

KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE ASKERİ MUHAREBE FONKSİYONLARI ALANLARINA YÖNELİK UYGULAMALARI

*Before doing battle, in the temple one calculates and will win, because many calculations were made;
Before doing battle, in the temple one calculates and will not win, because few calculations were made;
Many calculations, victory, few calculations, no victory, then how much less so when no calculations?*

Sun-Tzu: The Principles of Warfare “The Art of War”

Hakan Soner APLAK*

ÖZ

Karar ortamı; belirlilik, belirsizlik ve çeşitli seviyelerde risk durumları içeren ortamlardan oluşabilir. Karar süreci ise, çevresel faktörlerin bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirilmesi, problemlerin tanımlanması, çözüm olması muhtemel alternatiflerin belirlenmesi, sistematik bir değerlendirme yapılması ve aralarından en uygun kararın tespit edilmesi sürecidir. Sürecin etkin ve doğru yönetimi, organizasyonların hedefleri açısından önem teşkil etmektedir. Günümüzde milli güvenliğinin sağlanmasında; silahlı kuvvetlerin etkin kullanımına yönelik hareketin incelenmesi, problemlerin tanımlanması, askerî gücün analiz edilmesi, sistem ve analitik yöntemlerin kullanılarak optimal hareket tarzlarının bulunması giderek önem kazanmaktadır.

Bu çalışma ile askerî muharebe fonksiyon alanındaki problemlerin çözümünde karar sürecinin nasıl işletilebileceği ve hangi analitik yöntemlerin kullanılabileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Öncelikle, genel olarak karar ortamı, kararı etkileyecek faktörler ve karar süreci anlatılmaktadır. Müteakiben, muharebe fonksiyon alanlarına göre muhtemel problem alanlarından bahsedilmektedir. Daha sonra, söz konusu problemlerin çözümünde kullanılabilecek analitik yöntemler ve uygulamaları anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karar, Savunma Alanı Problemleri, Analitik Yöntemler, Optimizasyon

DECISION MAKING METHODS AND APPLICATIONS FOR COMBAT FIELD FUNCTIONS

ABSTRACT

Decision environment may comprise of certainty, ambiguity, and risk situations at various levels. The decision process is the process of assessing a holistic view of the environmental factors, defining the problems, determining the possible alternatives as a solution, making a systematic assessment and determining the most appropriate decision between them. Effective and accurate management of the process is very important in terms of the objectives of the organizations. Today, in maintaining national security; finding the optimal modes of operation by exploring the operation for the effective use of the armed forces, defining the problems, analyzing the military power, and using system and analytical methods, are becoming even more important.

In the study, it is aimed to show how the decision process can be implemented in the field of defense in the field of defense and which analytical methods can be used. Primarily, in general the decision environment, the factors that will influence the decision and the process are explained. Subsequently, probable problem areas for military functional areas are mentioned. Later, analytical methods and applications that can be used in the solution of these problems are explained.

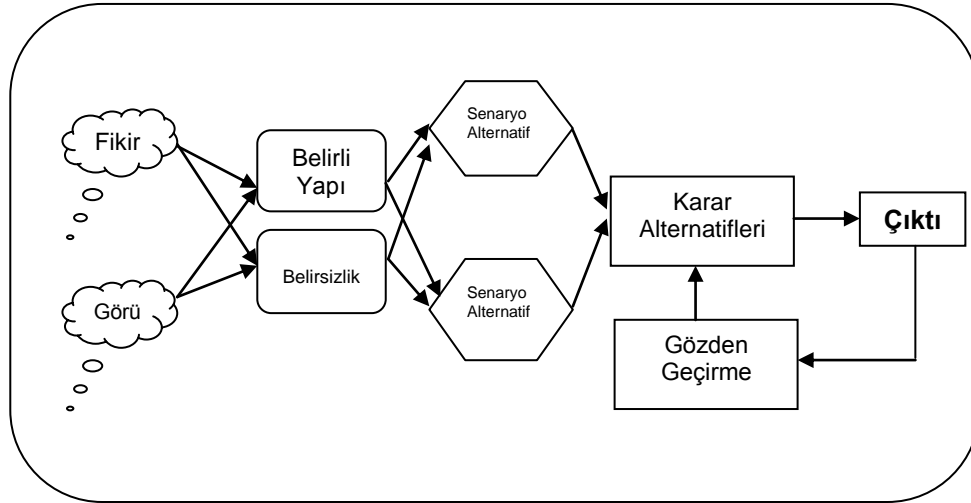
Keywords: Decision, Defense Field Problems, Analytical Methods, Optimization

* Doç.Dr., Milli Savunma Üniversitesi, Kara Harp Okulu Endüstri ve Sistem Mühendisliği Bölümü, haplak@kho.edu.tr

1. GİRİŞ

Karar süreci, bir problem sahasına yönelik tüm çevresel faktörlerin bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirilmesi, mevcut problemlerin tanımlanması, çözüm olması muhtemel alternatiflerin belirlenmesi, bunların gerçekleşme olasılık ve risklerinin dikkate alınarak sistematik bir değerlendirme yapılması ve aralarından en uygun kararın tespit edilmesi süreci olarak tanımlanabilir. Sistem ise; belirli bir amacı gerçekleştirmek için aralarında karşılıklı etkileşim bulunan elemanların birleşmesinden oluşan bir bütündür.

Karar ortamı; belirlilik, belirsizlik ve çeşitli seviyelerde risk durumları içeren ortamlardan oluşmaktadır. Karar verme sürecinde ise bu tür ortamların yanında, zamanlar arasında farklı konumlandırmalar, disiplinler arası etkileşimler, karmaşıklıklar ve somut olmayan faktörlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelişmeler, bazen kararların ani gerçekleşen durumlara karşı alınması, bazen ise uzun süren inceleme sonucunda ayrıntılı analiz gerektiren kararların alınmasını gerektirmektedir. İyi karar, doğru karar, zamanında karar, basit karar, ayrıntılı karar gibi sorular yönetsel çözüm beklenen sorunlardır. Şekil 1'de Senaryo planlaması ve karar verme süreci gösterilmektedir.



Şekil 1. Senaryo Planlaması ve Karar Verme Süreci [Malerud, 2006].

Şüphesiz karar verme, sadece günümüzde değil, geçmişte de insanlar için önemli sorunlar teşkil etmiştir. Karar problemlerine çözüm bulmak için en çok başvurulan yol, tecrübe ve yargılara dayalı sezgiler karar verme metotları olmuştur. Geçmişte yapılan doğrulara ve hatalara dayalı sınımayanılmaya dayanan karar verme, tecrübesi olanların izlenilmesi veya benzer durumlarda diğer karar vericilerin kararlarının taklidi gibi yöntemler, söz konusu sezgisel metotlara verilecek en iyi örneklerdir.

