

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ASKERİ HAREKÂTIN PLANLANMASINDA ÇOKLU
ETMEN TABANLI MODELLEME VE BENZETİM
MİMARİSİ**

DOKTORA TEZİ

Sistem Yük. Müh. Murat MALA

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. İbrahim ÇİL

Temmuz 2009

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ASKERİ HAREKÂTIN PLANLANMASINDA ÇOKLU
ETMEN TABANLI MODELLEME VE BENZETİM
MİMARİSİ**

DOKTORA TEZİ

Sistem Yük. Müh. Murat MALA

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 22/07/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Harun TAŞKIN
Jüri Başkanı

Prof.Dr. İ.Hakkı CEDİMOĞLU
Üye

Doç Dr. İbrahim ÇİL
Üye

Yrd. Doç.Dr. Kasım BAYNAL
Üye

Yrd. Doç.Dr. R.Gürcan ÖZDEMİR
Üye

ÖNSÖZ

Günümüz muharebe ortamlarının asimetrik doğası geleneksel yöntemler ile komuta etmeyi oldukça zorlaştırmaktadır. Ancak, bilgi işlem teknolojisinde meydana gelen hızlı gelişmeler sayesinde, artan karmaşıklıkta muharebe ortamının belirsizlikleri ile başa çıkmak için yeni yöntem ve teknolojiler geliştirilebilmektedir. Başka bir ifade ile söz konusu yeni teknolojilerden yararlanarak “muharebenin pusu” olarak adlandırılan belirsizlikten kurtulmak mümkündür. Bu çalışma kapsamında, önerilen modelleme/benzetim mimarisi karar vericiye, muharebenin belirsiz ve karmaşık ortamında karar desteği sağlayabilecek esnek, uyumlaşabilen bir yapıdır. Geliştirilen mimari ile mevcut muharebe karar destek vasıtalarının gerçek zamanlı karar verme ve en uygun kararı verme gibi konulardaki başlıca eksik yönleri giderilmeye çalışılmıştır.

Çalışmaların süresince benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen başta sevgili eşim Nur MALA olmak üzere aileme, akademik anlamda daima bana yardımcı ve yol gösterici olan değerli hocam Doç.Dr. İbrahim ÇİL'e, bana olan sürekli desteğinden dolayı değerli hocam Prof.Dr. Harun TAŞKIN'a, benzetim konusunda katkılarını esirgemeyen değerli ağabeyim Hamdi KAYGUSUZ, kardeşim N. Şenol YILMAZ ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Çalışmanın Hipotezi.....	4
1.3. Çalışmanın Organizasyonu.....	4
BÖLÜM 2.	
KARAR VERME SÜREÇLERİ VE KARAR DESTEK SİSTEMLERİ	6
2.1. Karar Çeşitleri.....	6
2.1.1. Yapısal kararlar.....	7
2.1.2. Yapısal olmayan kararlar.....	7
2.2. Karar Teorisi.....	8
2.2.1. Klasik karar teorisi.....	8
2.2.1.1. Karar ortamları.....	9
2.2.1.2. Belirlilik altında karar verme.....	10
2.2.1.3. Belirsizlik altında karar verme.....	10
2.2.1.4. Risk altında karar verme.....	11
2.2.2. Doğal karar teorisi (Naturalistic decision theory).....	15

2.2.3. Tanımlama yönelimli karar verme (Recognition primed decision making).....	19
2.3 Askerî Karar Verme Süreci.....	25
2.4. Karar Destek Sistemleri.....	30
2.4.1. Tanım.....	30
2.4.2. Karar destek sistemlerinin bileşenleri.....	32
2.4.3. Karar destek sistemi kullanmanın faydaları.....	33
2.5. Sonuç.....	34

BÖLÜM 3.

YAPAY ZEKÂ, ZEKİ ETMENLER (INTELLIGENT AGENTS) ve ZEKİ KARAR DESTEK SİSTEMLERİ.....	35
3.1. Giriş.....	35
3.2. Yapay Zekâ.....	35
3.3. Etmen.....	40
3.4. Zeki Etmen.....	41
3.5. Çoklu Etmen Sistemler (Multi-Agent Syustems).....	44
3.6. Etmenler ve Nesnelere.....	46
3.7. Etmenler ve Uzman Sistemler.....	47
3.8. Etmen Çeşitleri.....	48
3.8.1. Bilişsel etmen sistemleri.....	51
3.8.2. Reaktif etmen sistemleri.....	53
3.8.3. Hibrit etmen sistemleri.....	55
3.9. Etmen Programlama için Dil, İletişim ve Gösterim.....	58
3.9.1. Tip 1: Uygulama dilleri.....	58
3.9.2. Tip 2: İletişim dilleri.....	58
3.9.3. Tip 3: Davranışların ve çevreye ilişkin kuralların tanımlanmasına ilişkin diller.....	59
3.9.4. Tip 4: Bilgi gösterimine ilişkin dilleri.....	59
3.9.5. Tip 5: Tanımlama ve özelleştirme dilleri.....	60
3.9.6. Diller arası ilişki.....	60
3.10. Etmen Uygulama Alanlarının Karakteristikleri.....	61
3.10.1. Farklı problem tipleri.....	61

3.10.1.1. Açık Sistemler.....	62
3.10.1.2. Karmaşık (Kompleks) sistemler.....	63
3.10.1.3. Hazır olma.....	63
3.10.2. Yazılım geliştirmenin etkinliğinin artırılması.....	64
3.10.2.1. Veri, kontrol, uzmanlık ve kaynakların dağılımı.....	65
3.10.2.2. Doğal benzerlik.....	66
3.10.2.3. Miras sistemi.....	66
3.11. Etmen /Çoklu Etmen Yapıların Uygulama Alanları.....	67
3.11.1. Problem çözme.....	68
3.11.1.1. Dağıtık problem çözme.....	68
3.11.1.2. Dağıtık problemlerin çözümü.....	69
3.11.1.3. Problem çözme için dağıtık teknikler.....	69
3.11.2. Çoklu etmen benzetimi.....	70
3.11.2.1. Çoklu etmen benzetimi ile geleneksel matematik modelleme ilişkisi.....	71
3.11.2.2. Çoklu etmen benzetimi ile geleneksel yapay zekâ ilişkisi.....	71
3.12. Zeki Sistemler.....	72
3.13. Zeki Karar Destek Sistemleri.....	74
3.14. Sonuç.....	78

BÖLÜM 4.

MUHAREBE MODELLERİNE GENEL BİR BAKIŞ	80
4.1. Giriş	80
4.2. Muharebe Modelleri ve Kullanım Alanları.....	81
4.3. Muharebe Modellerinin Sınıflandırılması.....	81
4.3.1. Dinamik ve statik muharebe modelleri.....	82
4.3.2. Sürekli ve kesikli muharebe modelleri.....	82
4.3.3. Deterministik ve stokastik muharebe modelleri.....	82
4.4. Muharebe Benzetiminde ve Modellenmesinde Seviyeler.....	83
4.5. Muharebe Modelleme Literatürüne Genel Bir Bakış.....	84
4.6. Düşman Oyunlaması (Harp Oyunları).....	88
4.7. Geleneksel Muharebe Modelleri.....	90

4.7.1. Lanchester denklemleri.....	90
4.7.2. Geleneksel muharebe benzetimleri.....	92
4.7.2.1. ModSAF.....	92
4.7.2.2. JANUS.....	93
4.7.2.3. ELAN.....	94
4.7.2.4. OneSAF.....	94
4.7.2.5. CASTFOREM.....	95
4.7.2.6. Diğer benzerim modelleri.....	95
4.8. Etmen Mimarileri ve Benzetim Yazılımları (Araçları).....	95
4.8.1. SWARM.....	96
4.8.2. RePast.....	97
4.8.3. JACK.....	98
4.8.4. DIAS.....	98
4.8.5. Diğer benzetim yazılımları.....	99
4.9. Çoklu Etmen Muharebe Modelleri.....	99
4.9.1. Karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olarak muharebe.....	99
4.9.2. Ortaya çıkma (Emergence).....	100
4.9.3. Muharebe için etmen tabanlı benzetim uygulamaları.....	101
4.9.3.1. ISAAC.....	102
4.9.3.2. EINSTEIN.....	103
4.9.3.3. MANA.....	104
4.9.3.4. Diğer etmen tabanlı benzetim uygulamaları.....	106
4.10. Sonuç.....	108

BÖLÜM 5.

ASKERİ HAREKÂTIN PLANLANMASINDA ÇOKLU ETMEN TABANLI MODELLEME VE BENZETİM MİMARİSİ	109
5.1. Giriş.....	109
5.2. Modelleme ve Benzetim Mimarisi Geliştirme Süreci.....	110
5.3. Gereksinim Analizi	113
5.4. Kavramsal Tasarım.....	115
5.4.1. Bilişsel etmen katman.....	121
5.4.1.1. Vazife analiz etmeni.....	122

5.4.1.2. Zaman planlama etmeni.....	123
5.4.1.3. Düşman durumu analiz etmeni.....	125
5.4.1.4. Dost durum analiz etmeni.....	126
5.4.1.5. Arazi analiz etmeni.....	127
5.4.1.6. Lojistik etmeni.....	129
5.4.1.7. Hareket tarzı oluşturma etmeni.....	129
5.4.2. Reaktif etmen katmanı.....	130
5.4.3. Veri tabanları.....	131
5.4.3.1. İstihbarat veri tabanı.....	131
5.4.3.2. Meteoroloji veri tabanı.....	132
5.4.3.3. Arazi veri tabanı.....	133
5.4.3.4. Düşman doktrin, taktik ve teknikleri veri tabanı.....	134
5.4.3.5. Dost doktrin, taktik ve teknikleri veri tabanı.....	135
5.4.3.6. Lojistik veri tabanı.....	135
5.5. Model/Mimari Geliştirme.....	136
5.6. Doğrulama ve Geçerleme.....	139
5.7. Örnek Senaryo.....	140
5.8. Sonuç.....	151

BÖLÜM 6.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	152
KAYNAKLAR.....	157
EKLER.....	170
ÖZGEÇMİŞ.....	198

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a	: Faaliyetler
BM	: Bulanık mantık
EV	: Beklenen değer (Expected Value)
GYKU	: Gözleme (observe), Yöneltil (orient), Karar ver (decide), Uygula (act)
KDS	: Karar destek sistemleri
LD	: Lanchester denklemleri
p	: Olasılık
r	: Kayıp (pişmanlık)
RPD	: Tanımlama yönelimli karar verme (Recognition Primed Decision Making)
SDM	: Sonlu durum makinesi
SEU	: Öznel Beklenen Fayda (Subjective Expected Utility)
UML	: Unified Modeling Language
YOK	: Yarı otonom kuvvetler
YSA	: Yapay sinir ağları
YZ	: Yapay zekâ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Risk'ten kaçınan fayda fonksiyonu.....	13
Şekil 2.2.	Klein'in RPD modeli.....	21
Şekil 2.3.	GYKU karar alma döngüsü	27
Şekil 2.4.	GYKU modelindeki süreçler, veri akışları ve geri besleme döngüleri.....	28
Şekil 2.5.	KDS kavramsal modeli.....	32
Şekil 3.1.	Etmen tiplerine kısmi bir bakış.....	49
Şekil 3.2.	Katmanlı mimari.....	57
Şekil 3.3.	Çoklu etmenlerin başlıca uygulama alanları.....	67
Şekil 3.4.	Zeki sistem mimarisi.....	74
Şekil 3.5.	Zeki karar destek kavramsal modeli.....	78
Şekil 4.1.	Muharebe modellerinin sınıflandırılması.....	85
Şekil 5.1.	Mimari geliştirme süreci.....	112
Şekil 5.2.	Manga komutanı kullanım durumu (Taarruz).....	118
Şekil 5.3.	Makineli tüfek nişancısı kullanım durumu (Taarruz).....	119
Şekil 5.4.	Ateş etmek faaliyet diyagramı.....	120
Şekil 5.5.	Vazife analiz etmeni iç yapısı.....	123
Şekil 5.6.	Zaman planlama etmeni iç yapısı.....	124
Şekil 5.7.	Düşman durumu analiz etmeni iç yapısı.....	125
Şekil 5.8.	Dost durum analiz etmeni iç yapısı.....	126
Şekil 5.9.	Arazi analiz etmeni.....	127
Şekil 5.10.	Lojistik etmeni iç yapısı.....	128
Şekil 5.11.	Hareket tarzı oluşturma etmeni iç yapısı.....	129
Şekil 5.12.	Reaktif etmen iç yapısı.....	130
Şekil 5.13.	İstihbarat veri tabanı ekran görüntüsü.....	132
Şekil 5.14.	Meteoroloji veri tabanı örnek ekran görüntüsü ve grafikleri.....	133

