt kritere göre alternatiflerin puanları ve kriterlerin ağırlıkları oluşturulduktan sonra, her bir alternatifin tercih puanını

bulabilmek için alternatifin o alt kritere ait puanları ile o kriter ağırlıkları çarpılarak toplanmıştır ve sonucunda oluşan alternatif puanları Tablo 3.37’de sunulmuştur.

Yapılan hesaplamalar neticesinde en yüksek puanı olan A3 silah ekipmanı, en iyi silah ekipmanı olarak belirlenmiştir. Puan sıralamasına göre sırasıyla A4 silah ekipmanı ikinci sırada, A2 silah ekipmanı üçüncü sırada, A1 silah ekipmanı dördüncü sırada, A5 silah ekipmanı ise en kötü silah ekipmanı olarak son sırada yer almıştır.



4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çeşitli endüstrilerdeki kurum ve kuruluşların kullanacakları ürün tercihleri, faaliyet gösterdikleri alana, kullanan kişiye ve kullanıldığı yere göre değişkenlik göstermektedir. İnsanlar bugüne kadar yaşamlarında hep bir karar verme, seçim yapma durumuyla karşı karşıya kalmışlardır. Karar verme durumu bazen kişisel, bazen kurumsal, bazen ise toplumsal olmaktadır. Ortaya çıkan durum karşısında en iyi olanı tercih etmek olarak tanımlanabilecek karar verme eylemi için birçok yöntem kullanılmaktadır.

Yapılan bu çalışmanın içeriğine bakıldığında, Türk Silahlı Kuvvetleri'nde kullanılmasına ihtiyaç duyulan bir ürün için, savunma sanayiine ürün ve hizmet desteğinde bulunan Ankara'daki bir askeri fabrikada tasarlanan alternatiflerden hangisinin kullanılacağına yönelik bir karar verme eylemi olduğu görülmektedir.

Çalışmada öncelikle ihtiyacın doğru tespiti adına, ihtiyaç duyulan silah ekipmanının kullanılacağı yerde Gemba analizi ile gözlem ve inceleme yapılmıştır. Daha sonra tespit edilen istekler sonucu fabrikada tasarımı yapılan beş alternatif silah ekipmanının seçimi için ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP (BAHP) ile MACBETH yöntemleri kullanılarak çalışma yapılmış ve karar vericilere karar desteği sağlanmıştır.

ÇKKV tekniklerinden AHP yöntemi ile çözümlenen problemlerde uygulanan işlemlerin tutarlı olup olmadığını tespit etmek için tutarlılık testi yapılması gerekmektedir. Bu gereklilik için yapılan tutarlılık oranı hesaplanmasındaki sonucun 0,1'den küçük olması halinde uygulanan işlemlerin tutarlı olduğu, eşit ve büyük olması halinde ise tutarlı olmadığı anlaşılmaktadır. Yapılan literatür araştırması sonucunda BAHP yönteminde tutarlılık oranı hesaplamalarına yer veren bir çalışmaya rastlanmamıştır. BAHP yöntemindeki Chang'ın metodunda tutarlılık oranı hesaplanması uygulanması durumunda, bazı kriterlerin ağırlıklarının sıfır çıkması ihtimali ile tutarlılık oranı hesaplamalarındaki işlem adımlarındaki matrislerin çarpımı ile oluşan matris elemanlarının tespit edilen ağırlıklara bölünmesi gerekeceğinden çıkan sonuç tanımsız olmuş olacaktır.

Bu çalışmada, MACBETH yönteminin diğer ÇKKV tekniklerinden farklılığı, kriterlerin kalitatif olarak değerlendirilmesine imkan sağlamasına ilave olarak AHP, BAHP, gibi işlem adımlarının fazla olduğu ÇKKV tekniklerinin yerine MACBETH ile kriter ağırlıklarının daha kolay hesaplanarak problemin çözümünde kullanılabileceği görülmüştür.

MACBETH yönteminin diğer ÇKKV tekniklerinden farklı olarak, değerlendirme yaparken sayısal veriler yerine karar vericiler tarafından sözel ifadeler ile alternatiflerin birbirleri arasındaki öncelikleri tespit edilmektedir. Günlük yaşantıda karşılaşılan problemlerde her zaman sayısal verilerin oluşturulmasına imkan olmayabilir. Bu kapsamda ÇKKV tekniklerinden MACBETH yönteminin diğerlerine göre üstünlüğü olabileceği değerlendirilmektedir.