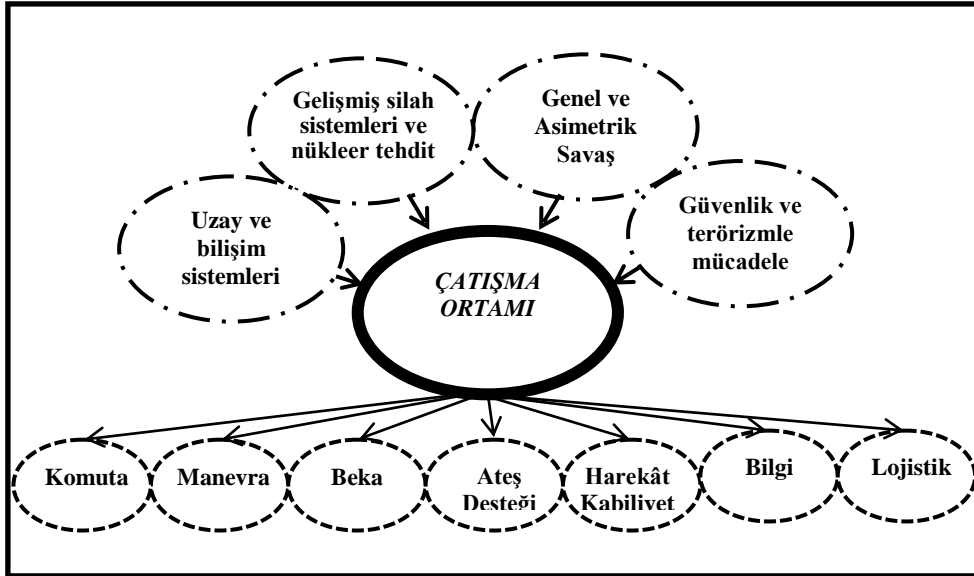
Karar sürecinde en önemli husus, kalitatif ve kantitatif metotlar yardımıyla karar vericinin en doğru kararı almasının sağlanmasıdır. Geleneksel karar verme sürecinde sezgi, tecrübe ve sınırlı bilgi söz konusu iken modern yaklaşımlarda sistematik ve bütünleştirilecek bir karar verme süreci yapısı öne çıkmaktadır. Elde edilen bulgular çerçevesinde kantitatif karar verme teknikleri, karar vericiyi iyi bir karar vermesi için desteklemektedir. Karar verme süreci; *karar vermede amaç ve kriterler nelerdir? Karar alternatifleri nelerdir? Hangi kısıtlamalar altında karar verilecek?* sorularına en iyi cevapları arayan ve sistematik olarak yönetilmesi gereken bir süreçtir (Taha, 2003).

Günümüzde milli güç unsurları, savunma alanı üzerindeki önemlerini gittikçe artırmaktadır. Bu kapsamda, milli savunmanın etkinliğini; askerî güçte de olmak üzere birçok faktörün sinerjisine bağlıdır. Söz konusu çalışmanın amacı, günümüzde milli savunmanın önemli ayaklarından birini oluşturan askerî gücün muharebe fonksiyonlarının çatisal olarak tanımlanması, sınırlandırılması, karar ve optimizasyon yöntemlerinin bu alana uygulanmalarının örneklerle açıklanmasıdır. Savunma alanında taktik ve operatif seviyede muharebe fonksiyonları dikkate alınmıştır, milli gücün savunmaya yönelik diğer unsurları ile müşterek ve birleşik harekât seviyelerindeki uygulamalar ise kapsam dışında bırakılmıştır.

Çalışma ile muharebe fonksiyonları alanındaki problemlerin çözümünde karar sürecinin nasıl yönetilebileceği ve hangi analitik yöntemlerin kullanılabileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. İlk bölümde, genel olarak karar ortamı, kararı etkileyecek faktörler ve süreci anlatılmaktadır. Müteakiben, askerî muharebe fonksiyon alanlarına yönelik problem alanlarının tanımlanabileceğinden bahsedilmektedir. Daha sonra, söz konusu problemlerin çözümünde kullanılabilecek analitik yöntemler ve uygulamaları anlatılmaktadır.

2. SAVUNMAYA YÖNELİK KARAR VERME SÜRECİ

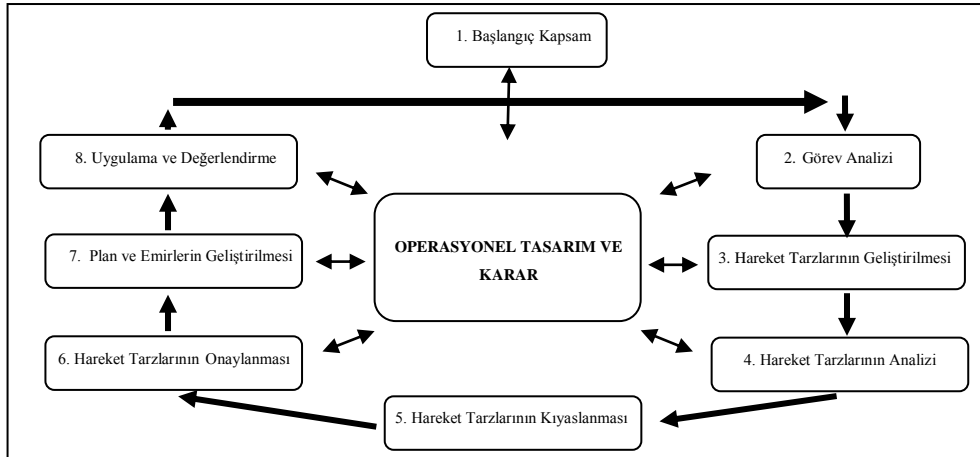
Milli güvenliği sağlayan silahlı kuvvetlerin etkin kullanımı ve bu kapsamda askerî harekâtın ve dolayısıyla askerî gücün analiz edilmesi artık tercih değil bir zorunluluk haline gelmiştir. Gelecek öngörüler ve çalışmalar ülkeler için savunma alanının fonksiyonlarının gün geçtikçe önem kazanacağını ve bu alanlarda gelişme kaydedenlerin lider rollere sahip olacağını göstermektedir. Uluslararası çıkar tartışmaları, tüm endüstriyel alanlarda olduğu gibi milli ve küresel savunma sektörünü de etkilemekte ve uluslararası aktörler arasında önemli bir rekabet alanı oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkeler savunma ve iç güvenlik konseptlerini, kendileri için tehdit oluşturabilecek dış ülke ve bölgelerin siyasi, ekonomik ve kültürel olarak kontrole alınması üzerine kurmaktadır. Savunma sanayinde özellikle silah sistemlerinde elde edilen teknolojik üstünlüğün askerî harekât kabiliyetinin etkinliği üzerinde önemli bir etkisi olduğu kabul edilmektedir. Bilgi teknolojileri üzerine kurulu yeni silah sistemleri geliştirme yarışı dünya güvenliği üzerinde söz sahibi olmak isteyen ülkeler için vazgeçilmez bir hale gelmiştir. Savunma ortaklıkları günümüzün vazgeçilmez stratejik yaklaşımları olarak dışa bağımlı olmayan öz savunma sistemlerinin oluşturulması yönünde kararlılık göstermektedir.



Şekil 2. Geleceğin Çatışma Ortamlarını Şekillendirecek Faktörler Ve Muharebe Sahası Fonksiyonları

Ayrıca, söz konusu ülkeler milli gücün önemli unsurlarından olan askerî gücün caydırıcılık etkisini artırmak ve silahlı kuvvetlerinin istenen seviyede idamesini sağlamak amacıyla ekonomilerinin önemli bir bölümünü savunma sanayi harcamalarına ayırmaktadırlar. Konvansiyonel veya klasik harp konsepti tümüyle terk edilmemekle birlikte askerî harekâtlar çok uluslu savunma paktlarının katıldığı barışı koruma ve destekleme harekâtları şeklinde icra edilmektedir. Günümüzde, savunma alanını etkileyecek faktörler olarak; geleneksel ve asimetrik savaş, güvenlik ve terörizmle mücadele, gelişmiş silah sistemleri, nükleer tehdit, uzay ve bilişim sistemleri öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, bu faktörlerin etkisi altında kalacak muharebe fonksiyon sahaları ise Şekil 2'de gösterildiği gibi; komuta, manevra, bekâ, ateş desteği, harekât kabiliyeti, bilgi yönetimi ve lojistik yönetimi olacaktır.