Şekil 5.15.	Örnek arazi veri tabanı bilgi paketi.....	134
Şekil 5.16.	Örnek düşman kuruluşu UML diyagramı.....	134
Şekil 5.17.	Lojistik veri tabanı örnek ekran görüntüsü.....	135
Şekil 5.18.	ACOMSİM mimarisi.....	137
Şekil 5.19.	ACOMSİM süreci	139
Şekil 5.20.	Sistem gösterimi yapılacak etmen.....	141
Şekil 5.21.	Vazife analiz etmeni veri giriş ekranı.....	143
Şekil 5.22.	Bilgi tabanı kuralları.....	144
Şekil 5.23.	Vazife analiz etmeni sonuç ekranı.....	145
Şekil 5.24.	ACL mesaj formatı.....	145
Şekil 5.25.	MANA başlangıç durumu ekran görüntüsü.....	146
Şekil 5.26.	MANA etmen parametreleri.....	147
Şekil 5.27.	Benzetimin koşturulması ekran görüntüsü.....	148
Şekil 5.28.	Tarafların zayıat miktarları grafiği.....	149
Şekil 5.29.	Mavi zayıat bölgeleri grafiği.....	150
Şekil 5.30.	Kırmızı zayıat bölgeleri grafiği.....	150
Şekil B.1.	Piyade tüfeği ile atış.....	172
Şekil B.2.	Makinelı tüfek ile atış.....	173
Şekil B.3.	El bombası ile atış.....	174
Şekil B.4.	Roketatar ile atış.....	175
Şekil B.5.	Beklemek.....	176
Şekil B.6.	İlerlemek	176
Şekil B.7.	Himayeli ilerleme.....	177
Şekil B.8.	Gözetleme yapmak.....	178
Şekil B.9.	Rapor/emir vermek	179
Şekil B.10.	Avcı eri kullanım durumu.....	179
Şekil B.11.	Makinelı tüfek nişancısı kullanım durumu.....	180
Şekil B.12.	Tim komutanı kullanım durumu.....	181
Şekil B.13.	Avcı eri kullanım durumu (Savunma).....	181
Şekil B.14.	Makinelı tüfek nişancısı kullanım durumu (Savunma).....	182
Şekil B.15.	Makinelı tüfek nişancı yardımcısı kullanım durumu (Savunma)...	183
Şekil B.16.	Tim komutanı kullanım durumu (Savunma).....	184
Şekil B.17.	Manga komutanı kullanım durumu (Savunma).....	184

Şekil B.18. Örnek mavi kuruluşu	185
Şekil B.19. Örnek kırmızı kuruluşu.....	139

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	KDS'lerdeki tanımlama boyutları.....	31
Tablo 3.1.	İnsan benzeri zeki davranış konseptleri.....	75
Tablo 3.2.	KDS'lerin gelişimi ve bilgisayar teknolojisi ilişkisi.....	76
Tablo 4.1.	Muharebe modellerine ilişkin literatür çalışmaları.....	86
Tablo 4.2.	Etmen tabanlı muharebe modeli uygulamaları özet tablosu.....	107
Tablo A.1.	Kullanıcı Ara Yüzü Yetenek Seviyeleri.....	170
Tablo A.2.	Veri ve Bilgi Gösterimini Yetenek Seviyeleri.....	170
Tablo A.3.	İşlem Yapma Yeteneği Seviyeleri.....	171

ÖZET

Anahtar kelimeler: Etmen, Çoklu Etmen Mimarileri, Muharebe Modelleme, Benzetim, Karar Destek Sistemi, Karmaşık Uyarlanabilen Sistem.

Muharebeye ilişkin yeni bir perspektifi olan günümüz silahlı kuvvetleri muharebe ve asimetrik savaş yeteneklerini arttırmak için uç teknolojilerden yararlanırlar. Özellikle asimetrik savaş ortamlarındaki komuta-kontrol faaliyetleri, yetersiz zaman içinde etkin kararlar alabilen liderleri gerekli kılar. Karmaşıklık gelecek muharebe alanını tanımlamak için kullanılabilir yegâne kelimedir. Muharebe alanında artan karmaşıklık ve tempo ile beraber doğru karar verebilmek için gerekli olan bilginin hızlı, hatasız ve eksiksiz olarak işlenmesine yönelik ihtiyaçlar da artmıştır. Karar vericinin baş etmek zorunda kaldığı bilgi miktarı her geçen gün artarken, bu bilginin işlenmesi için gereken süre sürekli olarak azalmaktadır. Gelen bu bilgiler süratle ve doğru olarak karar vericiye aktarılacak zorundadır. Başka bir deyişle konuyu muharebe modelleme açısından ele alacak olursak; kara muharebeleri matematiksel ve fiziksel olarak birçok yarı otonom ve hiyerarşik etmenlerden kurulu ve sürekli olarak değişen çevreye uyum sağlayan doğrusal olmayan dinamik sistem olarak tanımlanabilir.

Bu çalışma geleceğin çok boyutlu muharebe alanında komuta kontrol için iki seviyeli hibrit etmen mimarisi önerilmektedir. Önerilen yeni mimari geleceğin asimetrik muharebe ortamında gerçek zamanlı veya gerçek zaman yakın karar desteği sağlayabilecek esneklikte, mevcut muharebe modellerin üstünlüklerini içinde barındıran, ancak, onların zayıf yönlerine çözüm üreten bir mimaridir.

A MULTI-AGENT ARCHITECTURE FOR MODELLING AND SIMULATION IN MILITARY OPERATION PLANNING

SUMMARY

Key Words: Agent, Multi-Agent Architecture, Combat Modelling, Simulation, Decision Support Systems, Complex Adaptive System.

Today's armed forces, which have a new perspective of combat, are trying to use high-end technologies to improve their capabilities especially in combat and asymmetric warfare. Complexity is the real word to define the future war environment, which will need information about multi dimensional needs. With a continuous increase in the complexity and tempo on the modern battlefield; new demands are placed on rapid and precise information dissemination. The volume of information available to the user becomes larger while the time necessary for correctly interpreting and understanding this information becomes prohibitively smaller. Not only from an informational view but also from other perspectives land combat may be described –mathematically and physically–as a nonlinear dynamical system composed of many interacting semi autonomous and hierarchically organized agent continuously adapting to a changing environment. From this point of view agent based structures are good suited for modeling and simulating Complex Adaptive Systems.

This dissertation proposes a two layer hybrid agent architecture to match the needs of future multi-dimensional warfare. This architecture has an integrated simulation tool to simulate planning results from the cognitive layer via reactive agents. The proposed new architecture is an elastic architecture which has all advantages of previous models embedded but also solutions to disadvantages of them. Therefore it is able to fit needs of future asymmetric combat environment by giving the decision maker a real time or near to real time decision support.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Genel

Dünyada gelişmiş tüm ülkelerin modern silahlı kuvvetleri muharebe yetenekleri ile caydırıcılıklarını muhafaza edebilmek ve geliştirmek için; personel eğitimi, harp planlarının sürekli analizi ve geliştirilmesi, yeni silah sistemlerinin geliştirilmesi, prosedürlerin ve muharebe taktik/tekniklerinin geliştirilmesi gibi farklı muharebe bileşenleri üzerinde sürekli olarak çalışırlar. Söz konusu çalışmaların günümüzde hız kazanmasının ana nedenlerinden bazıları arasında muharebenin artan hızı, asimetrik yüksek teknolojiye tehditler ve muharebe alanının artan boyutları sayılabilir. Ancak, yüksek maliyetli bu tür iyileştirme çalışmaları, gittikçe kısılan bütçelerle çalışmak zorunda olan günümüz silahlı kuvvetleri açısından kısıtlayıcı etkiler yaratmıştır [1]. Bu nedenle de, giderek artan bir oranda bilişim teknolojilerinin sağladığı etkin, düşük maliyetli çözümlerden yararlanmak yaygınlaşmaktadır. Bilişim teknolojilerine yöneltilen eleştirilerin başında muharebe ortamının tüm parametrelerinin yeterince temsil edemediği gelmektedir. Bu eleştirinin temelinde, muharebenin fiziksel unsurlarını oluşturan tank, top, tüfek gibi varlıklardan ziyade karar vermesi gereken insanın da muharebeye ilişkin görevlerinin temsilinde karşılaşılan zorluklar yatmaktadır.

Özellikle ABD Ulusal Araştırma Kurumunun askerî benzetim sistemlerinde insan davranışlarının modellenmesi [2] ile ilgili çalışmayı yayımladıktan sonra insan davranışlarının benzetim ortamlarında temsili (Human Behavior Representation) daha da fazla önem kazanmıştır. Söz konusu çalışma, birey ve grup davranışlarını, insan karar verme mekanizmaları, hafıza ve öğrenme, durumsal farkındalık ve

planlama mekanizmaları gibi birçok insan davranışını ele alan temel bir eser olarak tanımlanabilir. Bu araştırmanın tez çalışmasını ilgilendiren bölümü ise karar verme modelleridir. Çalışmanın özellikle dikkat çeken bir sonucu ise mevcut askerî benzetim yazılımlarının çok basit ve çok fazla homojen bulunmuş olmasıdır. Çalışmadaki ifadesi ile:

“Öncelikle karar verme süreci çok basmakalıp, tahmin edilebilir, katı ve doktrine bağlı olarak kısıtlayıcıdır. Bu nedenle de, birçok açıdan her bir varlığın değişkenliğini, esnekliğini ve uyarlanabilirliğini karakterize etmekten uzaktır. Değişkenlik, esneklik ve uyarlanabilirlik askerî çevrede etkin karar vermek için gereklidir.... İkinci olarak, daha önce yapılan modellerdeki karar verme süreci çok tekdüze, homojen ve değişmezdir ki bu stres, yorgunluk, tecrübe, sinirlilik, düşünmeden hareket etme, risk alma tutumu gibi önemli varlıklara göre değişme gösteren ve sonuçları etkileyebilecek faktörlerin göz ardı edilmesine neden olmaktadır.”

Yukarıda sözü edilen yetersizlikler mevcut durum itibariyle neredeyse harbin tüm seviyelerine (taktik, operatif ve stratejik) ilişkin karar modellerinde mevcuttur. Sanal tatbikatlarda genellikle insan karar vericiler ana karar verici rolünü oynayarak sistemlere girdi sağlamak ve böylece benzetim ortamlarında farklılıklara neden olmaktadır. Oysaki gerçek durumda bu girdiler her bir kararı verebilmek için yüzlerce parametre ile ilişkilidir. Bu çok yönlü karar verme ortamı ise insan-makine etkileşimli çok boyutlu karmaşık karar verme ortam ve durumları doğurmaktadır.

Bu nedenle birçok araştırmacı sadece insanın nasıl karar verdiğini konusunu araştırmanın yanında karar verme mekanizmalarının sayısal ortamda kullanılabilir olarak nasıl temsil edilmesi ile ilgili araştırmalar yapmıştır. Literatürde yer alan bu konuyla ilgili çalışmaların kısa bir özeti ikinci bölümde ele alınacaktır.

Muharebe ortamındaki kararlar, bir karar tasarısı olarak karar vericiye sunulmadan önce alt birimler tarafından oluşturulan bir ekip vasıtasıyla yapılacak bir karargâh çalışması ile olgunlaştırılır. Ancak, bundan da önce birçok algılayıcıdan gelen (insan veya hedef tespit vasıtaları gibi yapay algılayıcılar) karmaşık, bazen birbiri ile uyumsuz veriler öncelikle ilgili birim tarafından tasnif edilmektedir. Müteakiben her

birim kendi alt sistem optimizasyonunu sağlayacak karar alternatifleri üretmekte ve bunlar nihai harekât tasarılarının oluşturulması maksadıyla, optimum çözümler açısından tekrar değerlendirilmektedir. Ortaya nihai olarak karar vericinin seçmesi gereken birden çok alternatif karar çıkmaktadır. Söz konusu alternatifler harekâtın yönü, kullanılacak kuvvetler, zaman ve mekân gibi farklı hareket tarzları içerebilir. Yukarıda sayılan kısa harekât planlama süreci aslında yüzlerce kişinin katıldığı karmaşık bir karar verme sürecidir. Bu süreç her bir düğüm noktasında hataya açık ve hataların da maliyeti genelde yüksektir. Özellikle işlenmemiş veri miktarı ile kısalan zaman ve boyutu gittikçe çeşitlenen muharebe ortamı, stres altında, yorgunluluk ve zaman baskısı altındaki karar vericiyi hatalı kararlara yöneltebilmektedir.

Ancak, bu hatalı kararların sayısını azaltmak ve doğru kararlarında kalitesini artırmak bilgisayarlı karar verme yöntemleri ile mümkündür. Burada dikkat edilmesi gereken ana nokta ise kullanılacak modellerin yukarıda belirtildiği gibi eksikliklerin asgari olan modellerden oluşturulmasıdır.