MACBETH yönteminin diğer ÇKKV yöntemlerine göre zayıflıklarının varlığı sorgulandığında ise karar vericiler tarafından değerlendirme yapılmadan önce alternatif ve kriterler için üstünlük ilişkilerinin iyiden kötüye doğru sıralanması ile alternatifleri subjektif olarak değerlendirilmesi ve sonucun belirlenmesi öncesi öngörüden yararlanılması diğer tekniklere göre önyargılı bir yaklaşım içerdiği değerlendirilmektedir.

Çalışmadaki silah ekipmanı seçimi probleminin çözümünde ÇKKV tekniklerinden uzmanların görüşlerine dayalı bir yöntem olan MACBEHT yönteminin kullanılmasındaki amaç, literatüre alternatifler arasından en iyi olanın seçimi konusunda katkı sağlamak olmuştur. BAHP yönteminin kullanılmasındaki amaç ise yöntemin uygulama kolaylığı ile literatürde uygulama alanının fazla olmasıdır. Bu çalışma, karar verme probleminde ÇKKV tekniklerinden BAHP yöntemi ve MACBETH yönteminin ayrı ayrı kullanarak sonucun yorumlanmasıyla literatürde uygulanan ilk çalışmalardan biri olma ayrıcalığını oluşturmaktadır.

Tablo 4.38. BAHP ve MACBETH yöntemlerinin karşılaştırılması

| Alternatifler | BAHP Sıralama | MACBETH Sıralama |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| A1 | 4 | 4 |
| A2 | 3 | 3 |
| A3 | 1 | 1 |
| A4 | 2 | 2 |
| A5 | 5 | 5 |

Çalışma sonucunda BAHF ve MACBETH yöntemleri ile elde edilen sonuçların birbirleri ile uyumlu ve aynı olduğu görülmektedir. Aynı veriler üzerinden uygulanan ÇKKV tekniklerinin çoğunda birbirinden farklı sonuçlara ulaşılması olabilmektedir. Bu durum, veri veya yöntem algoritmasındaki durumlar ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

BAHF ve MACBETH yöntemleri sonucu silah ekipmanı alternatifini olarak seçilen A3 alternatifini ana ve alt kriterlerin önem derecelerine göre incelendiğinde; kurşuna dayanıklı zırh korumalı ve balistik camlı, kullanıcının sıklıkla kullandığı beş makinalı tüfeğin monte edilebildiği, kullanıcı için yeterli görüş ve hakimiyet alanına sahip, demonte, ergonomik bir tasarım olduğu gözlemlenmiştir.

A3 alternatifini takip eden ikinci sırada yer alan A4 alternatifini incelendiğinde A3 alternatifini ile hakimiyet alanı, görüş alanı, tüm silahlara monte edilebilme durumu, yere veya duvara monte edilebilme gibi alt kriterlerinde benzer özellikler taşıdığı, kullanım kolaylığı, Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilen silah ekipmanı olması, silah ekipmanının ağırlığının montaj edilen yere karşı dayanıklılığı, kolay montaj edilmesi ve kolay sökülmesi, koruma kabininin olması gibi alt kriterlerinde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Alternatiflerin karşılaştırılması sonucu sıralamanın dördüncü ve beşinci sıralarında yer alan A1 ve A5 silah ekipmanı alternatifleri ise askerlerin ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamadığı, ancak yine de Gemba analizi ile askerlerin sesi dinlenerek belirlenen ana ve alt kriterlerden bazılarında cevap verebilmesi, silah ekipmanı olmadığı zamanlarda kullanıcının ürettiği israf çözümlere karşı daha yararlı olabileceği değerlendirilmektedir.

Ancak en uygun olmayan hiçbir alternatif tam anlamıyla zafiyeti giderememekle birlikte ihtiyacı da bütünüyle karşılayamayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Can Ş., Arıkan F., Bir Savunma Sanayi Firmasında Çok Kriterli Yüklenici Seçim Problemi ve Çözümü, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 2014, **29** (4), 645-654.
- [2] Baran T., Türkiye’de Savunma Sanayi Sektörünün İncelenmesi ve Savunma Sanayi Sektörü Harcamalarının Ekonomi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2018, **4** (2), 58-81. DOI: 10.29131/uiibd.429369.
- [3] Ataman A., Savunma Sanayinde Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Tereddütlü Bulanık AHP Yöntemi ile Önceliklendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018, 512335.
- [4] Ülker B., Bulanık Ortamda Çoklu Kriter Karar Verme Metodu: İnsansız Su Altı Aracı (Rov) Alternatif Tasarımlarından En Uygun Olanı Seçme Algoritması Ve Bir Karar Verme Yardımcı Aracı Geliştirme, Doktora Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze, 2014, 366409.
- [5] Cevizci D., Kayacan O., Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSİS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Den ve Mühendislik Dergisi*, 2019, **21**(62), 331-344.
- [6] Aydın Y., Eren T., Savunma Sanayiinde Stratejik Ürün için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2018, **7** (1), 129-148.
- [7] Öz A., Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007, 176701.
- [8] Tekeş M., Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri’nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksi Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002, 127027.
- [9] Yürekli H., Taarruz Helikopterleri Seçiminde ELECTRE Yönteminin Kullanılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul, 2009, 261634.
- [10] Ata A., Sennaroğlu B., Savaş Gemisi Tasarımındaki Kriter Katsayısı Ağırlıklarının Saptanmasında Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımı, *Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 2008, **4**(1), 1-16.