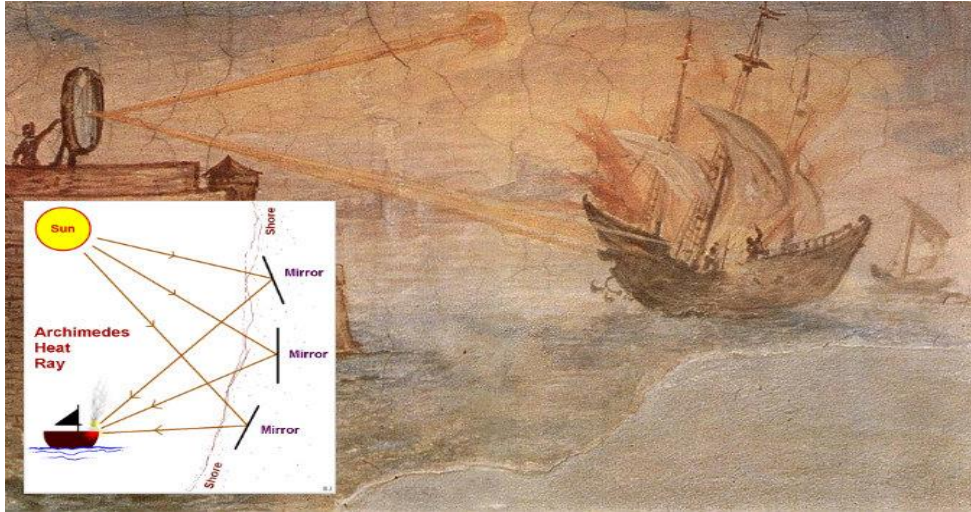
Tarihe bakıldığında bir ihtiyacın ve ona yönelik problemin öncelikle askerî alanda ortaya çıktığı ve çözüm arandığı görülmektedir. Bulunan çözümler, endüstriyel ve diğer gerçek hayat problemlerine çare olmuş ve olmaktadır. Tersine bir sinerjinin, bilimsel dallarda yapılan çalışmalar ve gelişmelerin savunma alanına yansması günümüzde oldukça rastlanan bir durumdur. Askerî karar verme süreci, özellikle tüm çevresel faktörlerin ayrıntılı değerlendirildiği ve çıktılarının birbirinin girdisini oluşturduğu adımların takip edildiği Şekil 3'te gösterilen süreçtir.



Şekil 3. Askerî Karar Süreci Aşamaları (Multinational Planning Augmentation Team, 2009)

Bu süreç, problemin tanımlanmasıyla başlayan ve uygulanmasıyla sona eren fonksiyonlardan oluşan bilimsel yöntemin aşamalarına benzemektedir (Winston, 1994).

Geçmişte de askerî harekâtın başarısını ve etkinliğini arttırmak için bilimsel yöntemlerin kullanılmasına yönelik birçok örnek vardır. Örneğin; Arşimet, enerji silahlarının ilk uygulaması olarak Şekil 4'te tasvir ettiği gibi iç bükey aynaları kullanarak, güneş ışınlarını Romalı General Marcus Claudius Marcellus'un gemilerine odaklamış ve yakılmasını sağlamıştır. Napolyon da seferlerine bilim adamlarını dâhil etmiş, özellikle analitik yöntemlerin muharebe sahalarına yansımaları sağlamıştır. 1916 yılında Frederic Lanchester ise hava muharebelerinin analizi için bir matematiksel model geliştirmiştir. Sonradan bu model askerî harekâtta yıpratma katsayılarını ve muharebeyi hesaplamada kullanılan teorilerin geliştirilmesinin temelini oluşturmuştur (Washburn vd., 2009).



Şekil 4. Arşimet'in, İçbükey Aynalarla Güneş Işınlarını Gemilere Karşı Kullanması (Web, 2018)

I.Dünya Savaşında Thomas Edison, Amerikan Deniz Kuvvetleri için denizaltı muharebelerine yönelik problemler üzerine çalışmıştır. II.Dünya Savaşı ise askerî harekâtın geliştirilmesi için bilimsel yöntemlerin yoğun uygulandığı harekât araştırması (Operations Research) adında disiplinler arası bir araştırmanın doğmasına sebep olmuştur. Karar verme yöntemlerinde ve yöneylem araştırması bilim dalında gelişimler birçok

alandaki karşılıklı sinerji yaratmış ve endüstriyel uygulamalar yapılmasına imkân sağlamıştır.

Uluslararası aktörler, dünya düzenini kendi istekleri yönünde şekillendirebilmek ve potansiyel rakiplerine kendi iradelerini kabul ettirebilmek amacıyla alışılmamış yöntemler de seçebilmektedirler. Bu yöntemlerin uygulaması politik, ekonomik, sosyokültürel alanlarda olabildiği gibi üstün askerî güçlerin avantajlarının konvansiyonel olmayan metotlarla etkisiz hale getirilmesi şeklinde askerî alanda da sıkça görülmektedir. Özellikle bilgiye dayalı olanlar başta olmak üzere, diğer güç araçları kullanılarak "düzensiz", "asimetrik" ya da "sınırsız" olarak adlandırılan savaş türleri de uygulanmaktadır (FM 3-05, 2008).

3. MUHAREBE ALANI FONKSİYON SAHALARI VE ANALİTİK YÖNTEMLER

Askerî karar verme, işletme ve endüstriyel alanlarında olduğu gibi çeşitli seviyelerde değerlendirilebilir.

- Stratejik Kararlar (Kaynak tahsisi, güç birleştirme ve modernizasyonu)
- Operasyonel Kararlar (Güç ve insan kaynak tahsisi, lojistik planlanması)
- Taktik Kararlar (Hedef yönetimi, taktik harekât ve optimal intikal planlaması)

Söz konusu karar seviyelerinde birçok karar alınmakta ve pratik anlamda uygulamalar yapılmaktadır. Karar sürecine yönelik ve çözümlerde analitik yöntemlerin kullanılması; muharebe sahası fonksiyon alanlarında önemli bir asimetrik çarpan etkisi yaratacağı düşünülmektedir. Bu sebeple özellikle akademisyenler tarafından karar verme yöntemleri kullanılarak birçok savunma problemine çözüm yolları yaratılmaya çalışılmaktadır.

2012-2014 yıllarında bir çalışmada; NATO ülkelerinde harekât araştırması, alanda faaliyetler gösteren akademisyenlerinin katılımı ile oluşturulan bir ekip tarafından çeşitli operasyonlar araştırılmış ve operasyonel analitik araçlarının kararlılık değerini göstermek için bir öğretim modül seti tasarlanmıştır. Bu ekip savunma problem alanları olarak: askerî operasyonlara destek, stratejik planlama, birlik dönüştürülmesi

(transformasyon), lojistik ile tedarik, planlama ve diğer gruplamaları ele almışlardır. Analitik ve değerlendirme, olasılık istatistiği veri analizi, optimizasyon, karar analizi ve oyun teorisi, yönelem araştırması, simülasyon ve veri görselleştirme dallarını da bu alanlara yönelik yapılması gereken çalışma alanları olarak belirmişlerdir (NATO STO, 2014).

Çağımızın ihtiyaçları ve teknolojik gelişmeleri, geleceğin çatışma ortamlarının ve muharebe sahası fonksiyonlarının yeniden şekillendirilmesini sağlamaktadır. Komuta, manevra, bekâ, ateş desteği, harekât kabiliyeti, bilgi yönetimi ve lojistik olarak tanımlanabilecek muharebe fonksiyonlarındaki problemler için analitik yöntemlerle çözüm bulunabilmesi önemli bir kuvvet çarpanı etkisi sağlayacaktır. Söz konusu çalışmanın temel amacı; karar sürecinin tanımlanmasını müteakip muhtemel savunma problemlerinin nasıl çözüleceği yönünde bir farkındalık yaratmak ve mevcut sistemi analitik çözüm uygulama örnekleri üzerinden göstermektedir.

3.1. Karar Verme Sürecinde Kullanılabilecek Analitik Metotlar

Literatürde, özellikle endüstriyel alanda karar süreci problem sahalarına yönelik akademik uygulamaların kullanıldığı araştırmalar yaygın olarak görülmektedir. Aslında, savunma ve güvenlik alanına yönelik çalışmalar geçmişe kıyasla günümüzde daha fazla yer almaktadır. Bu bölümde, özellikle karar sürecinde uygulanabilecek çözüm metotları ve temelleri izah edilecek, müteakiben muharebe fonksiyon sahalarının tanıtılmasından sonra hangi metotların hangi alanda kullanılabileceğine dair bazı örnekler verilecektir.