Bu tez çalışması ile günümüzde asimetrik, değişken ve hızla şekil değiştiren tehditleri içeren muharebe alanında karar vermek zorunda kalacak karar vericiye bilişsel karar teorisi ve çoklu etmen sistemleri yardımıyla sayısal ortamda çalışan ve çok boyutlu veriyi hızla işleyerek mümkün olduğunca optimum sonuçları önerebilecek bir Karar Destek Sistemi Mimarisi oluşturulması hedeflenmiştir. Bu maksatla, muharebede karar verici (Komutan) ve karargâhı tarafından kullanılan karar mekanizmasına benzer bir mekanizmaya sahip Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modelini (Recognition Primed Decision Making-RPD) esas alan bir Çoklu Etmen Sistemi (Multi-Agent System) mimarisi ile oluşturulan bir Karar Destek Sistemi önerilmektedir. Özellikle stres ve zaman kısıtı gibi karar vericiyi zorlayan etkenlerin bulunduğu ortamlarda RPD oldukça kabul gören bir karar verme yaklaşımı olarak ortaya çıkmaktadır. RPD'nin temel önermeleri arasında, karar vericinin konusunun uzmanı olduğu ve geçmiş tecrübelerinden faydalanarak mevcut durumu yorumladığı, karara ilişkin yaklaşımını sezgi yoluyla geliştirdiği gibi hususlar vardır.

Önerilen özgün modelin doğrulama ve geçerleşmesinin yapılması onun yeterliliğinin sınanması açısından önemli bir yere sahiptir. Bu maksatla modelden alınan sonuçlar konusunda uzman bir ekip tarafından değerlendirilmiştir. Ayrıca, hâlen kullanımda olan ve başarılı sonuçlar elde edilen benzetim yazılımları ile de bir karşılaştırma yapılarak üstünlükleri teyit edilmiştir. Yine de çalışmada kullanılacak etmenlerin doğası gereği her zaman optimum sonuçlara ulaşmayabileceği, kimi zaman gerçekçi, ancak, kısmi optimum/uygun çözümleri önerilebileceği de göz ardı edilmemelidir.

1.2. Çalışmanın Hipotezi

Çoklu etmenlerden geleceğin belirsiz, karmaşık ve asimetrik muharebe ortamına cevap verecek bir karar destek vasıtası olarak yararlanmak mümkündür. Oluşturulacak Karar Destek Sistemlerinde etmenler, tasarım amaçlarının gereği ve görev uzaylarının tanımına uygun olarak çok katmanlı etmen mimarî yapılardan başlayarak tekli basit etmenlere kadar çeşitli ölçütlerde kullanılabilir.

1.3. Çalışmanın Organizasyonu

Çalışma ilk bölümde sunulan bu girişi müteakip ikinci bölümde karar verme yöntemlerinden gerek sayısal gerekse bilişsel olanları bu çalışmanın gerektirdiği derinlikte bir literatür taraması yapılarak okuyucunun konuya hazırlanması hedeflenmiştir. Bu bölümde aynı zamanda askeri karar verme süreci de açıklanmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde öncelikle çalışmamızın temel yapı taşlarından biri olan yapay zekâ ve yapay zekâ teknikleri incelenecektir. Bu incelenmedeki genel hedefimizin zeki sisteme ulaşılırken kullanılacak yapay zekâ teknikleri hakkında kısa bir bilgi vermektir. Müteakiben Yapay Zekâ Teknikleri arasında sayabileceğimiz ancak,

öneminden dolayı ayrı bir bölümde incelemenin daha doğru olduğunu düşündüğümüz Zeki, Etmenler incelenecektir. Daha sonra ise Zeki sistem ve Zeki Karar Destek Sistemi konusu ele alınacaktır.

Konumuzun ikinci kısmına oluşturan muharebenin modellenmesi ve benzetimi dördüncü bölümde ele alınacaktır. Burada belli başlı modelleme yaklaşımları ile muharebenin karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olarak ele alındığı çoklu etmen modelleme ve benzetim araçları incelenecektir. Bu incelemedeki hedefimiz ortaya koyduğumuz mimarinin ikinci katmanını oluşturan reaktif yapıda kullandığımız MANA aracının üstünlüğünü ortaya koymaktır.

Beşinci bölümde mimarimiz tüm ayrıntıları ile açıklanıp örnek bir senaryo üzerinde koşturulacaktır. Son bölümde ise mimari ile elde edilen ilave yetenekler tartışılacaktır.

BÖLÜM 2. KARAR VERME SÜREÇLERİ VE KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Bu bölümde, çalışma kapsamında daha önce yürütülen araştırma ve bulgulara ilişkin bir tarama yapılacak ve karar çeşitlerinden başlayarak mevcut karar verme yöntemlerden çalışma kapsamına girenler, çalışma için yetecek ayrıntıda açıklanacaktır. Bu kapsamda, öncelikle karar teorisi genel anlamda ele alınacak ve müteakiben buradan hareketle bilişsel karar süreçleri ile askerî karar verme süreçleri incelenecektir. Bilişsel karar süreçlerinin bilişim teknolojisi yardımıyla uygulanmasına ve zeki etmen yapıları yardımıyla karar verme konuları ise üçüncü bölümde ele alınacaktır.

2.1. Karar Çeşitleri

Günlük hayatta karşılaştığımız birçok sorun bizlere karar vermeyi gerektiren durumlarla karşı karşıya bırakır. Ancak, doğru kararı vermek bizim için bazen çok zorlayıcı olabilir. Bu genelde karara esas verinin az olduğu durumlarda ortaya çıkan ve karar vericiye zor anlar yaşatan, kararın kalitesini azaltan durumlara neden olur. Oysaki bazen sorunlar açık ve net olarak ortada olup karar ise kolayca verilebilen çeşittedir. Aslında sınıflandırmak gerekirse genelde iki ana tip karardan söz etmek mümkündür. Bunlar, Yapısal Kararlar ve Yapısal Olmayan Kararlar. Ayrıca karar çeşitlerini uygulama sıklıklarına göre inceleyen (tekrar eden ve ani kararlar gibi) yaklaşımlar mevcuttur. Ancak, biz çalışmamız kapsamında ilk sınıflandırmanın daha etkin sonuçlar doğuracağını değerlendirdiğimizden bu sınıflandırmayı kullanacağız.

2.1.1. Yapısal kararlar

Yapısal Kararlar belli bir bilgiyi aynı işlemlere tabi tutarak daima aynı doğru sonuçları veren kararlardır. Programlanmış kararlar olarak da bilinen bu tip kararlar problemlerin çok iyi tanımlandığı kararlardır. Bu tür kararlarda karar verici sübjektif bir esnekliğe sahip değildir. Zira gerçek kararlar, mevcut politika ve prosedürlerle belirlenmiştir. Aslında bu tip kararların çoğu, insanı aracı yapmadan bilgisayar tarafından verilebilmektedir. Örneğin malzemenin stok seviyesiyle ilgili kararlar genellikle yapısal kararlardır. Bir malzemenin stok miktarının emniyet stok seviyesinin altına düştüğünde yeniden sipariş edilmesi kararını bir bilgisayar verebilir [3].

2.1.2. Yapısal olmayan kararlar

Programlanmamış kararlar olarak da bilinen bu tip kararlar problemlerin çok iyi tanımlanmadığı kararlardır. Bu tür kararlar bilgi tabanlı kararlar olarak da anılırlar, zira karar verici rasyonel bir karar vermek için bilgiye ihtiyaç duyar. Bu bilgi ihtiyacı, karar verme sürecinde yöneticinin yargı ve sezgisini kullanma ihtiyacını ortaya çıkarır. Başka bir ifadeyle yapısal olmayan kararlar, doğru cevabı bilmenin mutlak bir yolunun olmadığı ve ortada birçok doğru karar olabildiği durumlarda söz konusu olan kararlardır. Hiçbir ölçüt ya da kural, iyi bir çözümü garanti etmez. Piyasaya yeni bir ürünün sürülüp sürülmeyeceğine dair karar, yeni bir pazarlama kampanyasına girilmesi, şirketi imajının değiştirilmesi gibi kararlar bu tip kararlardır [3].

Genellikle bir sorunun tamamına çözüm bulurken hem yapısal hem de yapısal olmayan kararlarla karşılaşmak mümkündür. Bunun başlıca göstergesi ise bir soruna çözüm bulurken hem bir modele dayanabilmenin olası olduğu ama son karar için sezgilere güvenmenin gerekli olduğu karar durumlarıdır.

Karar tipleri açısından bakacak olursak kararlar taktik seviyeden stratejik seviyeye doğru çıktıkça karmaşıklaşır yani başka bir ifade ile yapısal olmayan kararların oranı artar.

2.2. Karar Teorisi

Çalışmanın bu kısmında karar vermeye ilişkin yapılan araştırmalar incelenecektir. Bu kapsamda, öncelikle karar teorisi ve buna bağlı yaklaşımlar ele alınacaktır. Bunu müteakip Doğal Karar Teorisi (Naturalistic Decision Theory) ele alınacaktır. Doğal karar teorisinin incelenmesinden ardından aslında onun bir türevi olan Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeli (Recognition Primed Decision Making-RPD) konunun daha açık anlaşılması için ayrı bir model olarak ele alınacaktır. Ele alınan her üç teoride genel kabul gören başlıca karar teorileri olmaları nedeniyle yapılan çalışma açısından önem taşıdığı düşünülmektedir. Bunu müteakip bunlardan hareketle askeri karar verme süreci açıklanmaya çalışılacaktır.

2.2.1. Klasik karar teorisi

Karar verme; amaçları veya hedefleri gerçekleştirebilmek maksadıyla, birden çok hareket tarzından veya alternatiften birini seçme süreci olup, bu bağlamda tüm yönetim fonksiyonlarının temelini teşkil eder. Örnek olarak, planlama süreci; neyin, ne zaman, nasıl, nerede ve kim tarafından yapılacağı hakkında karar vermeyi içerir. Her insan hayatın tüm aşamalarında karar almak zorunda kalmış ve kararların önemini de bu nedenle iyi bilmektedir.

Özellikle askerî, hukuksal veya tıbbi kararlar neticeleri itibarıyla çok önemli sonuçlar doğurabilmektedir. Günümüzün hızla değişen küresel dünyası, kuruluşları/kurumları güçlü bir karar verme sürecine sahip olmaya zorlar. Bu süreç sadece veri toplamayı ve işlemeyi içermeyip, aynı zamanda gelişmiş karar verme yöntemlerinin desteği ile

karar vermeyi de kapsar. Bu nedenle insanın karar verme sürecinin araştırılmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmaların ürünlerinden bir de Klasik Karar Teorisidir.

Klasik Karar Teorisi; seçenekler arasında optimum çözümü bulmak için belirsizlik, risk ve faydaya ilişkin kabul edilmiş, modeller yardımıyla karar önerisi sunan bir yaklaşımdır. Kullanılan modele bağlı kurallar gereği karar vericinin fayda miktarını maksimize eden durum optimal olarak kabul edilir.

Klasik Karar Teorisinde kullanılacak modeller mevcut karar verileri yani durumun belirliliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu çerçevede, konuyu karar ortamları açısından incelemek doğru bir bakış açısı sağlayacaktır.

2.2.1.1. Karar ortamları

Karar verme ve buna bağlı analizler, alternatiflerin en iyisini seçmek için akılcı bir sürecin kullanılması ile ilgili metodolojik yaklaşımlar sunar. Seçilen bir alternatifin “iyi olması durumu” karar durumunun tanımında kullanılan veri ve bilginin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Bu durumda karar ortamları açısından karar verme durumu genellikle aşağıdaki üç durumdan biri olarak kabul edilir:

- Verinin deterministik olarak bilindiği belirlilik altında karar verme,
- Verinin, karar sürecindeki ilişki derecesini temsil eden bağıl ağırlıklarla tanımlandığı belirsizlik altında karar verme ve
- Verinin olasılık dağılımları ile tanımlanabildiği risk altında karar verme [4].

Belirlilik altında karara esas veri oldukça açık tanımlanmaktadır. Ancak, belirsizlik altında veri yetersiz açıklıktadır. Bu bağlamda düşünecek olursak risk altında karar verme de bu ikisinin arasında bir yerde bulunmaktadır.

2.2.1.2. Belirlilik altında karar verme

Doğrusal programlama modelleri belirlilik altında karar vermede kullanılan başlıca yaklaşımlardır. Bu modeller, yalnızca alternatiflerin kendi aralarında iyi tanımlanmış matematiksel doğrusal fonksiyonlarla ilişkilendirilebileceği durumlara uygundur [4]. Ancak, muharebe ortamının karmaşıklığı ve bu ortamda birbiri ile ilişkide olan aktörlerin yarattığı karmaşıklık askeri karar verme süreçlerinin birçoğunda belirlilik altında karar verme yöntemlerini kullanmamıza olanak tanımaz.