- [11] Karaburun M., Çok Ölçütlü Karar Vermede AHP ve TOPSİS Yöntemleriyle Silah Seçimi Problemi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2018, 515801.
- [12] Dağdeviren M., Yavuz S., Kılınc N., Weapon Selection Using The AHP and TOPSİS Methods Under Fuzzy Environment, *Expert System with Applications*, 2009, **36**(4), 8143-8151.
- [13] Eren H., Kılıç A., Balcı H., Savunma Sanayi için Teknoloji Transfer Yöntemi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2015, **20** (4), 305-326.
- [14] Dolu T., Savunma Sanayi Sistemlerine Parça Tedariğinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması: Konya Sanayisinde Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2020, 383040.
- [15] Demirtaş Ö., Akdoğan A., Bulanık Ortamda Tedarikçi Seçimi: Savunma Sanayii'ne Yönelik Bir Uygulama, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2014, **0**(43), 203-222.
- [16] Karaatlı M., Ömürbek N., Aksoy E., Atasoy M., Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Performans Değerlendirmesine İlişkin Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2015, **4** (2), 176-186, ISSN: 2147-5237.
- [17] Göztepe K., Boran S., Yazgan H., Muhabere Alanında Hedeflerle İlgili Bulanık Mantık Esaslı Karar Verme Süreci, *Sakarya Üniversitesi Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31. Ulusal Kongresi*, Sakarya, 2011.
- [18] Çuhadar İ., İnsansız Hava Aracı Sistemlerinde Bilgi Güvenliği ve Risk Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Modeli İle Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalı*, Ankara, 2017, 479816.
- [19] Gencer C., Aydoğan E., Aytürk S., Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Hafif Makineli Tüfek Seçimi, *Kara Hap Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 2008, **12** (3), 87-105.
- [20] Altın F., Tunca M., Ömürbek N., Entropi Temelli SAW ve ARAS Yöntemleri ile Nato Ülkeleri Askeri Güçlerinin Sıralanması, *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 2020, **4** (3), 731-753.
- [21] Ashari, H. E., Parsael, M., Application of The Multi-Criteria Decision Method ELECTRE III for The Weapon Selection, *Decision Science Letters*, 2014, **3**(4), 511-522.
- [22] Lee, J., Kang, S. H., Rosenberger, J., Kim, S. B., A hybrid approach of goal programming for weapon systems selection, *Computers and Industrial Engineering*, 2010, **58** (11), 521-527.

- [23] Yeh, M. ve Lu, H.C., Evaluating Weapon Systems Based on Grey Relational Analysis and Fuzzy Arithmetic Operations, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 2000, **23** (2), 211-221.
- [24] Cheng, C.H., Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function, *European Journal of Operational Research*, 1997, **96**(2), 343-350.
- [25] Yağlı U., Arıkan F., Hava Kuvvetleri Komutanlığı Malzeme İhtiyaç Planlaması Tedarik Tavsiye Listesinin ÇKKV Yöntemleri İle Analizi, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 2018, **17** (1), ISSN (Basılı) : 1303-6831 ISSN (Online): 2148-1776.
- [26] Ayçin E., Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması, *Munzur Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2019, **33** (2), 76-84.
- [27] Ercan E., Kundakçı N., Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2019, **19** (1), 83-105.
- [28] Arslan H., Köse A., Durak İ., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Eğitim Kurumları Karar Problemlerinin Çözümü, *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 2018, **8** (2), 27-34.
- [29] Genç T., Kabak M., Köse E., Yılmaz Z., Bireysel Emeklilik Sistemi Seçimi Problemine İlişkin Macbeth Yaklaşımı, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Ve İstatistik Dergisi*, 2015, **0** (22), 47-65.
- [30] Arsu T., Ayçin E., BIST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi, *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2020, **Özel Sayı**, 156-178.
- [31] Ayçin E., Çakın E., KOBİ'lerin Finansal Performansının MACBETH-COPRAS Bütünleşik Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi, *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 2019, **14**(55), 251-265.
- [32] Çalışkan B., Gemba'nın 5 Altın Kuralı, Somut Strateji Danışmanlık, <https://www.somutstrateji.com/blog/gembanin-5-altin-kurali/> (Ziyaret tarihi:10 Mayıs 2021)
- [33] Ö. Kuvat ve G. Abatay , "Karma yem üretiminde müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik kalite fonksiyonu göçerimi uygulaması", *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2020, **22** (2), 717-740.
- [34] Arı S., Müşteri Beklentilerini Ürün Karakteristiklerine Dönüştürme Aracı Olarak Kalite Fonksiyon Göçerimi Ve Bir Gıda İşletmesinde Uygulama Denemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*