3.1.1. Programlama ve Modelleme

Optimizasyon, belirli kısıtlar altında, bir veya daha fazla değişkene bağlı olan bir fonksiyonun, maksimum ya da minimum noktasını arayan problemlerdir. Modelleme, bir amaç etrafında problemin tanımlanmasına ve mevcut sınırlamalara karşı karar değişkenleri (Neye karar verilecek?) için en iyi sonucun bulunabilmesine yönelik bir sistem tasarımıdır. Fayda maksimizasyonu veya zarar minimizasyonu olacak şekilde eldeki kaynakların etkin kullanılması esastır. Matematiksel fonksiyonlarla tanımlanabilen problemler için, birçok programlama ve modelleme teknikleri ve çözümleri uygulanabilmektedir (Winston,1994).

Doğrusal programlama modelleri; sınırlı miktardaki kaynakların çeşitli faaliyetlere en optimal şekilde paylaşılmasına yönelik problemlerde kullanılır. Dualite teorisi, bu problemlerde, karar verici için karşı tarafa geçme ve farklı bir bakış açısı ve yorum fırsatı sağlamaktadır. Duyarlılık analizi ise, geri besleme ve düzeltme mekanizması olup, parametrelerde muhtemel değişikliğin çözüm üzerinde etkisinin görülmesini mümkün kılmaktadır (Hillier ve Liberman, 2001).

Tamsayılı programlamalar problemi, karar değişkenlerinin tamamının ya da bir kısmının tamsayılı değerler almaya zorlandığı doğrusal bir programlama problemi türüdür. İki karar alternatifi olan, tamsayı değeri alınması gereken insan ve araç planlanması gibi karar değişkeni olan özel tür problemlerde kullanılmaktadır. Hedef programlamada amaç ise, birden fazla amaç fonksiyonu veya birbiriyle çelişen hedefleri olan problemler için Karar Verici (KV)'ye yol gösterecek uzlaşık bir çözüm bulmaktır. Bu, KV'nin tercihleri ve sınırlanmaları ile şekillenecek, bütün hedefleri tek bir hedefe dönüştürerek optimal olmayabilecek, istenmeyen yöndeki sapmaları minimize eden bir etkin çözüm yaratmaktadır (Taha, 2003).

Dinamik programlama, problemleri safhalara ayırarak çözen ve pek çok alanda kullanılabilen genel bir yaklaşımdır. Doğrusal programlama, tamsayılı programlama ve hedef programlama gibi matematiksel programlama metotları temel olarak statik karar problemleri için tek safhada optimal çözümü bulur. Dinamik programlama ise, durağan olmayan ve parametrelerinin safhadan safhaya değiştiği çok safhalı veya çok dönemli problemlerin çözümünde kullanılabilen ve optimal kombinasyonunun oluşturulmasını sağlayan bir yaklaşımdır. En kısa yol problemleri, sırt çantası problemleri, kaynak tahsis problemleri ve stok modelleri için çözümler sağlayan metottur (Taha, 2003).

Ulaştırma problemleri; maliyeti minimize etmek amacı ile belirli kapasitedeki üretim ve depo merkezlerinden belirli talebi olan malların veya hizmetlerin ihtiyaç merkezlerine ulaştırılmasına yönelik programlama ve modelleme problemleridir. Ulaştırma problemlerinin özel uygulaması olan ve Eşitlik [1]'de matematiksel formülasyonu gösterilen atama problemleri ise işe, makine veya insanı; insanı ise işe atamanın yapıldığı bir problem türüdür (Bazaraa, 2006).

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad [1]$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

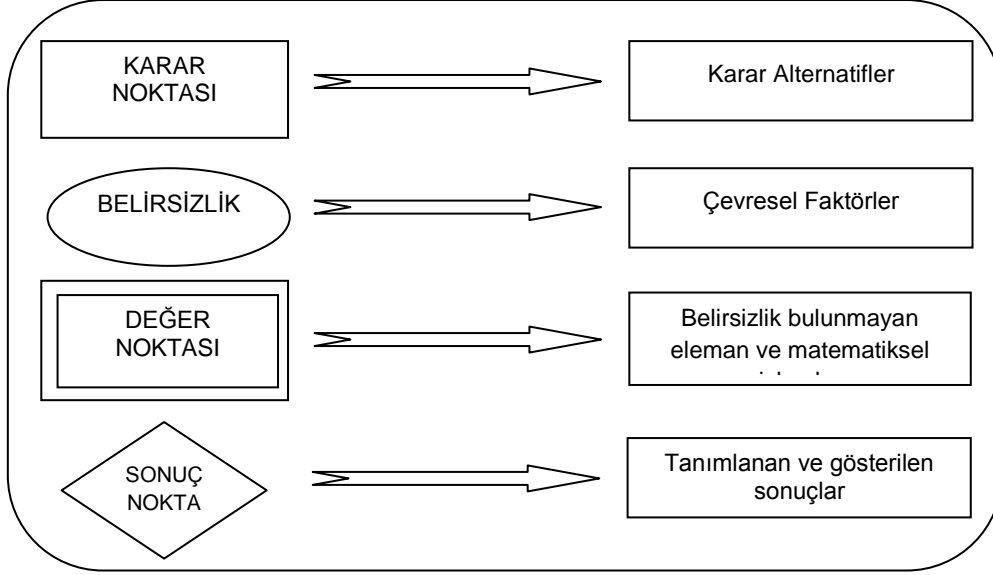
$$x_{ij} \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, n) (j=1, 2, \dots, n)$$

Bazı durumlarda, modelleme problemlerine matematiksel fonksiyonların doğrusal olmayan şekilde tanımlanması söz konusudur. Modellemenin amacının, gerçeği mümkün olduğunca tam ve doğru yansıtması olduğu düşünüldüğünde, çevresel faktörlerin çoğunlukla doğrusal trendler çizmesi beklenmeyecektir. Doğrusal olmayan programlama problemine ait parametreler; gerçeğe daha yakın fakat tanımlanması daha karmaşıktır. Çözüm yöntemleri de karmaşık ve zordur.

3.1.2. Karar Analizi

Karara etki eden tüm alternatiflerin tasarlanması ve resmedilmesi oldukça önemlidir. Fakat sürecin, analitik değerleriyle objektif olarak yorumlanması ve formülasyonu nihai kararın seçilmesi için büyük değer taşır. Karar alternatiflerinin başarı değerinin ölçülebilmesi için kriterlerin ve ağırlıklarının neler olabileceği, bunların tespitinde hangi yöntemlerin kullanılmasının uygun olacağı, karar değerleri ile olasılığın kümülatif olarak bir araya getirilerek nasıl hesaplanabileceği, verilecek karara güvenilirlik ve geçerlilik açısından olumlu etki yapacaktır.

Karar analizi, karar probleminin tanımlanarak bütünleşik resim şeklinde gösterilmesidir. Karar resminde amaç, karar problemine etki eden faktörleri ve aralarındaki ilişkiyi bütün olarak göstermek ve analiz için bir temel oluşturmaktır. Problemleri modelleyebilmek için öncelikle; etki diyagramı, karar matrisi, karar ağacı kullanılarak problemin yapısı, problemin elemanları ve bu elemanlar arasındaki ilişkiler Şekil 5'te gösterildiği gibi ortaya konulur.



Şekil 5. Etki Diyagramı

Karar ağacı, problemlere yönelik gerçekleşme olasılığı olan tüm senaryoların gösterildiği bütünsel bir bakıştır. Etki diyagramıyla belirlenen tasarımın, karar ve belirsizlik noktaları ile kronolojik resmedildiği bir araçtır. Karar ağacı çizilen bir problemde, analitik çözümlerin uygulamalar için hazırlığı tamamlanmış olsa da diğer yandan hesap yapılmadan önce problemin bütün boyutlarının görülmesi sağlanmış olacaktır (Clemen vd., 2014).