2.2.1.3 Belirsizlik altında karar verme

Belirsizlik altında karar verme, risk altında karar vermede olduğu gibi sonuçları doğal durumlara bağlı alternatif hareketlerle ilgilenir. Risk altında ve belirsizlik altında karar verme arasındaki temel fark şudur: Belirsizlik durumunda doğal durumlara bağlı olasılık dağılımı ya bilinmiyor ya da belirlenemiyordur. Bu bilgi eksikliği karar probleminin analizi için aşağıda yer alan bazı kriterleri yaratmıştır [4,5]:

- Laplace
- Minimaks
- Savage
- Hurwicz

Söz konusu kriterler karar vericinin belirsizlik karşısındaki tutarlılık derecesine göre farklılık gösterir. Muharebe ortamının doğası gereği bu ayrıntıda her bir karar için analiz yapma olanağı olmasa da bilgisayar yardımıyla sayısal ortamda yapılacak uygulamalarda kullanılmaları mümkündür.

2.2.1.4. Risk altında karar verme

Risk koşullarında, her bir karar alternatifine ilişkin maliyetler genellikle olasılık dağılımları ile tanımlanır. Bu nedenle, risk altında karar verme, genellikle, alternatiflerin beklenen kârın maksimizasyonu veya beklenen maliyetlerin minimizasyonuna göre karşılaştırıldığı beklenen değer kriterine dayanılarak yapılır. Askeri uygulamalar açısından bakıldığında, belirsizlik altında karar verme durumuna göre bu bölümde kullanılan karar verme yöntemlerinin daha fazla uygulama şansı mevcuttur.

Bu kapsamda, risk altında karar verme esnasında kullanılan başlıca modellerden/yöntemlerden birincisi Beklenen Değer Teorisidir (Expected Value Theory-EV). İkinci ana model ise faydayı esas alan Öznel Beklenen Fayda (Subjective Expected Utility-SEU) ile Çok Ölçütlü Fayda Teorisidir [6]. Her iki modelin de kaynağını von Neuman ve Morgenstern'in tarafından optimal karar vermede kullanılan ekonomik ve istatistiksel yöntemler oluşturmaktadır [7]. Söz konusu modeller kararın çıktılarında ziyade karar alma sürecine yoğunlaşmaktadır. Ayrıca, modeller, karar vericinin her zaman mantıklı ve rasyonel hareket edeceğini varsaymaktadır. Bu nedenle de teorilerle ilişkili formüllerin kullanılması ile her zaman eldeki mevcut bilgiye bağlı, matematiksel olarak optimum kararlara ulaşılır. Risk altında karar verme durumunda optimum karar noktası belirlenirken genellikle olasılıklardan yararlanılmaktadır. Çıkış noktası sebebiyle genellikle tanımlanırken de parasal karar örnekleri kullanılmaktadır [8]. Kullanılan başlıca yöntemlerden biri olan beklenen değer kriteri, beklenen kârın maksimizasyonu veya beklenen maliyetin minimizasyonunu inceler. Problemin verisi her bir alternatifle ilgili maliyetin olasılıklı olduğunu varsayar.

Genelde bir karar problemi n doğal durumu ve m alternatifi kapsar. Eğer $p_j (>0)$, j doğal durumunun ortaya çıkma olasılığı ve a_{ij} de ($i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$) j doğal

durumu ile verilen i alternatifinin maliyeti ise, i alternatifinin beklenen maliyeti aşağıdaki gibi bulunur:

$$EV = a_{i1} p_1 + a_{i2} p_2 + \dots + a_{in} p_n \quad (2.1)$$

En iyiyi alternatif, sonucun kâr veya zarardan (maliyet) hangisine bağlı olduğuna dayanılarak $EV_i^* = \max_i \{EV_i\}$ veya $EV_i^* = \min_i \{EV_i\}$ ile bulunur.

Von Neuman ve Morgenstern [7] yaptıkları çalışma ile beklenen değer yaklaşımındaki bu kısıtlama tespit ederek kişisel riski de hesaplayabilmek için sonuçları ve çıktılarını fayda değerlerine çevirdiler. Fayda kısaca, karara esas her bir seçeneğe karar verici tarafından 0 ile 1 arasında atanan fayda değerleri olarak ifade edilebilir. Buradan hareketle ortaya konan Öznel Beklenen Fayda Teorisi (SEU) ile karar vericinin risk eğilimi ve seçeneklere elde edilecek sonuçlara ait olasılıklarda dikkate alınmaktadır. Her bir karar vericinin belirli bir karar durumuna ilişkin belirlediği fayda değerini içeren bir fayda fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonu karar neticesinde oluşacak sonuçlara ilişkin öznel bir olasılıkla birleştirilmesi SEU değeri ortaya çıkar.

$$SEU [A_i] = \sum_k P_{ik} U(C_k) \quad (2.2)$$

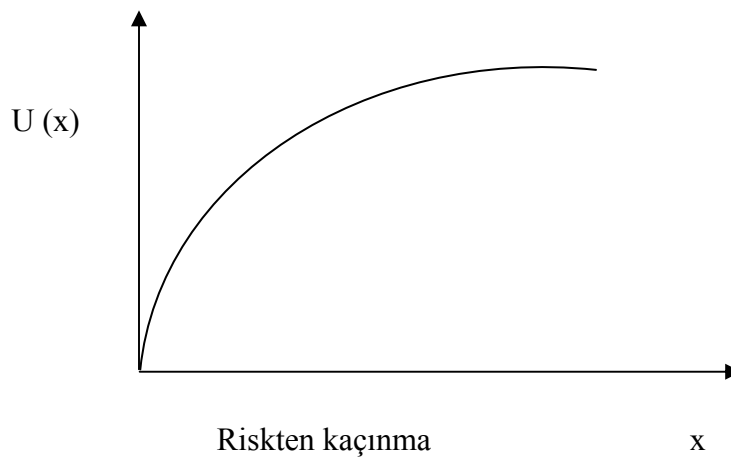
Yukarıda yer alan formülde A_i her bir seçeneği; P_{ik} , A_i seçeneği için beklenen C_k sonucunun öznel olasılığını belirtmektedir. SEU fonksiyonu beklenen değer hesaplaması için oluşturulan fonksiyona oldukça benzerdir. Hatta fayda fonksiyonu ve değer fonksiyonu benzerse SEU ile EV fonksiyonları denk olur.

Karar vericinin kararlarla ilgili fayda fonksiyonunun şekli, riske karşı olan eğilimini verir. Fonksiyondaki her bir nokta için karar vericinin riske karşı tutumu formül olarak riskten kaçınma katsayısı ile ifade edilmektedir [9]:

$$C_{RA} = \frac{U''(C_k)}{U'(C_k)} \quad (2.3)$$

Formülde yer alan $U'(C_k)$ ve $U''(C_k)$ fayda fonksiyonlarının birinci ve ikinci derece türevlerini göstermektedir. Şayet $C_{RA} < 0$ ise karar verici için riskten kaçınan, $C_{RA} > 0$ ise riskten kaçınmayan ifadesi kullanılabilir. Şekil 2.1'de riskten kaçınan bir fayda fonksiyonu görülmektedir.

Özetle fayda teorisinde kazancın parasal olarak ifade edilmesi gerekmemektedir. Bu nedenle de nitel değerlerin fayda değerlerine dönüştürülmesi ile SEU değerleri hesaplanabilir.



Şekil 2.1. Risk'ten Kaçınan Fayda Fonksiyonu

Çok Ölçütlü Fayda Teorisi (Multiattribute Utility Theory-MAUT) SEU'nun daha da geliştirilmiş şekli olarak karar vericilerin çoklu amaçlarını da dikkate almaktadır [10]. Dolayısı ile MAUT kullanımı ile fayda fonksiyonuna fayda değerini atamak maksadıyla birden çok değişken atanabilir. Örneğin karar verici vereceği karar yönelik olarak askerlerinin emniyeti, görevin başarılması ve teçhizat kaybı gibi faktörleri kritik kabul edebilir. Bu durumda basitçe bağımsız fayda değerlerine ağırlık katsayısı verilmek suretiyle aşağıda yer alan müşterek fayda fonksiyonu elde edilebilir.

$$U(x_1, \dots, x_n) = \sum_n k_n u_n(x_n) \quad (2.4)$$

Formüldeki k_n her u_n için belirlenen ağırlığı temsil etmektedir. Daha karmaşık fayda fonksiyonlarının oluşturulması mümkündür. Bu ise iki veya daha fazla fayda değişkeninin bağımsız olduğu bir durumu gerekli kılar.

Klasik karar teorisi karar vericinin belirli kuralları uygulayarak karar verdiğini varsayar. Kurallardan kasıt rasyonelliği göz önünde bulundurulmasıdır. Bir başka deyişle klasik karar verme yaklaşımı insanların karar verme mekanizmasını esas almaktadır. Ancak, Kahneman ve Tversky'e [11] göre karar vericiler nadiren yukarıda belirtilen şekilde kuralcı davranırlar. Yani başka bir ifade ile karar vericiler formüllerin sonuçlarına göre vermeleri gereken kararları nadiren veriler. Klein tarafından alanında uzman karar vericilerin kullanıldığı başka bir çalışmada da benzer sonuçlar tespit edildi [12]. Sonuç olarak araştırmalardan klasik karar verme teorisinin aslında tasarlandığı şekilde insan karar verme mekanizmasını tam olarak betimlemediği çıkmaktadır.

Öznel olasılıkların SEU ve MAUT hesaplamalarında büyük önemi vardır. Her karar verici sonuçlara ilişkin tahminî bir olasılığı, fayda olasılık tahminine benzer şekilde belirler. Belirlenen olasılıklar genelde karar vericinin belirli bir olasılığın diğerlerine üstünlüğüne ilişkin tahminine dayanır. Tversky ve Kahneman çalışmaları ile karar vericilerin karmaşıklıkla baş etmek için bilinçaltında bu olasılıkların daha kolay atanmasını sağlayan bir sezgisel mantık yürüttüğünü tespit etmiştir [13]. Bunun sonucu olarak da önyargıların kararlardaki etkisi öne çıkmaktadır. Ön yargılar ise matematiksel denklemlerle ortaya çıkan kararlar ile karar vericiler tarafından verilen kararların uyumsuzluğunu açıklamaktadır.

Bu bölümde Klasik Karar Teorisi kapsamında belirlilik, belirsizlik ve risk altında karar verme durumunda kullanılabilecek çeşitli karar verme modelleri incelenmeye çalışılmıştır. Bu modeller karar vermeye ilişkin kuralcı yaklaşımlar sunmaktadır. Dolayısı ile de teorisinin temel dayanağını karar vericilerin kararlarını rasyonel ve mantıki olarak verdiklerini kabul etmektedir. Ancak, yapılan araştırmalarda da

görüldüğü gibi insanlar kararlarını rasyonel olarak vermezler. Özel olasılıkların kullanıldığı yaklaşımlarda dahi önyargıların etkisi ile optimumdan uzak kararlar alınabilmektedir.

Tüm bu sebeplerden dolayı askerî karar verme sürecini salt Klasik Karar Teorisine dayandırmak olasılığı yoktur. Karar Teorisi ile yapılacak modellemelerin muharebe ortamındaki karar modellerini yansıtmakta yetersiz kalacağı ve karar verme sürecindeki ön yargıların yanlış kararlara götüreceği açıktır. Kullanılacak karmaşık modeller dahi muharebenin karmaşık, dinamik ve hızlı karar verme ortamlarında yetersiz kalacaktır. Ancak, karar teorisinin yeni yaklaşımlarla desteklenmesi ile ideale yakın bir karar verme mimarisi ve karara ulaşmanın mümkün olduğu çalışmanın üçüncü bölümünde görülecektir.

2.2.2. Doğal karar teorisi (Naturalistic Decision Theory)

Bu bölümde bilişsel karar verme süreçleri incelenerek insan zihninin karar verme mekanizması ile ilgili karar verme süreci açıklanmaya çalışılacaktır. İlk önce tatmin edici bir karara ulaşmak için tecrübeli karar vericiler tarafından uygulanan Doğal Karar Teorisi (Naturalistic Decision Theory) açıklanacaktır. Söz konusu teori, klasik karar teorisinin aksine optimal kararları almak için matematiksel bir sürece değil insanın karar verme esnasında izlediği adımları içeren sezgisel süreçlerden oluşan psikolojik bir modele dayanmaktadır.

Klasik karar teorisi daha önce de açıklandığı şekilde karara esas iki veya daha fazla hareket tarzı/alternatifi ve bunlarla ilişkili özel olasılık ile faydayı içeren doğrudan karar verme faaliyetine odaklanan bir yaklaşımdır. Bu nedenle de karar vericinin geçmiş deneyimlerini ve karar verme becerisini ile analiz yeteneğini dikkate almaz. Oysaki birçok karar alternatifinin bulunduğu, zamanın kısıtlı olduğu durumda

hareket tarzlarının klasik karar teorisinde olduğu gibi değerlendirilmesi neredeyse imkânsızdır.