İşletme Ana Bilim Dalı Üretim Yönetimi Ve Pazarlama Bilim Dalı, Konya, 2006, 189266.

- [35] Arıkan V., Fasoncu Seçimi için AHS Modelinin Bir Tekstil İşletmesine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı Yöneylem Bilim Dalı*, Bursa, 2008, 220999.
- [36] Güneş M., Umarusman N., Bir Karar Destek Aracı Bulanık Hedef Programlama ve Yerel Yönetimlerde Vergi Optimizasyonu Uygulaması, *Review of Social Economic and Business Studies*, **2**(4), 242-255.
- [37] Ersöz F., Kabak M., Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması, *Kara Hap Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 2020, **9** (1), 97-125.
- [38] Gregory, G., Decision Analysis, *Plenum Pres*, New York, 1998, **4**(11), 58-78.
- [39] Hwang, C.L. ve Yoon K. P., Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, *Book Study, Springer-Verlag*, Berlin, 1981.
- [40] Lai YJ., Hwang CL., Olasılıklı Çok Amaçlı Karar Verme. İçinde: Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme, *Ekonomi ve Matematik Sistemlerinde Ders Notları*, 1994, **404**.
- [41] Vural D., Köse E., Oralhan B., AHP ve Topsis Yöntemleri İle Yardıma Muhtaç Kişilerin Seçimi, *Akademikbakış Dergisi*, 2019, **2** (72), 147-159.
- [42] Ömürbek N., Makas Y., Ömürbek V., AHP ve Topsis Yöntemleri İle Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2015, **1** (21), 214-230.
- [43] Metin M., Savunma Sanayinde Çok Kriterli Karar Verme Metotları Kullanarak Kurumsal Kaynak Planlaması Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2012, 354504.
- [44] Karaatlı M., Ömürbek N., Budak İ., Dağ O., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2015, **33**(4), 215-228.
- [45] Üzgün, T., Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 182738.
- [46] Alkan A., AHP'de Dilsel Karşılaştırma Sürecinin Bulanık Mantıkla Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2006, 172598.

- [47] Kaptanoglu D., Akademik Performans Değerlendirmesi için Bir Çok Ölçütlü Bulanık Karar Verme Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005, 166676.
- [48] Durdudiller M., Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlemede AHP ve Bulanık AHP Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 182730.
- [49] GÜNER H., Bulanık AHP Ve Bir İşletme için Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış, Denizli, 2005, 196993.
- [50] Başlıgil H., The Fuzzy Analytic Hierarchy Process For Software Selection Problems, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2005, **3** (12), 112-135.
- [51] Yıldırım B.F., Önder E., *İşletmeciler Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Dora Yayınevi, Bursa. 2015
- [52] Cevizci D., Kayacan O., Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSİS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Den ve Mühendislik Dergisi*, 2019, DEU FMD **21**(62), 331-344.
- [53] Ayçin E., *Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler*, Genişletilmiş ve Güncellenmiş 2.Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Eylül 2020.



Ek-A

Silah Ekipmanını Kullanacak Askere Uygulanan Anket Örneği

ANKET

Aşağıda verilen soruları ikili karşılaştırma matrisinde işaretleyiniz. İşaretleme yaparken; size göre sağ tarafta yer alan bir kriter, sol tarafta yer alan kriterden daha önemli ise işaretlemenizi sağ tarafa, sol tarafta yer alan kriter, sağ tarafta yer alan kritere göre daha önemli ise işaretlemenizi sol tarafa, eğer tercihleriniz fark etmez ise; “ eşit derece de önemli” bölümünü işaretleyiniz.