Karar alternatiflerinin değerlendirilmesinde ise, kriterlerin belirlenmesi, ağırlıklarının (derecelerinin) tespiti, alternatifin kıyaslanması ve fayda fonksiyonlarının hesaplanması çok önemlidir. İstatiksel analiz ise geçmişte olayların gerçekleşme sıklığı ve sonuçları gibi bulgularıyla karar vermeye yardım etmektedir. Tek kriterli karar problemlerinin analizinde, maksimaks, maksimin, minimaks pişmanlık kriterleri dengelenmiş iyimserlik kötümserlik, eş olasılıklı karar verme yöntemleri kullanılırken çok kriterli problemlerin analizinde ise basit ağırlıklandırma yöntemi, analitik hiyerarşi yöntemi (AHP), analitik ağ süreci (ANP) yöntemi, ideal noktalarla çok boyutlu ağırlıklandırma (TOPSIS), VIKOR ve ELECTRE yöntemleri kullanılmaktadır (Aktaş vd., 2015).

Risk ve ölçüsü; karar alternatiflerinin beklenen değerlerinin kullanılarak tercih edilecek sıranın belirlenmesine yardımcı olmaktadır. En yaygın risk ölçütü aşağıda denklemlerle verilen standart sapmadır:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n P_i * x_i \quad (\text{Beklenen Değer}) \quad [2]$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n P_j (x_{ij} - \bar{x})^2} \quad (\text{Standart Sapma}) \quad [3]$$

Karar süreçlerinde, rekabet içeren durumlarda çok kişili karar teorisi olarak adlandırılan oyun teorisi de sıkça kullanılmaktadır. Matematiksel tabanlı olan teori, rekabet içeren durumlarda taraflarının kendi amaçları doğrultusunda en iyi stratejilerini seçmesine imkân sağlamaktadır.

3.1.3. Ağ analizi

Faaliyetlerin veya işlerin; en iyi şekilde sıralanması ve projelerin programlanması ile ilgili işletme problemleri diyagramla gösterilebilir. Amaca ulaşabilmek için gereken faaliyetler ve olaylardan meydana gelen faaliyet ve olayların birbirleri ile bağlantı ve ilişkilerini gösteren şemaya şebeke/ağ/network denir. Söz konusu ağ içerisinde ilişkilerin tanımlanması, incelenmesi ve analizi de ağ analizi olarak adlandırılmaktadır.

Projeler, bir ekip tarafından yürütülen birbirini takip eden faaliyetler bütünüdür. Proje yönetimi, görevin zamanında, bütçe sınırları içerisinde ve beklenen özelliklere uygun olarak yapılmasını sağlamaktır. Ayrıca, projenin tamamlanabilmesi için kullanılacak olan kaynakların planlanması, çizelgelenmesi (zaman tahsisi), yönetilmesi ve kontrol edilmesidir. CPM (Kritik Yol Metodu), PERT (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) proje yönetimi teknikleridir (Winston, 1994; Taha, 2003).

3.1.4. Simülasyon

Analitik olarak modellenmeyen gerçek sistemlerin benzetimidir. Benzetim modelleri, ortam ve problemlerin gerçeğe yakın şekilde yansıtılması ve yaşatılmasıdır. Böylece, öngörülerle geleceği tahmin etmek, muhtemel sonuçları görmek ve duyarlılık analizi yapmak mümkün olmaktadır. Simülasyonda matematiksel optimizasyon tam olarak sağlanmasa da maliyet, güvenlik, zaman ve gerçek canlandırılması faktörler KV'ye çok yararlıdır (Taha, 2003).

3.1.5. Sezgisel Yöntemler

Stokastik süreç, rastgele sonuçlar doğuran bir olaylar serisi olarak tanımlanmaktadır. Markov analizi, bir optimizasyon tekniği olmamasına rağmen, karar durumlarında karar verilmesine yönelik olasılıklı bilgiler sağlar. Zaman içerisinde bir durumdan diğer bir duruma olasılıklı olarak geçen sistemlere uygulanır (Taha, 2003).

Sezgisel algoritmalar, büyük boyutlu optimizasyon problemleri için kabul edilebilir sürede optimuma yakın çözümler verebilen algoritmalar olmasına rağmen kesin çözüm garanti edilememektedir. Sezgisel algoritmalar, karar verici açısından çok daha basit olması, optimizasyon problemlerinin kesin çözüm bulma işleminin tanımlanamadığı bir yapıya sahip olması ve öğrenme amaçlı kesin çözüm bulma işleminin bir parçası olarak kullanılabilirliğinden ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. (Karaboğa, 2011).

Sezgisel algoritmalar; doğal yaşam, olaylar veya insanların günlük yaşam uğraşı içerisinde olduğu alanlarda, benzetimlerin optimizasyonların çözümlerine yansıtılmasıdır. Tavlama benzetimi, bir metalin soğuyarak ve donarak minimum enerjili kristal yapısına dönüşmesi ile daha genel bir sistemde minimumun araştırılması arasındaki benzerlikten yararlanır. Tabu aramada, son çözüme götüren adımın, dairesel hareketler yaratmasını engellemek için bir sonraki döngüde tekrarın yasaklanması veya cezalandırılması söz konusudur. Genetik algoritmalar, evrimsel sistemin doğal işleyişini canlandırabilecek şekilde biçimlendirilmiştir. Karınca kolonisi algoritması, karıncaların yemek kaynağına gidip geldiklerinde yola feromon denilen bir madde bırakmalarından esinlenerek oluşturulmuştur. Yapay sinir ağları, beyin gibi biyolojik bir sinir sisteminden etkilenilerek ortaya atılmış olan bir bilgi işleme modelidir. Parçacık sürü optimizasyonu ise kuş sürülerinin davranışlarından hareketle geliştirilmiş popülasyon tabanlı optimizasyon tekniğidir (Ercan vd., 2013).

3.2. Muharebe Fonksiyonu Sahaları ve Bu Sahaları İçin Kullanılabilecek Analitik Metotlar

Geleceğin çatışma ortamına yönelik olarak "komuta, manevra, bekâ, ateş desteği, harekât kabiliyeti, bilgi ve lojistik yönetimi" muharebe fonksiyon sahaları belirlenmiştir (Şekil 2). Söz konusu sahalarda, karar süreci ve analitik yöntemler, birçok uygulama ve problem alanı için çözüm sağlamaktadır.

3.2.1. Komuta

Komuta, diğer birçok alanda olduğu gibi, bir amacın gerçekleştirilmesi için harekât ve bir hizmet faaliyetinin sistematik ve kontrollü yürütülmesi fonksiyonu şeklinde özetlenmektedir. Buradaki önemli nokta, planlamanın en az yürütme ve kontrol kadar önemli bir fonksiyonunun olduğunun unutulmaması gerektiğidir. Karar verici, karar alınmadan önce tüm çevresel değerlendirme ve tüm faktörlerin etkisinin karar sürecine yansıtılmasını sağlamalıdır.

Komuta muharebe fonksiyonuna ait problem sahaları genellikle tehdit analizi, her seviye (taktik, operatif, stratejik) harekât planlanması, insan ve silah, teçhizat planlanması, yer, kuvvet ve güç konuşlandırılması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu karar noktalarının optimizasyonunda kullanılacak uygulamalar ve analitik süreçler ise karar analizi metotları ve yöneylem araştırması metotları olmaktadır.