Yapılan araştırmalar tecrübeli ve yetenekli karar vericilerin kararlarının büyük bir çoğunluğunda klasik karar teorisine ilişkin yaklaşımları kullanmadığını göstermiştir [12,14,15,16]. Onların karar verme yaklaşımı klasik karar teorisinden aşağıdaki üç hususta ayrılmaktadır:

- Tecrübeli karar vericiler (benzer karar ortamlarında karar verici olarak uzun süre görev yapanlar) mevcut durumu iyi anlamak için büyük çaba harcarlar.
- Sadece bir tek karar alternatifini değerlendirirler, ancak, değerlendirilen bu alternatifi de her yönüyle zihinsel benzetimler yaparak incelerler
- Herhangi bir alternatif veya seçim mutlak optimum olmasa da tatmin edici ise kabul görmektedir.

Karar vermede optimizasyon yerine tatmini yaratma konusu ilk olarak Herbert Simon'un çalışmaları ile başlamıştır [17,18]. Söz konusu çalışmalar çoğu tecrübeli karar vericilerin tam doğru kararın karmaşıklık nedeniyle belirsiz olduğu durumlarda optimal çözümler yerine tatminkâr çözümler ürettiğini göstermiştir. Simon problemlerin çözüm üretilebilir seviyeye indirildiği bu durumu sınırlandırılmış rasyonellik olarak tanımlamaktadır. Buna ilave olarak tecrübeli karar vericiler tarafından verilen birçok karar birtakım görevler içinde ve ana hedefe ulaşmaya yönelik icra edilmektedir. Bu görevler durumu açıklamakta ve kararın verileceği çerçeveyi belirlemektedir. Görevlerin özellikleri ile karar vericinin tecrübesi ve bilgisi ise bahse konu görevlerin karar performansı üzerindeki etkisini belirlemektedir [19].

Kısacası kararlar doğal ortamlarında ilişkili oldukları ve birbirinden ayrı düşünülemez diğer etkenler altında alınmaktadır. Buradan hareketle Doğal Karar Teorisini insanın bilişsel karar verme sürecini doğal ortamında olduğu şekli ile modelleyen bir yaklaşım olarak açıklamak mümkündür. Bir başka tanımlama ile de

teori “insanların doğal şartlar altında tecrübelerinden istifade ile karar verme yöntemleri” olarak da özetlenebilir [20].

Yapılan araştırmalar ile doğal karar durumlarında oluşan sekiz ana faktör tespit edilmiştir [19]. Karar verici bu faktörlerden bir veya birkaçının mevcudiyeti durumunda doğal karar verme süreci ile karar verme eğilimdedir. Bu faktörler:

- İyi tanımlanmamış problemler
- Belirsiz dinamik ortamlar
- Değişken, iyi tanımlanmamış veya birbiri ile rekabet halindeki hedefler
- Faaliyet veya geri besleme döngüleri
- Zaman Baskısı
- Yüksek Riskler
- Çoklu oyuncular
- Örgütsel hedefler ve normlar.

Doğal karar verme durumu bu ana faktörler ile karakterize edilmektedir. İlk üç faktör karar vericinin bir karar verme durumu karşısında karşılaştığı belirsizlik durumunu tanımlamaktadır. Söz konusu faktörlerin karar vericinin problemin doğasını ve ilişkide olduğu çevreyi anlamak için ilave gayret harcamasını gerekli kılar. Başka bir ifade ile burada mevcut durum anlaşılmaya veya askeri ifadesi ile durum aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Problemin bulunduğu çevrenin sürekli değişken karmaşık olması ve mevcut bilginin belirsizlikler içermesi durumun anlaşılmasını zorlaştıran başlıca sebepler arasında sayılabilir. Bütün bunlara bir de hedeflerin değişken veya belirsiz olduğu bir karar durumu eklendiğinde durum karar verici için oldukça zor bir hal almaktadır. Yukarıda izah edilmeye çalışılan tüm maddeler aslında muharebe sahasında bulunan karar verici için karşılaşılmaması kaçınılmaz bir karar durumudur.

Dördüncü faktör, her bir kararın nadiren bir tek olay olduğunu belirtmektedir. Yani başka bir ifade ile belirlenmiş bir hedefe ulaşmak için birçok karar alınması gerekebilmekte ve her bir kararın bir sonrakini etkilemesi de söz konusu olabilmektedir. Ayrıca, mevcut bir karar durumunu anlamak için karar vericinin

harcadığı çaba, onun tatminkâr bir kararı vermesi için bir geri besleme de yaratmaktadır.

Karar verme için zaman baskısının olmaması ve yüksek riskli durumlar doğal karar vermenin başlıca karakteristiklerini oluşturur. Zaman baskısı altında karar verme durumunda karar verici mevcut bilgiyi alır, geçmişte karşılaştığı benzer durumlar ile karşılaştırarak tecrübesine dayalı bir sonuca ulaşır. Bu akış sırası doğal karar vermenin de kalbini oluşturur.

Son iki faktör ise doğal karar verme sürecinin grup karar verme sürecini de kapsadığı ve kişisel hedeflerden ziyade örgütsel hedeflerin ön planda tutulduğunu göstermektedir. Grubun her bir bireyi durumun anlaşılması için probleme farklı bakış açıları getirebilmektedir. Buradan hareketle yaratılacak ortak tecrübe ile grup tatminkâr çözümlere erişebilmektedir.

Özetle doğal karar verme yaklaşımı karar vericinin durumu önce anlamaya çalıştığı, müteakiben bir alternatif çözüm üreterek bunu muhtemel sonuçlara ilişkin olarak zihinsel benzetim yoluyla değerlendirildiği bir karar verme çevrimidir. Hareket tarzına ilişkin değişiklikler ise gerektiğinde yine karar verici tarafından yapılarak sonuçlar tekrar değerlendirilmeye tabi tutulmaktadır. Bu çevrim tatminkâr bir hareket tarzını oluşturuncaya kadar devam etmektedir. Bulunan bu hareket tarzı problemi çözmeye yönelik karara esas oluşturmaktadır. Ancak, bu çevrimin karar vericinin geçmiş tecrübeleri ve bunlardan yararlanma yeteneği ile doğrudan ilgili olduğu unutulmamalıdır.

2.2.3. Tanımlama yönelimli karar verme (Recognition Primed Decision Making-RPD)

Klein tarafından ortaya konulan Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeli karar verme sürecine tanımlamanın da dâhil edildiği bir doğal karar verme modelidir [14]. Bu model doğal karar verme modelini karar vericilerin bir hareket tarzına ulaşmak için yaptıkları bilişsel süreci tanımlayarak genişletmektedir. RPD modelini klasik karar verme modellerinden ayıran başlıca yedi husus vardır [15]. Bunlar:

- RPD birçok karar alternatifinin birbirine üstünlüklerini karşılaştırmaktan ziyade durumun anlaşılmasına odaklanır.
- RPD karar vericilerin bir karara ulaşmak için tecrübelerini kullanma şeklini tanımlar.
- RPD tecrübeli bir karar vericinin tatminkâr bir hareket tarzını rasgele olarak seçenek üretmeden ilk seçenek olarak tanımlayabildiğini belirtir.
- RPD temel olarak kararın optimum olmasından ziyade tatminkâr olmasını esas alır. Bu nedenle, optimum karar yerine amaca uygun ilk karara odaklanır.
- RPD, birçok alternatifin eş zamanlı birbirine üstünlüklerini incelemekten ziyade, her bir hareket tarzının bir sıra dâhilinde değerlendirilmesini esas alır.
- RPD deneyimli karar vericilerin birçok alternatifin güçlü ve zayıf yönlerini karşılaştırmak yerine bir hareket tarzını seçmek için bilişsel benzetim yönetimi kullandıklarını belirtir.
- RPD karar vericiye bir hareket tarzına bağlı kararı hızla harekete geçirme olanağı tanıdığından, birçok alternatifin birbiri ile karşılaştırmalı olarak kullanıldığı durumlara göre hızlı karar verme olanağı sunar.

Yapılan araştırmalara göre ise karar vericiler RPD yöntemini aşağıda yer alan durumlarda kullanmayı tercih etmektedirler [12]:

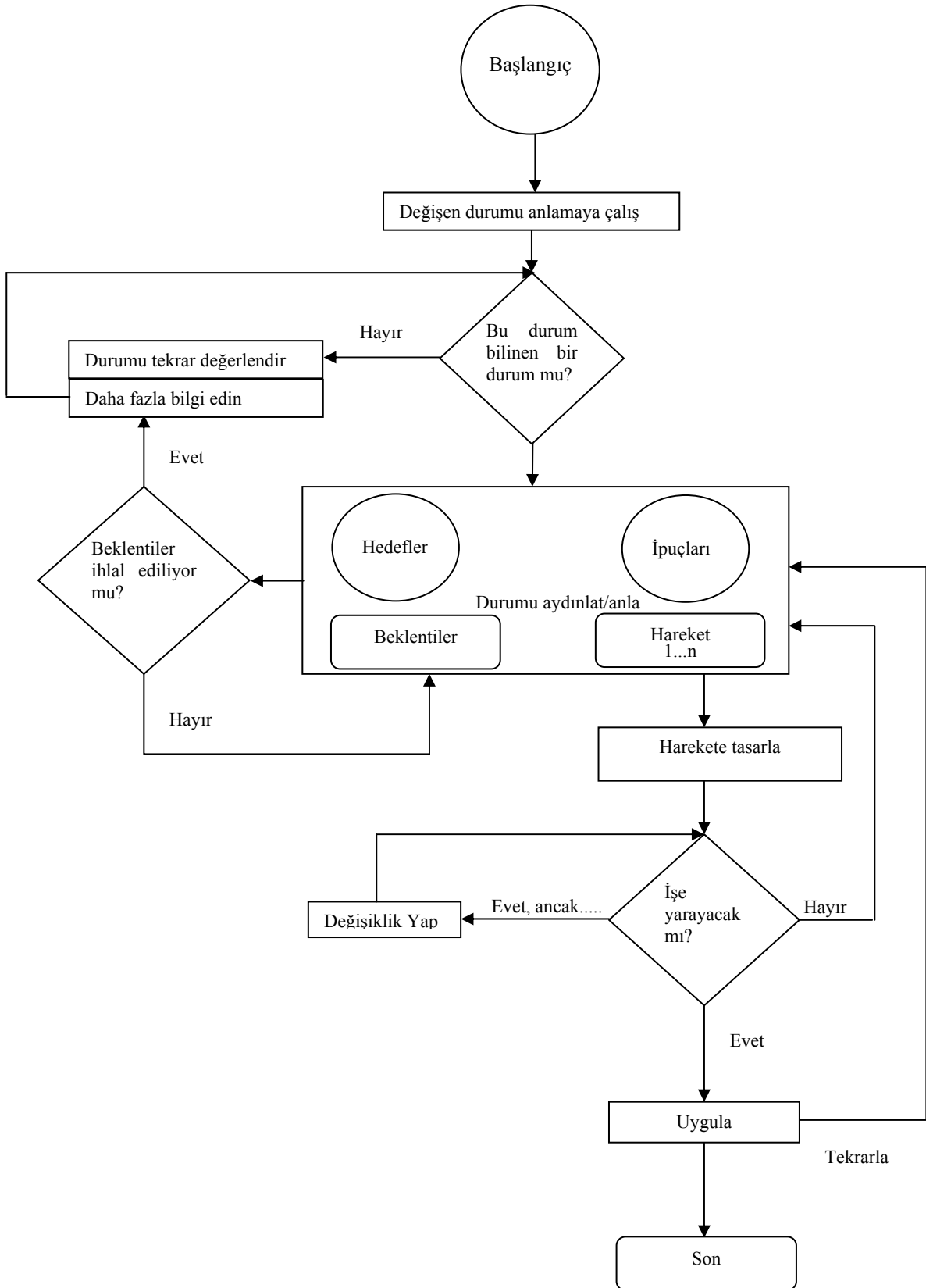
- Sadece tek bir alternatifin değerlendirildiği ve optimum karardan ziyade tatminkâr kararın yeterli olduğu, zaman baskısının yoğun olduğu durumlarda,
- Karar vericinin karar verme ortamındaki deneyiminin fazla olduğu durumlarda,

- Karar verme ortamının analiz yapmaya olanak sağlamayacak tarzda hızlı değişen ve dinamik olduğu durumlarda,
- Hedeflerin, kararın değerlendirilmesine olanak sağlamayacak kadar kötü tanımlandığı durumlarda karar vericiler RPD kullanma eğilimindedirler.