SORULAR

- 1- Kullanacağınız silah ekipmanının teknik özellikleri, mukavemete göre ne kadar önemlidir?
- 2- Kullanacağınız silah ekipmanının teknik özellikleri, etkililiğine göre ne kadar önemlidir?
- 3- Kullanacağınız silah ekipmanının teknik özellikleri, montaj kolaylığına göre ne kadar önemlidir?
- 4- Kullanacağınız silah ekipmanının teknik özellikleri, estetik görünümüne göre ne kadar önemlidir?
- 5- Kullanacağınız silah ekipmanının mukavemeti, etkililiğine göre ne kadar önemlidir?
- 6- Kullanacağınız silah ekipmanının mukavemeti, montaj kolaylığına göre ne kadar önemlidir?
- 7- Kullanacağınız silah ekipmanının mukavemeti, estetik görünümüne göre ne kadar önemlidir?
- 8- Kullanacağınız silah ekipmanının etkililiği, montaj kolaylığına göre ne kadar önemlidir?
- 9- Kullanacağınız silah ekipmanının etkililiği, estetik görünümüne göre ne kadar önemlidir?
- 10- Kullanacağınız montaj kolaylığı, estetik görünümüne göre ne kadar önemlidir?

Silah Ekipmanı Seçiminde Ana Kriterler için Karşılaştırma Matrisi

| Soru Numarası | Kuvvetli (Kesin) Önemli (7/2, 4, 9/2) | Çok Önemli (5/2, 3, 7/2) | Daha Fazla Önemli (3/2, 2, 5/2) | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | KRİTERLER | Esit Derecede Önemli (1, 1, 1) | KRİTERLER | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | Daha Fazla Önemli (2/5, 1/2, 2/3) | Çok Önemli (2/7, 1/3, 2/5) | Kuvvetli (Kesin) Önemli (2/9, 1/4, 2/7) |
|---------------|---|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|
| 1 | | | X | | TÖ | | MU | | | | |
| 2 | | X | | | TÖ | | ET | | | | |
| 3 | X | | | | TÖ | | MO | | | | |
| 4 | X | | | | TÖ | | ES | | | | |
| 5 | | | | X | MU | | ET | | | | |
| 6 | | X | | | MU | | MO | | | | |
| 7 | | X | | | MU | | ES | | | | |
| 8 | | X | | | ET | | MO | | | | |
| 9 | X | | | | ET | | ES | | | | |
| 10 | X | | | | MO | | ES | | | | |

Ek-B

Aşağıda tercih edeceğiniz silah ekipmanı teknik özellikleri ile ilgili sorular bulunmaktadır.

- 1- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumuna göre ne kadar önemlidir?
- 2- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, yere ve/veya duvara monte edebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 3- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 4- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 5- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılmasına göre ne kadar önemlidir?
- 6- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilen), sabitlenebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 7- Silah ekipmanının kullanım kolaylığı, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 8- Silah ekipmanının kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumu, yere ve/veya duvara monte edebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 9- Silah ekipmanının kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumu, Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 10- Silah ekipmanının kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumu, karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 11- Silah ekipmanının kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumu, gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılmasına göre ne kadar önemlidir?
- 12- Silah ekipmanının kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumu, gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilen), sabitlenebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 13- Silah ekipmanının kullanılan tüm tüfeklere monte edilme durumu, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 14- Silah ekipmanının yere ve/veya duvara monte edebilme özelliği, Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?

- 15- Silah ekipmanının yere ve/veya duvara monte edebilme özelliği, karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 16- Silah ekipmanının yere ve/veya duvara monte edebilme özelliği, gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılmasına göre ne kadar önemlidir?
- 17- Silah ekipmanının yere ve/veya duvara monte edebilme özelliği, gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilir), sabitlenebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 18- Silah ekipmanının yere ve/veya duvara monte edebilme özelliği, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 19- Silah ekipmanının Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliği, karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 20- Silah ekipmanının Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliği, gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılmasına göre ne kadar önemlidir?
- 21- Silah ekipmanının Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliği, gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilir), sabitlenebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 22- Silah ekipmanının Mehmetçiğin boyuna göre ayarlanabilme özelliği, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 23- Silah ekipmanının karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olması, gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılmasına göre ne kadar önemlidir?
- 24- Silah ekipmanının karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olması, gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilir), sabitlenebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 25- Silah ekipmanının karşı tehditlere karşı koyacak kalkanın olması, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 26- Silah ekipmanının gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılması, gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilir), sabitlenebilme özelliğine göre ne kadar önemlidir?
- 27- Silah ekipmanının gözetlemeyi sağlayacak balistik cam kullanılması, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 28- Silah ekipmanının gerektiğinde hareket edebilme (döndürülebilir), sabitlenebilme özelliği, koruma kabininin olmasına göre ne kadar önemlidir?