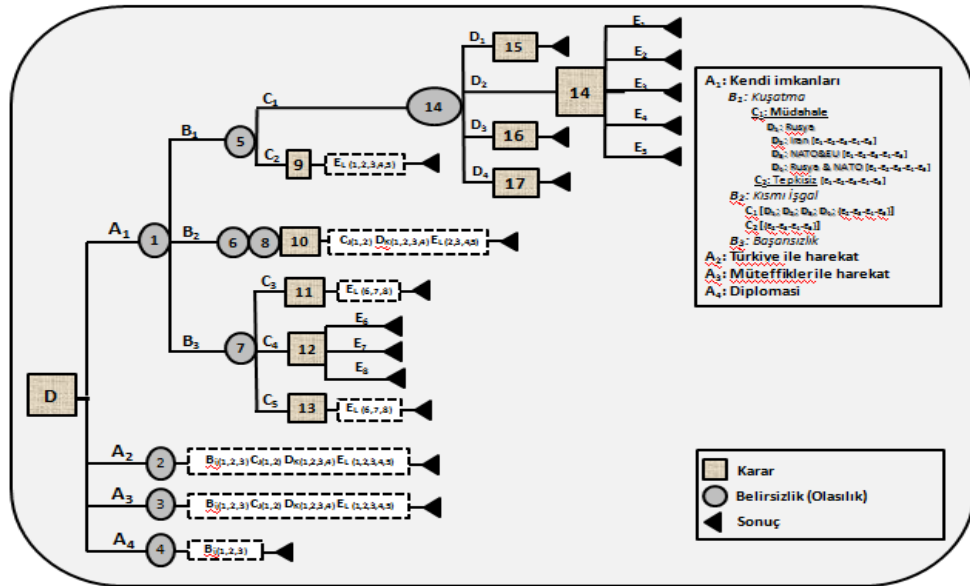
Askerî karar sürecinde özellikle acil durumlar için harekât tarzlarının (HT) karşılaştırılmasında kullanılan metotlar, Pozitif/Nötr/Negatif karşılaştırma, Ağırlıksız kriter ile karşılaştırma, Ağırlıklı kriter ile karşılaştırma ve tanımsal (betimleyici) dir [MNF SOP, 2009]. Örneğin, Tablo 1'de gösterildiği gibi, ağırlıklı kriter ve ölçek metodunda HT'leri için kriter ağırlıkları ve kriterlere uygunluk dereceleri belirlenmekte, bu değerler çarpılarak toplamları alınmakta ve yüksek toplam ağırlığı bulunan HT optimal strateji olarak seçilmektedir.

Tablo 1. Ağırlıklı Kriter Karşılaştırma Metodu İle Harekât Tarzlarının (HT) Kıyaslanması

Karşılaştırma Kriterleri	Ağ	HT#1		HT#2		HT#3	
Kriter-1	4	3	12	2	8	1	4
Kriter-2	2	3	6	3	6	2	4
Kriter-3	2	2	4	3	6	2	4
Kriter-4	1	2	2	3	3	3	3
Kriter-5	1	2	2	2	2	2	2
TOPLAM		12	26	13	25	10	17

Bu metotlar, özellikle muharebe ve harekât esnasında bir acil müdahale durumunda hızlı reaksiyon verilmesini sağlamaktadır. Arazi, düşman ve kendi harekât tarzlarının değerlendirilmesi, hangi silah sistemlerinin uygulanması gerektiği vb. önemlidir. Bu basit metoda ilaveten daha ayrıntılı ve hassas analizlerin kullanıldığı tek ve çok kriterli teknikler, basit ağırlıklandırma yöntemi, analitik hiyerarşi yöntemi (AHP), analitik ağ süreci (ANP) yöntemi, TOPSIS, VIKOR ve ELECTRE gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Karar analizi ve oyun teorisi, karar planlanma açısından çok önemli olabilir. Azerbaycan'ın Karabağ ve işgal altındaki topraklar için Azerbaycan'ın karar sürecinin tasarlandığı karar ağacı çalışması Şekil 6'da gösterilmektedir:



Şekil 6. Azerbaycan'ın Karabağ Sorununa Yönelik Karar Ağacı (Sarı vd., 2017)

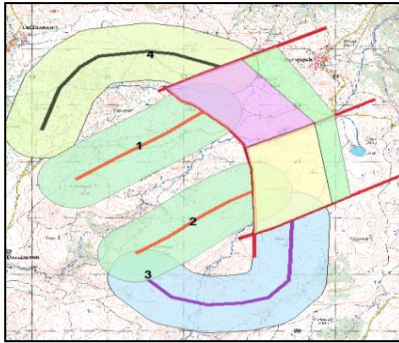
Şekil 6'da örnek olarak verilen karar ağacında amaç, bütünsel olarak sürecin bütün resminin görülmesi ve şartlara uygun karar alternatifinin analitik yöntemleriyle tespitidir. Karar alternatiflerinin beklenen fayda fonksiyonunun hesaplanması, optimal harekât tarzlarının bulunması ve duyarlılık analizi işlemi, KV için önemli bir asimetrik etki sağlayacaktır.

Şekilde KV için izlenmesi gereken bir karar yolu; $T(1) \{ A_1, B_1, C_2, D_3, E_3 \}$; (Kendi imkânlar ile savaş, Kuşatma yapmak, Karşıt Müdahale, NATO ve EU, tarafsız bölge durumu) verilmektedir.

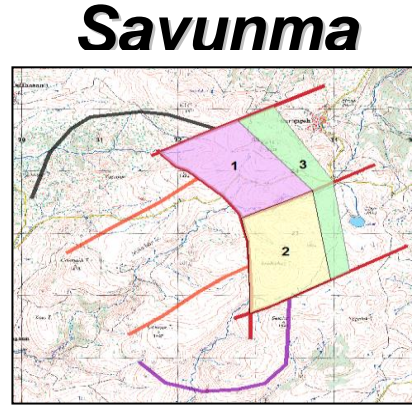
3.2.2. Manevra

Manevra, durum üstünlüğü elde etmek amacıyla yer değiştirme şeklinde özetlenmektedir. Muharebe veya harekâta hasmından önce hareket etmek ve bu üstünlüğü kazanmak başarı için önem taşır. Manevra fonksiyonuna yönelik optimizasyon arayan başlıca konular, kuvvetlerin konuşlandırılmasından başlayarak, harekât için teşkilatlanma, intikal ve harekât icrasına kadar uzanan konulardır. Modelleme ile muharebe için teşkilatlanma, tertiplenme, Markov analizi ile durumdan duruma geçiş olasılıkları, ağ analizi, dinamik programlama ve sezgisel algoritmalarla ise en kısa intikal ve manevra (yaya, mekanize, insansız hava taşıtları rota) imkânları konuları için en uygun çözümler sağlanmaktadır.

Karar ve oyun teorisi ile manevra harekât tarzları (HT)'lerinin kıyaslaması mümkün olabilir. Tarafların taarruz ve savunma manevra HT'lerinin bulanık mantık ve diğer hesap yöntemleri ile karşılaştırıldığı çalışma Şekil 7'de gösterilmektedir. Arazinin manevraya en fazla tesir ettiği değerlendirilen üç tematik unsuru, eğitim, görünürlük ve kullanım elverişliliği coğrafi bilgi sistemleri ve çok kişili karar süreci kapsamında analiz edilmektedir (Erbaş, 2016).



Taarruz



Savunma

Şekil 7. Tarafların Manevra HT'lerin Kıyaslanması (Erbaş, 2016)

3.2.3. Bekâ

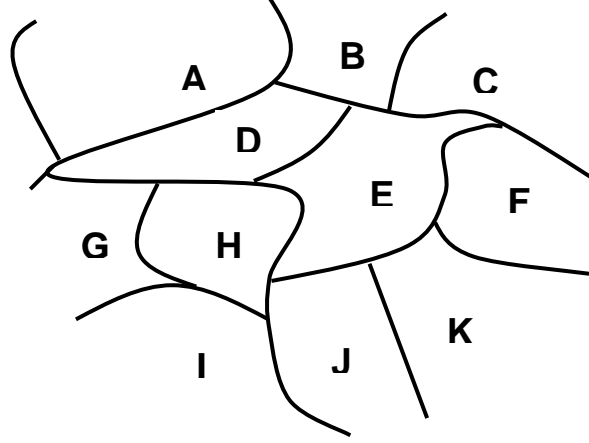
Bekâ, hayatta kalma ve bunun için gösterilen çabalarının tümüdür. Muharebe ve harekâta başarının temel şartı hayatta kalma yeteneğinin sistematik yönetimidir. Bu kapsamda, faaliyetler kaynaklarının optimizasyonun kullanılması önemlidir. Kuvvetlerin hayatta kalmasına yönelik problem sahaları genellikle; koruyucu teçhizat ihtiyacı ve kaynakların tahsisi, işe problemleri, yerleşim yerleri ve konuşlanma, karşı tarafın silah sistemlerinin etkisiz hale getirilmesi konularıdır.