Yukarıda ifade edilen dört durumun doğal karar verme sürecinde tanımlanan sekiz faktörle ilişkisi vardır. Bu, RPD'nin doğal karar verme sürecinin geçerli bir örneği olduğunu göstermektedir.

Klein'in RPD sürecine ilişkin modeli Şekil 2.2'de görülmektedir. Buna göre karar verme süreci karar vericinin mevcut duruma aşına olup olmadığını belirlemesi ile başlamaktadır. Eğer söz konusu durum daha önce karşılaşmadığı bir karar verme olayı ise karar verici durumu anlamaya çalışarak daha önce karşılaştığı bir duruma uygun hale gelinceye kadar bilgi düzeyini arttırmaya çalışır. Durumu anlamayı müteakip karar verici tanımladığı bu duruma ilişkin olarak dört yan ürüne ulaşır. Bunlar hedefler, ipuçları, beklentiler ve hareketlerdir.

Dolayısı ile de bir sonuca ulaşma yeteneğine sahip olabilmektedir. Ancak, gelişen olayların karardan kaynaklanan beklentileri karşılamaması durumunda karar verici duruma ilişkin değerlendirmesini tekrar gözden geçirmek zorunda kalacaktır. Doğaldır ki beklentilerin karşılanması durumunda hareketler birer birer sırasıyla icra edilmeye devam edilecektir. Bu durum da RPD'nin ana yapısını oluşturmaktadır. Yani alternatifler birbirine olan üstünlüklerine göre değerlendirmeye tabi tutulmamaktalar. Klein deneyimli karar vericilerin kararlarının yaklaşık %50 ile %80'ini bu şekilde verdiklerini tespit etmiştir [14]. Müteakiben her bir hareket tarzına ilişkin olarak bilişsel bir benzetim süreci uygulanarak bunların hedeflerle olan tutarlılığı değerlendirilir. Değerlendirmenin olumlu sonuçlanması durumunda hareket tarzı bir karara dönüşerek uygulanır. Doğrudan olumlu bir sonuca ulaşmayacağı ve değişiklik yapılması gereken hareket tarzlarında ise yapılacak her değişikliği müteakip yeni bir bilişsel benzetim yapılarak değerlendirme yapılır. Netice olarak hareket tarzı ya karara dönüşür ya da tamimiyle ret edilir. Ret edilmesi durumunda da ise karar verici tüm süreci uygulamak üzere yeni bir hareket tarzı seçer.



Şekil 2.2. Klein'in RPD Modeli

RPD modellerinin kullanımını etkileyen üç karar verici niteliği mevcuttur. Karar vericinin karar verme ortamındaki deneyimini ne kadar artarsa o denli RPD kullanma eğilimi de artmaktadır [12.14.15].

Buradan hareketle daha önce benzer harekât nevilerini icra etmiş bir birlik komutanının bunları yapmamış olan bir komutana göre RPD kullanma ihtimali de artmaktadır. Deneyimi az olanının diğer faktörlerde uygunsa analitik bir karar verme yöntemini RPD'ye göre tercih edeceği açıktır. Bir diğer seçenek ise karar vericinin bu durumda durumu anlamaya çalışırken analitik bir yaklaşım kullanması ve daha sonra kararı vermek amacıyla RPD sürecini kullanması da olabilmektedir [12].

İkinci olarak durumsal farkındalık sayılabilir. Durumsal farkındalık karar vericinin durumu nasıl anladığını ifade eden bir terimdir. Daha karmaşık ve ayrıntılı bir tanımlama ise Endsley [21] tarafından şöyle ifade edilmiştir: "...ortamda bulunan elemanların zaman ve mekân boyutuyla algılanması, anlamlandırılması ve yakın gelecekteki durumlarının tahmini ". Durumsal farkındalık büyük oranda karar vericinin deneyimi ile ilgilidir. Deneyimli karar vericiler çabalarının büyük çoğunluğunu durumun anlaşılmasına ayırarak mevcut durumu geçmiş tecrübeleri ile karşılaştırmaya çalışırlar [22]. Deneyimli ve deneyimsiz karar vericiler geçmiş durum ile mevcut durum arasındaki ilişkiyi kurmak açısından birbirinden ayrılmaktadır [23].

Endsley durumsal farkındalığa ilişkin üç seviyeli bir model önermektedir. Bu seviyeler;

- Durumsal Farkındalık Seviyesi 1: Ortamda bulunan elemanların algılanması
- Durumsal Farkındalık Seviyesi 2: Mevcut durumun anlaşılması
- Durumsal Farkındalık Seviyesi 3: Yakın gelecekteki durumların tahmini.

Buna göre, durumsal farkındalıklığa ulaşmak için karar verici ilk olarak karar verme durumunu oluşturan anahtar elemanların statüleri, özellikleri ve sahip oldukları dinamiklerin farkında olmalıdır. Durumu anlamayı müteakip karar verici ortamdaki

elamanları parçaları ayırarak her bir bütünsel parçanın hedeflerine olan ilişkisini kurabilme olanağına kavuşmaktadır ki bu ikinci seviye olarak belirtilen farkındalık seviyesini oluşturmaktadır. Üçüncü seviyeye ise karar vericinin bütünsel alt parçaların, sistem dinamikleri ışığında gelecekteki durumlarına ilişkin projeksiyon yapabildiğinde ulaşılır. Deneyimsiz karar vericilerin de birinci aşamada yer alan faaliyetleri yaptığı gözlemlenebilmekle beraber, ancak, deneyimli karar vericilerin buradaki anahtar elemanların gelecek durumlarını doğru olarak tahmin edebildikleri de bir gerçektir.

Endsey'in durumsal farkındalığa ilişkin bakış açısı RPD ile tutarlılık içindedir. RPD ile kısaca karşılaştırıldığında, durumsal farkındalığın birinci aşaması modeldeki durumun anlaşılmasına karşılık gelmektedir. Durumsal farkındalığın ikinci seviyesi ise RPD modelindeki durumun anlaşıldığı ve hedefler, işaretler, beklentiler ile hareketler gibi dört yan ürüne ulaşıldığı aşamaya karşılık gelmektedir. Üçüncü seviye ise RPD modelindeki beklentilerin durumla ilişkilendirildiği aşamaya karşılık gelmektedir.

Durumsal farkındalık kısaca algılama ve kavrama arasındaki bir köprü olarak tanımlanabilir [24]. Bunun başlıca sebebi karar vericinin ancak durumsal farkındalığa ulaştıktan sonra RPD modelindeki çıkarsama yapma, planlama ve karar verme aşamalarına geçebilmesidir.

Durumun anlaşılması neticesinde ortaya çıkan ve daha önce belirtilen yan ürünler ile ipuçları deneyimin ve durumsal farkındalığın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır [23]. İpuçlarının varlığı karar vericinin geçmiş deneyimi ve durumsal farkındalık ile kazanılan karar ortamı anlayışı ile ortaya çıkar. Dolayısı ile ipuçları karar vericinin odaklandığı karar verme probleminin önemli bir unsuru olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda ipuçları sayesinde karar verici büyük miktardaki bilgi arasından kendisine gerekli olanı seçmesini sağlar. İpuçlarının karar vericiler tarafından kullanılması konusu daha önce Brunswick'in karar vermeye ilişkin mercecek modeli (lens model)

[25] ile gündeme getirildi, müteakiben bu çalışma Brehmer ve Hagafors'un karargâh karar verme [26] ile ilgili çalışmaları ile ve Hollenbeck in grup karar verme ile ilgili çalışması ile genişletildi [34].

Karar vericilerin niteliklerinden üçüncü olan ise bilişsel benzetim (mental simulation) oldukça büyük bir öneme sahiptir. Karar vericiler duruma ilişkin teşhislerini koyabilmek için bilişsel benzetimi kullanırlar. Probleme birçok açıdan yaklaşarak probleme ilişkin bilişsel bir resim oluştururlar. Bu sayede aynı zamanda bu durumun daha önce karşılaşılan alışlagelmiş bir durum olup olmadığına da duruma ilişkin birçok elemanı değerlendirerek karar verirler. Bu bilişsel benzetimin neticesinde ise probleme ilişkin durumsal farkındalık kazanımı sağlanır.

Bilişsel benzetim aynı zamanda beklentilerin oluşturulması ve değerlendirilmesine de yardımcı olur. Zira bu sayede karara verici olayları zihninde değerlendirirken muhtemel opsiyonların sonucuna ilişkin de bir fikir sahibi olur.

Karar verici, problemi tahlil edip beklentilerini oluşturduktan sonra ise eş zamanlı olarak çözüm seçeneklerini yine bilişsel benzetim yoluyla değerlendirir. Her bir seçeneğe ilişkin zihinsel oyun tatminkâr bir sonuca ulaşınca kadar devam etmektedir.

Sonuç olarak RPD modeli karar vericinin geçmiş deneyimlerinden doğal karar verme modelinin bir türevi olduğundan yararlanmakta olduğunu bu sayede bilişsel benzetim yoluyla hareket tarzlarının birbirlerine olan üstünlüklerinin değerlendirildiği ve genelde tecrübeli karar vericiler tarafından karar vermeye ilişkin kısıtlayıcı durumların söz konusu olduğu zamanlarda kullanılan bir yöntemdir.

2.3. Askerî Karar Verme Süreci

Askerî organizasyonlarda karar vericilerin vermek zorunda oldukları kararları iki çeşit olarak sınıflandırmak mümkündür. Bunlardan ilki askerî gücün belirlenen hedefine ulaşmasını sağlayacak faaliyetlerin seçimi ve uygulanmasına ilişkin kararlardır. İkincisi ise, söz konusu faaliyetlere ilişkin kaynakların tahsisi ile ilgili kararlardır [28]. Karar verici konumunda olan komutanın izleyeceği adımlar ülkelerin millî süreç tanımlamalarına bağlı olarak küçük farklılıklar gösterse de genelde ABD Savunma Bakanlığının Değerlendirme Sürecinin (Estimate Process) aşağıda yer alan aşamaları ile benzerlikler göstermektedir. Bunlar:

- Görevin Tanımlanması: Bu safha ana hatları ile vazifenin alınması, tahlilî, vazifeye ilişkin alt görevlerin tanımlanması ve gerekli zamanın planlamasının içerir. Böylece görev dolayısı ile ulaşılmak istenen hedeflere yönelik bir tahlil gerçekleştirilmiş olur.

- Durum Değerlendirmesi ve Hareket Tarzlarının Belirlenmesi: Bir önceki maddede vazife ve buna ilişkin alt görevlerin belirlenmesini müteakip mevcut durum tüm alt başlıkları (personel, lojistik v.b.) ile tespit edilerek icra edilmesi gereken çeşitli alternatif hareket tarzları belirlenir. Hareket tarzları belirlenirken mevcut konseptler ve buna bağlı taktik, teknik ile prosedürler de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, her bir hareket tarzının kaynak ihtiyacı da göz önünde bulundurulması gereken diğer bir husustur.

- Düşman Hareket Tarzlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Düşmanın muhtemel hareket tarzları belirlenerek bunlar güçlü ve zayıf yönleri açısından değerlendirilir.

- Dost Hareket Tarzlarının Karşılaştırılması: Önceki safhalarda yapılan analiz ve değerlendirmeler çerçevesinde kendi hareket tarzları birbirine üstünlükleri açısından değerlendirmeye tabi tutulur.

- Karar: Kendi hareket tarzlarımızdan en üstün olarak belirlenen hareket tarzı karar olarak kabul edilir. Bunun başka bir ifade ile anlamı verilen vazifenin seçilen bu karar çerçevesinde yapılacak olmasıdır.

- Yukarıda kısaca açıklanan ABD Savunma Bakanlığının Değerlendirme Süreci (Estimate Process) [28], Zihnî Planlama Süreci (Deliberate Planning Process) ve Kriz Eylem Planlaması (Crisis Action Planning) ana çerçeveleri açısından büyük

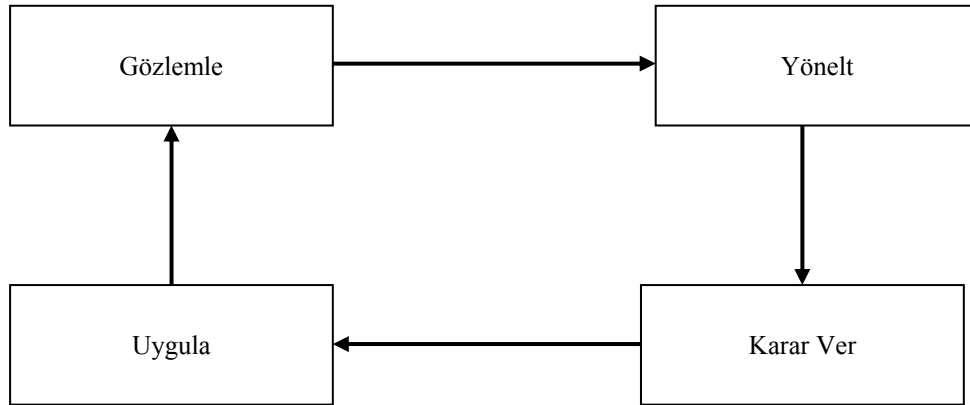
benzerlikler göstermektedir [29]. Bunun başlıca nedeni insan bilişsel karar verme sürecinin belirleyici olmasıdır.