Teknik Özellikler Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi

| Soru Numarası | Kuvvetli (Kesin) Önemli (7/2, 4, 9/2) | Çok Önemli (5/2, 3, 7/2) | Daha Fazla Önemli (3/2, 2, 5/2) | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | KRİTERLER | Esit Derecede Önemli (1, 1, 1) | KRİTERLER | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | Daha Fazla Önemli (2/5, 1/2, 2/3) | Çok Önemli (2/7, 1/3, 2/5) | Kuvvetli (Kesin) Önemli (2/9, 1/4, 2/7) |
|---------------|--|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| 1 | | | | | TÖ1 | | TÖ2 | | X | | |
| 2 | | | | | TÖ1 | | TÖ3 | X | | | |
| 3 | | | | | TÖ1 | | TÖ4 | X | | | |
| 4 | | X | | | TÖ1 | | TÖ5 | | | | |
| 5 | | | X | | TÖ1 | | TÖ6 | | | | |
| 6 | | | | X | TÖ1 | | TÖ7 | | | | |
| 7 | | X | | | TÖ1 | | TÖ8 | | | | |
| 8 | | X | | | TÖ2 | | TÖ3 | | | | |
| 9 | | | X | | TÖ2 | | TÖ4 | | | | |
| 10 | | | | | TÖ2 | | TÖ5 | X | | | |
| 11 | | | | | TÖ2 | | TÖ6 | X | | | |
| 12 | | | | X | TÖ2 | | TÖ7 | | | | |
| 13 | X | | | | TÖ2 | | TÖ8 | | | | |
| 14 | | | X | | TÖ3 | | TÖ4 | | | | |
| 15 | | | X | | TÖ3 | | TÖ5 | | | | |
| 16 | | | X | | TÖ3 | | TÖ6 | | | | |
| 17 | | | | X | TÖ3 | | TÖ7 | | | | |
| 18 | | X | | | TÖ3 | | TÖ8 | | | | |
| 19 | | | | | TÖ4 | | TÖ5 | | X | | |
| 20 | | | | | TÖ4 | | TÖ6 | | X | | |
| 21 | | | | | TÖ4 | | TÖ7 | X | | | |
| 22 | | X | | | TÖ4 | | TÖ8 | | | | |
| 23 | | | | X | TÖ5 | | TÖ6 | | | | |
| 24 | | | | X | TÖ5 | | TÖ7 | | | | |
| 25 | | X | | | TÖ5 | | TÖ8 | | | | |
| 26 | | | | | TÖ6 | | TÖ7 | | X | | |
| 27 | | | X | | TÖ6 | | TÖ8 | | | | |
| 28 | X | | | | TÖ7 | | TÖ8 | | | | |

Aşağıda tercih edeceğiniz silah ekipmanının mukavemeti ile ilgili sorular bulunmaktadır.

- 1- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin kalitesinin, uzun ömürlü olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 2- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin kalitesinin, silah ekipmanının tehditlere karşı dayanıklı olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 3- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin kalitesinin, silahın geri tepme kuvvetine karşı silah ekipmanının dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?
- 4- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin kalitesinin, silah ekipmanı ağırlığının montaj edildiği yere karşı dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?
- 5- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin uzun ömürlü olması, silah ekipmanının tehditlere karşı dayanıklı olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 6- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin uzun ömürlü olması, silahın geri tepme kuvvetine karşı silah ekipmanının dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?
- 7- Silah ekipmanında kullanılan malzemelerin uzun ömürlü olması, silah ekipmanı ağırlığının montaj edildiği yere karşı dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?
- 8- Silah ekipmanının tehditlere karşı dayanıklı olması, silahın geri tepme kuvvetine karşı silah ekipmanının dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?
- 9- Silah ekipmanının tehditlere karşı dayanıklı olması, silah ekipmanı ağırlığının montaj edildiği yere karşı dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?
- 10- Silahın geri tepme kuvvetine karşı silah ekipmanının dayanıklılığı, silah ekipmanı ağırlığının montaj edildiği yere karşı dayanıklılığına göre ne kadar önemlidir?