Koruyucu teçhizatın geçmişte kullanıma miktarı, istatistik analizleri ile yiyecek, giyecek, silah ve araçlarının tahsisi zamana bağlı olarak dinamik programlama modelleri ile, yerleşim problemleri doğrusal veya doğrusal olmayan modellerle incelenebilecektir. Ayrıca, silah sistemlerinin tesirsiz hale getirilmesi ise sistemin zayıf taraflarının istatistiksel analizle ve simülasyon teknikleri ile tespit edilmesiyle mümkün olabilir.

3.2.4. Ateş Desteği

Ateş desteği, bir muharebenin hesaplanmaya en fazla gerek duyulan fonksiyon sahalarından biridir. Ateş desteği etkinliği, desteğin gerektiği zaman ve yerde, istenilen vasıfta karşılaşmasına bağlıdır. Frederick Lanchester, hava muharebesinin matematiksel analizini geliştirip, muharebe teorilerini geliştirmede ve askerî angajmanlarda güçlerin yıpranmasını hesaplamak için temel model olarak kullanmıştır. Genel kavram, yıpranma oranını, birim zaman başına tek bir kuvvet biriminin veya silahın etkili karşı atış hızının ürününe ve muharebe durumunda olan muhalif birimler veya silahların toplam sayısına eşit basit bir matematiksel ifadeye dayanmaktadır (Strickland, 2004).

Bir silahın etkili menziline artırmak (ilk hız, atış açısı, mühimmat tespit gibi), sorumluluk sahalarının tümünü kapsayacak ve hizmet edecek silah mevzileri ve mühimmat noktalarının yerlerinin belirlenmesi, karşı tarafın ateş ve ateş desteğinin değerlendirilmesi önemlidir. Örneğin; silah mevzileri ve mühimmat noktalarının yerlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek, komşu merkezi bir küme kaplama problemi uygulamasına ait kroki Şekil 8'de gösterilmiştir:



Şekil 8. Silah Mevzileri ve Mühimmat Noktalarının Yerlerinin Belirlenmesi

Ateş desteği etkinliği modellemeler oluşturularak artırılabilir. Karışım problemleri ile en etkin mühimmat dağılımının bulunması, küme kaplama problemleri (Şekil 8) ile sorumluluk sahalarının tespiti, dinamik programlama ile ateş programının oluşturulması, istatistiksel analizler ile zayıf etki durumu ve mühimmat ihtiyaçlarının belirlenmesi, ateş desteğinin etkinliğini artıracaktır.

3.2.5. Hareket Kabiliyeti

Hareket kabiliyetini artırma ve karşı hareket kabiliyetinin engellenmesi muharebede asimetrik üstünlük sağlamaktadır. Hareket kabiliyeti etkin yönetilirse karşı taraf üzerinde durum ve psikolojik dâhil birçok üstünlük kazandırmaktadır.

Arazi ve hava durumunun değerlendirilmesi, araç ve teçhizatların teknik özelliklerinin bilinmesine rağmen taktik kullanımı, kolaylaştırıcı ve engelleyici malzemenin tespiti, kaynak tahsisi gibi konular problem sahalarıdır.

Çok kriterli karar analiz metotlarıyla arazi ve hava durumun harekâta ne ölçüde etki yapabileceği, doğrusal, hedef ve dinamik programlama teknikleri ile kaynak tahsislerinin modellenmesi, simülasyon teknikleri ile engel sistemlerinin yerleşimi ve kullanımı sonuçlarının görülmesi mümkün olacaktır.

3.2.6. Bilgi Yönetimi

Bilgi yönetimi, muharebe ve harekâtın öncesi, esnası ve sonrasında, başka bir deyişle her safhasında ihtiyaç duyulan olgunun yönetimidir. Hem kendimize yönelik bilmemiz ve yönetmemiz gereken bilgi ihtiyacı hem de karşıt kuvvete ait her iz, olay ve istihbari bilgi ancak sistem analiz edilirse anlamlı hale gelmektedir.

Bilgi ihtiyacının paylaşımına ait teknik ve yönetsel sorunlar, bilgi kazanımından başlayarak sonuçların değerlendirilmesi süreçlerinde; kaynakların tahsisi, hangi bilgi kaynağına ne kadar ihtiyacın olduğu, bilgi analiz süreçleri gibi sorunlar ve bu alandaki analitik çözümlere ihtiyaç duyulan problemlerdir.

Bilgi yönetimi sorunlarına yönelik başta gelen yöntemlerinden biri, proje yönetimi tekniğidir. Proje yönetimi teknikleri (CPM ve PERT) ile maliyet, zaman ve bilgi niteliği kapsamında bilgi yönetimi sistematik hale gelecektir. Yine, istatistiksel analiz ve tahmin teknikleri, bilginin değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında önemli bulgular sağlamaktadır. Bilgi toplama kaynaklarının sorumluluk sahalarının belirlenmesi için tamsayı (küme kaplama problemleri) ve hedef programlama tekniği mümkün olabilecektir. Ayrıca, bilgi teknik ve donanım tasarımı ve sorunları için ağ (network) analizi alternatif çözüm yolları gösterebilecektir.

3.2.7. Lojistik Yönetimi

Lojistik yönetimi, muharebe ve harekâtın yürütülmesinde gerekli olan ihtiyacı karşılamak üzere, mal, hizmet ve bilgilerin ileri ve ters yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan süreçtir. Günümüzde lojistik, tedarik zinciri yönetiminin bütünleşmiş bir parçası olarak kabul edilmeye başlanmış ve bu nedenle sahasının sınırlarını genişletmiştir (Ghiani vd., 2004). Böylece, savunma sektöründe problem olabilecek konular ve buna karşıt çözümlerin kullanılmasına ve geliştirilmesine başlanmıştır. Askerî tedarik ve lojistik yönetimi alanlarına uygulanabilecek optimizasyon yöntemleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Askerî Tedarik Ve Lojistik Yönetimi Alanlarına Uygulanabilecek Optimizasyon Yöntemleri

OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİ	Doğrusal Prog. ve Modelleme	Tam sayılı Prog. ve Modelleme	Hedef Prog. ve Modelleme	Dinamik Prog. ve Modelleme	Şebeke Modelleri	Ulaştırma ve Atama Modelleri	Karar Analizi	Markov Analizi	Oyun Teorisi	Proje Yönetimi	Simülasyon
Araç atama ve rota güzergâhlarının belirlenmesi	+	+			+	+				+	+
İkmal maddesi ihtiyaçlarının tahmini, tedariki ve önceliklerinin belirlenmesi	+	+	+	+			+	+			
Silah, araç ve teçhizat arızalarının analizi ve bakım sisteminin oluşturulması				+			+	+		+	+
Araç yükleme ve yük birleştirme	+	+		+		+					
Tehlikeli madde taşımacılığında rota güzergâhlarının tespit edilmesi			+		+	+	+				
Depo, ikmal noktası, akaryakıt ve mühimmat noktalarının tespiti		+			+		+				
İkmal maddelerin temininde tedarikçi seçimi	+		+				+				
Stok seviye malzemelerinin tespiti				+			+	+			
Depo tasarımı ve yönetimi	+	+		+							
Afet merkezlerinin yer seçimi için modellenmesi	+	+					+				
İkmal ve bakım ağının optimizasyonu	+	+	+	+	+	+		+		+	+
Tedavi ve tahliye sisteminin modellenmesi	+	+	+	+		+				+	+
Tedarik sürecinde hareket tarzlarının analizi			+				+	+	+		+
Asimetrik lojistik harekâta karar alternatiflerinin değerlendirilmesi			+						+	+	+
Lojistik yönetim sisteminde alınacak kararların analizi (dış kaynak kullanımı gibi)			+					+	+	+	

4. SONUÇ

Karar ortamı, belirlilik, belirsizlik ve çeşitli seviyelerde risk durumları içermektedir. Karar süreci ise, çevresel faktörlerin bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi ve sistematik bir değerlendirme yapılması sürecidir. Askerî karar verme süreci ise, özellikle muharebe veya harekâta yönelik faktörlerin ayrıntılı değerlendirildiği ve çıktı-girdi dengesi takip eden bir süreçtir.