Bunlardan Değerlendirme süreci daha genel iken Zihnî Planlama Süreci daha detaylı planlamaya ilişkin bir çerçeve sunar. Bu prosedürler ile sorumlu muharebe sahasında karşılaşılması olası muharebe durumlarına yönelik planlama yapılır. Aşamaları arasında başlatma, kavram geliştirme, planın gözden geçirilmesi ve planın desteklenmesi sayılabilir. Bu tür planlamalara birkaç ay süresince devam etmeyi müteakip belirli bir muharebe sahasına yönelik harekât planının oluşturulması ile sonuçlanmaktadır.

Kriz Eylem Planlaması prosedürü ise nispetten daha kısa süreli ve acil olarak karar bekleyen problemlere birkaç saat ile gün arasında değişen sürelerde kararlar üretmeyi hedeflemektedir. Altı basamaktan oluşan bir prosedürü vardır. Bunlar; durum geliştirilmesi, kriz değerlendirmesi, hareket tarzı geliştirilmesi, hareket tarzı seçimi, icra planlaması ve icradır.

Kriz Eylem Planlaması gibi belirli bir başlangıç ve sonu olan süreçler yerine bu karar verme sürecini sürekli bir faaliyet olarak ele almak bizi gözlemle (observe), yönelt (orient), karar ver (decide), uygula (act) şeklinde tanımlanan GYKU (OODA Loop) kapalı döngüsüne getirir. Söz konusu döngü Şekil 2.3'de gösterilmektedir. GYKU karar alma modeli askerî karar alma sürecini modellemek amacıyla 1987 yılında oluşturuldu [30]. Daha sonra ABD Genelkurmay Başkanlığı tarafından askerî karar verme sürecini betimleyen geçerli bir süreç olarak kabul edildi [31].

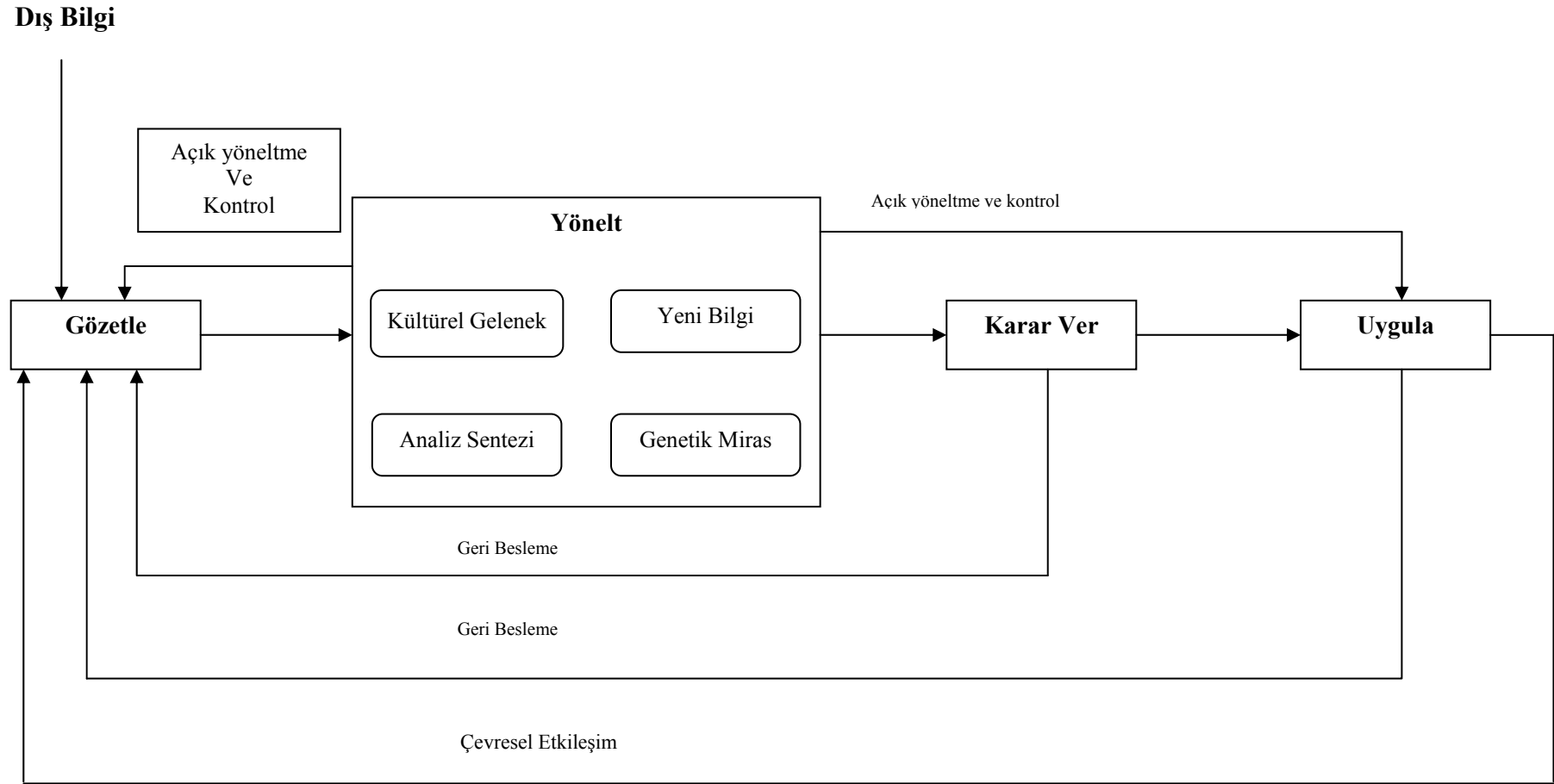
Şekil 2.3'de de görüleceği gibi karar alma süreci bir kapalı döngü şeklinde ele alınmakta ve alınan kararlar incelenerek uygulamaları kontrol edilmektedir. Böylece sürekli devam eden süreç ile düzeltici yeni kararlar alınarak durumun gereği gibi açıklığa kavuşturulması ve krizin çözüme ulaştırılması hedeflenmektedir.



Şekil 2.3. GYKU Karar Alma Döngüsü [31]

Şekil 2.4’de GYKU modelinin daha ayrıntılı şematik gösterimi görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi modelin Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeli ile büyük ölçüde benzerlikleri mevcuttur. Öncelikle her iki model de ilk iş olarak durumu gözlemlemekte müteakiben geçmiş tecrübe ve bilgi birikimi ile yöneltilme fonksiyonu devreye sokulmaktadır. Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeli ise bir adım öteye giderek bilişsel benzetimi de karar verme sürecine dâhil etmektedir. Bu tecrübeli karar vericilerin hangi hareket tarzının en iyi olduğuna yönelik yürüttüğü zihinsel bir süreçtir. GYKU modelinde ise hareket tarzlarının nasıl inceleneceği açık değildir. Aynı zamanda bu model çoğu tecrübeli karar vericinin yaptığı gibi en muhtemel hareket tarzı üzerinde yoğunlaşma yönünde bir kısıtlamaya gitmemektedir. Diğer açılardan incelenecek olursa her iki model de bu aşamadan sonra bir kararın verilmesini ve uygulanmasını öngörmektedir.

Geri besleme süreci her iki model için de önem arz etmektedir. GYKU modelinde karar verici verdiği kararlar ve meydana gelen faaliyetleri bir geri besleme süreci olarak alarak tecrübesini arttırmakta ve gelecekteki kararlar için bir girdi oluşturmaktadır. Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modelinde deki karar vericilerin faaliyetleri de büyük bir benzerlik göstermektedir. Zira söz konusu modele göre de sezgisel olarak belirlenen hareket tarzının değerlendirilmesinde geri besleme süreçleri kullanılmakta ve bu sayede verilen kararın neticeleri takip edilerek gelecek karar verme süreçleri için bir girdi oluşturulmaktadır.



Şekil 2.4. GYKU Modelindeki Süreçler, Veri Akışları ve Geri Besleme Döngüleri [31]

Yukarıda söz edilen karar verme modellerinin özelliklerinden hareketle; Değerlendirme Süreci, Zihnî Planlama Süreci ve Kriz Eylem Planlaması askerî karar vericinin takip etmesi gereken karar verme sürecini belirtirken, bir uzmanın karar verme süreci esnasındaki bilişsel süreçleri açıklamamaktadır. Aslında söz konusu modeller klasik karar verme teorisine göre takip edilmesi gereken karar verme sürecini takip etmektedirler. Buna karşın Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeli uzman karar vericilerin karar verme esnasındaki bilişsel süreçler esas alınarak türetilmiştir [12]. Yapılan geçerleme çalışmaları kapsamında Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modelinin verilen durumların %60'ına askerî karar vericiler tarafından uygulanması ile model geçerli olduğu belirlenmiştir [14, 16, 32, 33, 34]. Aslında muharebedeki kararların genelde belirsizlik altında ve zaman kısıtlamasının yoğun yaşandığı bir ortamda ve uzman karar vericiler tarafından verilmesi gerektiği düşünülecek olursa bu sonucun çok da sürpriz olmadığı görülecektir.

Örneğin Kaempf ve diğerleri [33] yaptıkları çalışmada karmaşık, zaman kısıtlamasının bulunduğu bir Gemi Harekât Merkezinde verilen kararların %95'inde Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modelinin uygulandığı belirlenmiştir.

Bu bölümde genel olarak askerî karar verme süreçleri ve buna bağlı modeller incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında, askerî karar modellerindeki asıl maksadın hareket tarzı üretmek için yapılandırılmış bir süreç olduğu açıkça görülebilir. Karar verici konumunda bulunan komutan kararları verirken genelde geçmiş dönemdeki tecrübe, bilgi, görgü ve yeteneklerine dayanır. Dolayısı ile ne kadar yapılandırılrsa yapılandırılсын salt mekanik modellerle bu süreci bilgisayarlı destekli kullanıma uygun olarak modellemek oldukça zordur.

Bu nedenle, muharebeyi karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olarak ele alarak gelişen yapay zekâ teknolojilerinden ve özellikle etmen tabanlı yapılardan yararlanmak suretiyle gerçeğe yakın karar verme süreçlerinin sayısal ortamlarda modellenmesi ile

uygulanması mümkün olabilmektedir. Çalışma kapsamında oluşturulacak mimarî ve modelleme ile yapılacak benzetim bu çerçevede ele alınarak geliştirtmiştir.

2.4. Karar Destek Sistemleri

Karar Destek Sistemleri (KDS) fikri ilk olarak ortaya çıktığında, KDS'leri eksik yapılandırılmış karar durumlarında yönetsel kararlar alınmasını destekleyen yapılara olarak tanımlanmaktaydı. Bu nedenle de, karar vericilerin yerini tutmaktan ziyade onların yeteneklerini arttıran bir ilave yapı olarak görüldüler. Kullanım açısından bakılacak olursa genelde son kararın insan eliyle verilmesinin gerekli olduğu ve standart algoritmalarla sonuca gitmenin mümkün olmadığı karar problemlerinde kullanıldılar. Bir kural olarak olmasa da temenni olarak da bu tür sistemlerin bilgisayar destekli, gerçek zamanlı çalışan ve grafiksel çıktı verebilen bir yapıda olması arzu edildi. Günümüzdeki tanımı ise aşağıda yer almaktadır. Doğaldır ki gelişen teknoloji ve donanımsal ürünler ile ihtiyaçlar KDS'lere yeni çok boyutlu bakış açıları getirmiştir. Bu bölümde KDS'ler ana hatları ile incelenerek önerilen etmen tabanlı modelin kapsamında açıklanmaya çalışılacaktır.

2.4.1. Tanım

Karar Destek Sistemine ilişkin Gorry ve Scott-Morton'un [35] kabul gören öncü tanımını müteakip, KDS'ler Little [36] tarafından "karar vericiye yardım edecek model tabanlı ve içinde karara yardımcı verilerin işlenmesine yönelik prosedürleri barındıran bir yapı" olarak tanımlanmıştır. Little'e göre böyle bir sistemin başarılı olabilmesi için basit, sağlam, kontrolü kolay, uyarlanabilir, önemli konular açısından eksiksiz ve kolay iletişim kurulabilir yapıda olmalıdır.

Bu tanımdan çıkarılabilecek diğer bir husus ise sistemin bilgisayar destekli ve kullanıcının karar verme becerisini arttırıcı bir yapıda olacağıdır.