| Mukavemet Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| Soru Numarası | Kuvvetli (Kesin) Önemli (7/2, 4, 9/2) | Çok Önemli (5/2, 3, 7/2) | Daha Fazla Önemli (3/2, 2, 5/2) | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | KRİTERLER | Esit Derecede Önemli (1, 1, 1) | KRİTERLER | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | Daha Fazla Önemli (2/5, 1/2, 2/3) | Çok Önemli (2/7, 1/3, 2/5) | Kuvvetli (Kesin) Önemli (2/9, 1/4, 2/7) |
| 1 | | | | X | MU1 | | MU2 | | | | |
| 2 | | | | | MU1 | | MU3 | X | | | |
| 3 | | | | | MU1 | | MU4 | X | | | |
| 4 | | | | | MU1 | | MU5 | X | | | |
| 5 | | | | | MU2 | | MU3 | | X | | |
| 6 | | | | | MU2 | | MU4 | | X | | |
| 7 | | | | | MU2 | | MU5 | | X | | |
| 8 | | | | X | MU3 | | MU4 | | | | |
| 9 | | | | X | MU3 | | MU5 | | | | |
| 10 | | | | X | MU4 | | MU5 | | | | |

Aşağıda tercih edeceğiniz silah ekipmanının etkililiği ile ilgili sorular bulunmaktadır.

- 1- Silahların silah ekipmanına montajının yapılabilmesi, kullanıcının hakimiyet alanı için ürünün ergonomik olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 2- Silahların silah ekipmanına montajının yapılabilmesi, görüş alanının nişancı için yeterli olmasına göre ne kadar önemlidir?
- 3- Kullanıcının hakimiyet alanı için ürünün ergonomik olması, görüş alanının nişancı için yeterli olmasına göre ne kadar önemlidir?

| Etkililik Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| Soru Numarası | Kuvvetli (Kesin) Önemli (7/2, 4, 9/2) | Çok Önemli (5/2, 3, 7/2) | Daha Fazla Önemli (3/2, 2, 5/2) | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | KRİTERLER | Esit Derecede Önemli (1, 1, 1) | KRİTERLER | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | Daha Fazla Önemli (2/5, 1/2, 2/3) | Çok Önemli (2/7, 1/3, 2/5) | Kuvvetli (Kesin) Önemli (2/9, 1/4, 2/7) |
| 1 | | | X | | ET1 | | ET2 | | | | |
| 2 | | | X | | ET1 | | ET3 | | | | |
| 3 | | | | X | ET2 | | ET3 | | | | |

Aşağıda tercih edeceğiniz silah ekipmanının montaj kolaylığı ile ilgili sorular bulunmaktadır.

- 1- Demonte ürünün kolay montaj edilmesi, yer değişikliğinde kolay sökülebilmesine göre ne kadar önemlidir?
- 2- Demonte ürünün kolay montaj edilmesi, silah ekipmanı malzemelerinin taşınmasında zorluk olmamasına göre ne kadar önemlidir?
- 3- Yer değişikliğinde kolay sökülebilmesine, silah ekipmanı malzemelerinin taşınmasında zorluk olmamasına göre ne kadar önemlidir?

| Montaj Kolaylığı Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Soru Numarası | Kuvvetli (Kesin) Önemli (7/2, 4, 9/2) | Çok Önemli (5/2, 3, 7/2) | Daha Fazla Önemli (3/2, 2, 5/2) | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | KRİTERLER | Esit Derecede Önemli (1, 1, 1) | KRİTERLER | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | Daha Fazla Önemli (2/5, 1/2, 2/3) | Çok Önemli (2/7, 1/3, 2/5) | Kuvvetli (Kesin) Önemli (2/9, 1/4, 2/7) |
| 1 | | | | | MO1 | X | MO2 | | | | |
| 2 | | | | X | MO1 | | MO3 | | | | |
| 3 | | | | X | MO2 | | MO3 | X | | | |

Aşağıda tercih edeceğiniz silah ekipmanının estetik görünümü ile ilgili sorular bulunmaktadır.

- 1- Silah ekipmanı tasarımının kuleye uygunluğu, silah ekipmanının taarruz ve savunmaya karşı kullanılmasına ilave düşmana karşı caydırıcı özelliği taşınmasına göre ne kadar önemlidir?

| Estetik Görünüm Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Soru Numarası | Kuvvetli (Kesin) Önemli (7/2, 4, 9/2) | Çok Önemli (5/2, 3, 7/2) | Daha Fazla Önemli (3/2, 2, 5/2) | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | KRİTERLER | Esit Derecede Önemli (1, 1, 1) | KRİTERLER | Biraz Daha Önemli (2/3, 1, 3/2) | Daha Fazla Önemli (2/5, 1/2, 2/3) | Çok Önemli (2/7, 1/3, 2/5) | Kuvvetli (Kesin) Önemli (2/9, 1/4, 2/7) |
| 1 | | | | | ES1 | | ES2 | X | | | |