Günümüzde millî güç unsurları, savunma alanı üzerine önemlerini gittikçe arttırmaktadır. Bu kapsamda, millî savunmanın etkinliği; askerî güçte de olmak üzere birçok faktörün sinerji etkisine bağlıdır. Savunma problem sahalarına yönelik çözümler, teknolojik imkânlar, kaynak imkânları ve bilgi yönetimi gibi konuların yanında bilimsel çözüm metotlarının kullanılma yeteneğine bağlıdır.

Söz konusu çalışmanın amacı, günümüzde milli savunmanın önemli ayaklarından birini oluşturan askerî gücün muharebe fonksiyonlarının tanımlanması ve bunlara yönelik problemlerin çözümlerinin karar ve optimizasyon yöntemleriyle açıklanmasıdır. Karar sürecinin nasıl işletilebileceği ve hangi analitik yöntemlerin muharebe sahası fonksiyonlarında kullanılabileceğini göstermek hedeflenmektedir.

Geçmişte bir ihtiyacın ve ona yönelik problemin öncelikle askerî alanda ortaya çıktığı ve çözüm arandığı görülmektedir. Bu kapsamda bulunan çözümler, endüstriyel ve diğer gerçek hayat problemlerine çare olmuş ve olmaktadır. Günümüzde, silahlı kuvvetlerin etkin kullanımına yönelik harekâtın incelenmesi, problemlerin tanımlanması, askerî gücün analiz edilmesi, sistem ve analitik yöntemlerin kullanılarak optimal harekât tarzlarının bulunması asimetrik durum üstünlüğü kazandırmaktadır.

Çağımızda, savunma alanını etkileyecek faktörler olarak, geleneksel ve asimetrik savaş, güvenlik ve terörizmle mücadele, gelişmiş silah sistemleri ve nükleer tehdit, uzay ve bilişim sistemlerinin öne çıktığı ve aynı şekilde muharebe fonksiyonlar sahaları olarak, komuta, manevra, bekâ, ateş desteği, harekât kabiliyeti, bilgi yönetimi ve lojistik yönetimi gözlenmektedir.

Optimizasyon yöntemleri, şartların gerektirdiği tüm faktörlerin değerlendirilmesini ve problemlere en uygun çözümlerin bulunmasını sağlamaktadır. Duyarlılık analizinde çözümler üzerinde analiz yapmak ve

geri besleme mekanizması oluşturmak da mümkün olmaktadır. Karar analizi metotları, istatistiksel analiz metotları, yöneylem araştırması teknikleri, simülasyon ve sezgisel metotlar, savunma alanına ortaya çıkacak problemler için nitelikli çözüm metotları önermektedir.

Çalışmada, savunma alanına taktik ve operatif seviyede muharebe fonksiyonları dikkat alınmıştır, millî gücün savunmaya yönelik diğer unsurlarıyla müşterek ve birleşik harekât seviyelerinde uygulamalar ise kapsam dışında bırakılmıştır. Örnek gösterilen ve önerilen uygulamaların daha üst seviyelerde karşılığını bulabileceği ve gelecekteki çalışmalar için yol gösterebileceği öngörülmektedir.

Savunma muharebe fonksiyonu alanlarının, ihtiyaç analizinden başlayarak sistematik olarak incelenmesi ve problem sahalarına analitik yöntemler kullanılarak çözümler bulunması çok önemli bir kuvvet çarpanı etkisi sağlayacaktır. Müteakip çalışmalarda, çözümlerin özellikle sezgisel optimizasyon teknikleriyle geliştirilebileceği ve endüstriyel uygulamaların savunma alanına oryantasyonun yapılabilmesi değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aktaş R., Doğanay M.M., Gökmen Y., Gazibey Y., Türen U. (2015), Sayısal Karar Verme Yöntemleri, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Bazaraa, M.S., Sherali, H.D., Shetty C.M. (2006), Nonlinear Programming Theory and Algorithms. Third Edition, John Wiley&Sons, Inc, Canada.
- Clemen, R. T. & Reilly, T. (2014). Making hard decisions with decision tools. 3rd Edition, US: South-Western, Cengage Learning.
- Erbaş M. ve Aplaç H.S. (2016), Karar Sürecinde Karşıt Kuvvetlerin Stratejilerinin Arazi Faktörü Kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analizi ve Değerlendirilmesi, Yöneylem Araştırması Endüstri Mühendisliği 36. Ulusal Kongresi, İzmir.
- Ercan, C. ve Gencer C., (2013), İnsansız Hava Sistemleri Rota Planlaması Dinamik Çözüm Metotları ve Literatür Araştırması, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2):51-72.
- FM 3-05.130, (2008), Army Special Operations Forces Unconventional Warfare, 1-1.
- Ghiani G., Laporte G. ve Musmanno, R., (2004), Introduction to Logistics Systems Planning and Control, JohnWiley & Sons Ltd, West Sussex , England.
- Hillier, F., S., ve Liberman, G., J., "Introduction to Operation Research", **McGraw Hill**, 7th Ed., New York, 485-487, 726, (2001).
- Karaboğa, D., (2011), Yapay Zekâ Optimizasyon Algoritmaları, Nobel Yayın Dağıtım, aktaran Arslan ve Özyörük, (2014).
- Malerud, S., (2006). "A Multi-Methodological Framework for Analyzing Crisis Management and Low Intensity Conflicts", Forsvarets Forskningsinstitut, Advanced Research Workshop, Velingrad, Bulgaria.
- Multinational Planning Augmentation Team, (2009), Multinational Force Standing Operating Procedures Planning Handbook, V. 2.4, Military Decision Making Process Multinational, U.S. Pacific Com.,3, 33-37.
- NATO Science And Technology Organization, (2014), Operations Research/Operations Analysis Orientation Course Curriculum for NATO Nations, STO Technical Report, TR-SAS-098.

- Sari, G. ve Aplađ, S. H. (2017). Modeling Azerbaijan's action process concerning Nagorno-Karabakh and the occupied territories. *Global Journal of Sociology: Current Issues*. 7(2), 127-133.
- Strickland, J.S. (2004), *Fundamentals of Combat Modeling with Microsoft Excel, Operations Research and Systems Analysis, Military Applications Course*, United States Army Logistics Management College.
- Taha, A. Hamdy. (2003), *Operations Research: An Introduction*, 8th Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Washburn A. ve Kress, M. (2009), *Combat Modeling*, International Series in Operations Research & Management Science 134, DOI 10.1007/978-1-4419-0790, Springer.
- Web, Internet, (Eriřim 2018), Sirakuza'nın Savunması, [http://yavuztellioglu.blogspot.com.tr /2015/12/arsimet-in-laser-topu-sirakuzann.html](http://yavuztellioglu.blogspot.com.tr/2015/12/arsimet-in-laser-topu-sirakuzann.html)
- Winston, W. (1994), *Operations Research: Applications and Algorithms*, 4. Baskı, Thomson, Brooks/Cole.