Ek-C

Alternatif Silah Ekipmanlarının Teknik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

| Alt Kriterlerin Ağırlık Vektörü | 0,24 | 0,24 | 0,16 | 0,17 | 0 | 0,08 | 0,1 | 0 | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------------------------|
| Alternatif | TÖ1 | TÖ2 | TÖ3 | TÖ4 | TÖ5 | TÖ6 | TÖ7 | TÖ8 | Toplam Ağırlık Vektörü |
| A1 | 0,24 | 0 | 0,16 | 0,13 | 0,15 | 0 | 0,17 | 0 | 0,1223 |
| A2 | 0,18 | 0,33 | 0,16 | 0,3 | 0,19 | 0,26 | 0,23 | 0 | 0,2428 |
| A3 | 0,18 | 0,34 | 0,26 | 0,33 | 0,33 | 0,37 | 0,22 | 0 | 0,2741 |
| A4 | 0,18 | 0,33 | 0,26 | 0,14 | 0,33 | 0,37 | 0,22 | 1 | 0,2394 |
| A5 | 0,22 | 0 | 0,16 | 0,1 | 0 | 0 | 0,16 | 0 | 0,1214 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Alternatif Silah Ekipmanlarının Mukavemetinin Değerlendirilmesi

| Alt Kriterlerin Ağırlık Vektörü | 0,11 | 0,33 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------------------------|
| Alternatif | MU1 | MU2 | MU3 | MU4 | MU5 | Toplam Ağırlık Vektörü |
| A1 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,12 | 0,27 | 0,172 |
| A2 | 0,25 | 0,23 | 0,24 | 0,22 | 0,25 | 0,2312 |
| A3 | 0,25 | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,11 | 0,227 |
| A4 | 0,25 | 0,27 | 0,30 | 0,29 | 0,09 | 0,239 |
| A5 | 0,08 | 0,08 | 0,05 | 0,09 | 0,28 | 0,1108 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Alternatif Silah Ekipmanlarının Etkililik Değerlendirilmesi

| Alt Kriterlerin Ağırlık Vektörü | 1 | 0 | 0 | |
|---------------------------------|------|------|------|------------------------|
| Alternatif | ET1 | ET2 | ET3 | Toplam Ağırlık Vektörü |
| A1 | 0,09 | 0,12 | 0,13 | 0,09 |
| A2 | 0,27 | 0,24 | 0,24 | 0,27 |
| A3 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,27 |
| A4 | 0,27 | 0,27 | 0,22 | 0,27 |
| A5 | 0,1 | 0,09 | 0,13 | 0,1 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 |

Alternatif Silah Ekipmanlarının Montaj Kolaylığının Değerlendirilmesi

| Alt Kriterlerin Ağırlık Vektörü | 0,33 | 0,33 | 0,33 | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|------------------------|
| Alternatif | MO1 | MO2 | MO3 | Toplam Ağırlık Vektörü |
| A1 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,2244 |
| A2 | 0,20 | 0,20 | 0,24 | 0,2112 |
| A3 | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,1848 |
| A4 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,1386 |
| A5 | 0,24 | 0,24 | 0,22 | 0,231 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 |

Alternatif Silah Ekipmanlarının Estetik Görünümünün Değerlendirilmesi

| Alt Kriterlerin Ağırlık Vektörü | 0,5 | 0,5 | |
|---------------------------------|----------|----------|------------------------|
| Alternatif | ES1 | ES2 | Toplam Ağırlık Vektörü |
| A1 | 0,16 | 0,18 | 0,17 |
| A2 | 0,25 | 0,20 | 0,225 |
| A3 | 0,24 | 0,23 | 0,235 |
| A4 | 0,2 | 0,24 | 0,22 |
| A5 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 |

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Deniz S., Kurtuluş Savaşının Mali Cephesi (Kurtuluş Savaşı Ekonomisi, Kuva-yi Milliye, İmalat-I Harbiye), *Kara Kuvvetleri Dergisi*, 2019, **59**(4), 45-51.

Deniz S., Weapon Equipment Selection with Fuzzy AHP Approach, 4. International Symposium on Engineering Natural Sciences and Architecture ISENSA, Kocaeli, 20-21 Mayıs 2021.



ÖZGEÇMİŞ

Sedef DENİZ, 2006-2010 yılları arasında lise öğrenimini, 2010-2015 yılları arasında üniversite öğrenimini Endüstri Mühendisliği eğitimi olarak tamamladı. 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitiminde çok kriterli karar verme teknikleri konusunda çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca, 2015 yılında Milli Savunma Bakanlığına bağlı bir askeri fabrikada çalışmaya başlamış olup görevini halen sürdürmektedir.