Yukarıdaki tanım 1970’li yıllar boyunca uygulayıcılar ve akademisyenler tarafından kabul gördü. Ancak, 1980’li yıllarda Alter’in [37] yaklaşımı ve müteakiben Moore ve Chang [38], Bonczek, Holsapple ve Whinston [39] ve Keen [40] KDS’leri çeşitli açılardan ele alarak tanımlamalara yeni birer boyut getirdiler. KDS’lerin tanımlama yöntemine özet bir bakış Tablo 2.1’de yer almaktadır.

Tablo 2.1. KDS’lerdeki Tanımlama Boyutları [41]

Kaynak	KDS’nin Tanımlandığı Boyut
Gorry ve Scott-Morton	Problem tipi, Sistem Fonksiyonları
Little	Sistem Fonksiyonları, Arayüz Karakteristikleri
Alter	Kullanım biçimi ve sistem hedefleri
Moore ve Chang	Kullanım biçimi ve sistem yetenekleri
Bonczek, Holsapple ve Whinston	Sistem bileşenleri
Keen	Geliştirme süreci

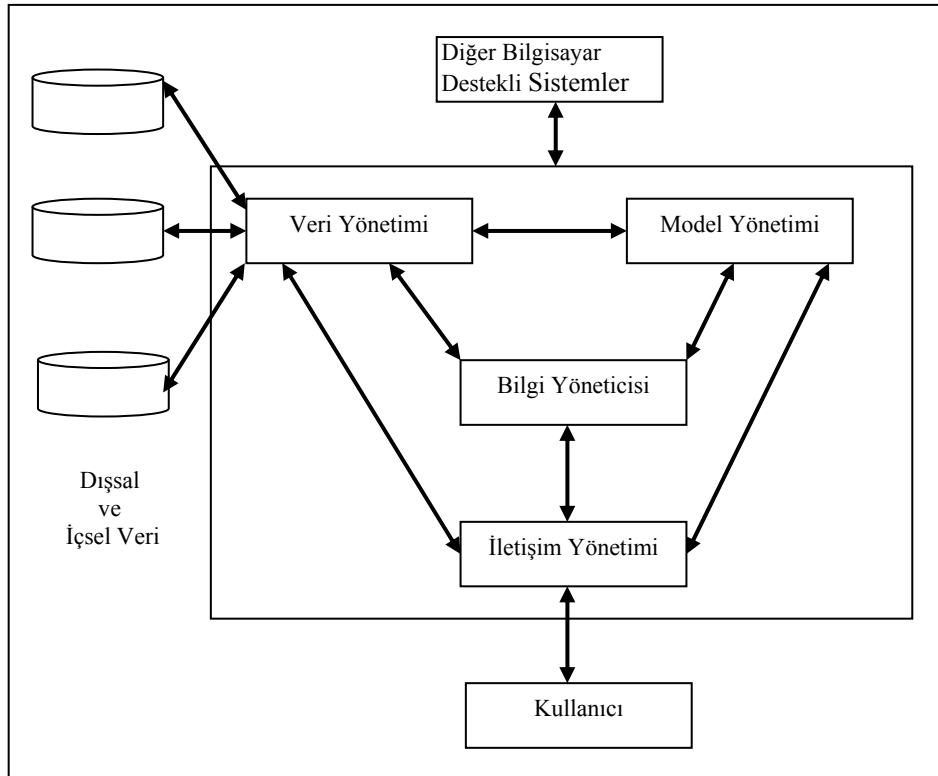
Görüleceği gibi genel kabul görmüş bir karar destek sistemi tanımına ulaşmak mümkün değildir. Ancak, çalışma kapsamında bizim açımızdan da kabul edilebilir karar destek sistemi tanımı ise şu şekildedir: Karar destek sistemi etkileşimli, esnek ve uyarlanabilir, yapılandırılmamış yönetsel problemlerindeki karar alma sürecini kısaltarak kararların kalitesini arttıran bilgisayar destekli bir bilgi sistemidir. Bu amaca ulaşmak için sistem verileri analiz edebilmeli, basit kullanıcı ara yüzlerine sahip olmalı ve karar vericinin ana fikrî ve hayata bakış açısını da girdi olarak kabul edebilmelidir. Yani daha karmaşık bir bakış açısı ile KDS aynı zamanda modeller kullanarak bunlardan optimum olanını seçebilmeli, karar verici ile etkileşim halinde süreçlerini yenileyebilmeli bu sayede de karar verme sürecinin her aşamasını destekleyebilecek, geçmiş tecrübelerden ders alacak şekilde verilerini veri tabanlarında saklayabilecek yapıda olmalıdır.

2.4.2. Karar destek sistemlerinin bileşenleri

Genel olarak KDS'ler şu alt sistemlerden meydana gelmektedir. Bunlar:

- Veri Yönetimi Alt Sistemi: Veri yönetimi, durumun gerektirdiği karar parametrelerini içinde barındıran ve veri tabanı yönetim sistemi olarak da isimlendirilen yapıyı içermektedir.
- Model Yönetimi Alt Sistemi: Bu alt sistem karar vermeye yardımcı yazılımsal algoritma ve modelleri içermektedir.
- İletişim Alt Sistemi: Kullanıcı ara yüzü olarak da tanımlanan bu alt sistem vasıtasıyla karar verici KDS'nin çalışmasını yönlendirebilmekte ve muhtemel karara kendi bilgi ve tecrübesini yansıtarak etki edebilmektedir.
- Bilgi Yönetimi Alt Sistemi: Bu alt sistem ise hem diğer alt sistemleri destekleyen bir şekilde hem de kendi içinde bağımsız çalışabilen ve doğru desteğin sağlanmasını hedefleyen bir alt sistemdir.

Yukarıda sayılan KDS bileşenleri amaca uygun olarak farklılık gösterse de genel olarak bu temel üzerine inşa edilmektedir. Genel yapının kavramsal bir gösterimi Şekil 2.5'de yer almaktadır.



Şekil 2.5. Karar Destek Sistemi Kavramsal Modeli

2.4.3 Karar destek sistemi kullanmanın faydaları

KDS kullanmak kullanılacak organizasyon açısından birçok fayda yaratır. Burada bunu ele almanın başlıca sebebi okuyucuya askerî uygulamalarda kullanılacak bir karar destek sistemin de benzer yararlar sağlayacağını ve elde edilecek fayda ile maliyet haricî olarak daha kritik kazançlar elde edilebileceğini dikkat çekmektir. Bu kapsamda, KDS kullanmanın başlıca yararları şöyle sıralanabilir:

- Karmaşık problemleri çözme yeteneği
- Değişken ortamlardaki durumsal değişikliklere hızlı tepki
- Farklı stratejilerin farklı konfigürasyonlarda hızlı ve hedef odaklı olarak denenmesini mümkün kılması
- Birçok duyarlılık analizi yapabilme nedeniyle kullanıcıyı eğiterek yeni bakış açıları getirebilme
- Kolaylaştırılmış iletişim
- Artırılmış yönetsel kontrol nedeniyle artırılmış performans
- Maliyet tasarrufu
- Objektif kararlar (Sayısal modeller kullanıldığında mümkün olmaktadır. Ancak, daha önce de ele alındığı üzere muharebe alanında alınacak birçok kararın objektif olmaktan ziyade tatminkâr olması yeterlidir.)
- Yönetsel etkinlik değerinin artması ile kara vermeye daha kaliteli zamanın tahsis edilebilmesi
- Karar vericinin artan verimi. [41]

Yukarıda kısaca klasik KDS'ler tanımlanmaya, bileşenleri ortaya konmaya ve yararları sıralanmaya çalışılmıştır. Bundaki asıl hedef daha önce de anlatıldığı üzere KDS ile işletme bazında sağlanan yararların eğer ki ortam ve karar süreçleri iyi modellenirse askerî alanda da uygulanabildiğinin ortaya konmasıdır. Özellikle zeki sistemler ve buna bağlı etmen mimarileri ve çoklu etmen yapıları yardımıyla ihtiyacı karşılayan bir KDS üretmenin mümkün olduğu ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır.

2.5. Sonuç

Bu bölümde genel olarak karar verme süreçlerini gerek sayısal yönü ağır basan gerekse bilişsel yönü ağır basan şekilde inceledik. Bu incelemeyi yapmaktaki hedefimiz önerilen mimarinin bu geleneksel sayılabilecek yöntemler karşısındaki üstünlüğü ortaya koyarken mimarinin bilişsel karar verme süreci hakkında bir açıklamada bulunmaktır. Zira insanın karar verme modelinde bilgisayar destekli bir karar desteği yaratmanın ön şartı onun bilişsel olarak nasıl karar verdiğini ortaya koymaktır. Bu bölümde bu gerek teorik gerekse askeri karar verme açısından sunulmuştur.

Bölümün sonunda ise genel olarak karar destek sistemleri açıklanarak müteakip bölümde ele alınacak zeki karar destek sistemlerine ve bu bağlamda genel olarak muharebe için yaratılacak bir karar desteğinden genel hatları ne anlaşılması gerektiği ortaya konmaya çalışılmıştır.

Müteakip bölümde insanın karar verme ve yorumlama şeklini yansıtırma açısından öne çıkan Yapay Zekâ ve bu kapsamda Zeki Etmenler ile Zeki Karar Destek Sistemleri ele alınacaktır.

BÖLÜM 3. YAPAY ZEKÂ, ZEKİ ETMENLER (INTELLIGENT AGENTS) ve ZEKİ KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

3.1. Giriş

Neredeyse insanlığın başlangıcından beri insanoğlu savaş sanatını geliştirmeye yönelik çalışmalar yapmıştır. Gelişen iktisadi ve sosyal yapılarla savaş da farklı bir hâl almaya başlamıştır. Buna bağlı olarak da strateji ve taktiklerin doğruluğunu ve zayıf noktalarını test etmek için, başka bir ifade ile askerî analizler için harp oyunları kullanılmıştır [42,43,44]. Tüm dünya ülkeleri harp oyunları ve tatbikatlar icra ederler. Ancak, insan katılımının yoğun olduğu çalışmalar maliyetleri ve riskleri nedeniyle tercih edilmemektedir. Buna karşın günümüzde bilgisayar destekli sistemler gerek tatbikat gerekse gerçek muharebe koşullarında etkin karar desteği sağlayan yapılar olarak ortaya çıkmışlardır.

Daha nceki bölümlerde bilişsel modeller ile klasik karar verme yöntemleri konusunda aılamada bulunulmuştur. Bu bölümde ise kısaca YZ teknikleri ele alındıktan sonra bunlardan, muharebe modellemeye en yatkın olanı olarak kabul edilen, Etmenler, oklu Etmen Sistemleri ve Zeki Karar Destek Sistemleri incelenecektir.

3.2. Yapay Zekâ

Karar vericilerin karar verme Şekillerini tespit edip bunu modellemek, zeki karar destek sistemi oluşturmak için ilk aşama olarak daha önceki bölümde ele alınmıştır. Bir sonraki aşama ise elde edilen bu matematiksel ve bilişsel modellerin bilgisayarın anlayabileceği, işlem/çıkarsamalar yapabileceği Őekle dönüştürecek algoritma ve

tekniklerin ortaya konmasıdır. Bu bağlamda Yapay Zekâ teknikleri etkili çözümler sunarlar.

Yapay Zekâ (YZ); zekâ ve düşünme gerektiren işlemlerin bilgisayarlar tarafından yapılmasını sağlayacak araştırmaların yapılması ve yeni yöntemlerin geliştirilmesini sağlayan bir bilim dalıdır. YZ; düşünme, anlama, kavrama, yorumlama ve öğrenme yapılarının programlamayla taklit edilerek problemlerin çözümlerine uygulanması olarak da ifade edilebilir [45].

YZ araştırmalarının ana amacı insanın bilgi işleme prensiplerinin anlaşılması ve biyolojik sinir sistemlerinin çalışma mekanizmalarının çözülerek bunların taklit edilmesidir. Özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler YZ çalışmalarını hızlandırmış ve teorik çalışmalar uygulama alanı bulmuştur. Başlıca Yapay Zekâ teknikleri arasında müteakip aşamada kısaca incelenecek olan;

- Sonlu durum makineleri (finite state machines) ve markov zincirleri
- Uzman sistemler (kural tabanlı sistemler)
- Durum temelli çıkarsama (Case-Based Reasoning) modeli
- Yapay sinir ağları
- Bulanık Mantık ve
- Genetik Algoritmalar sayılabilir.

Sonlu Durum Makineleri (SDM), insanın karar verme sürecinin benzetiminde kullanılan, birbirine dönüşüm fonksiyonları ile ilişkilendirilmiş durum kümelerinden oluşmaktadır. Burada her bir durum SDM'nin çevresine ilişkin bir koşula karşılık gelmektedir. Her bir duruma gelinmesi durumunda bununla ilişkilendirilmiş bir veya birden fazla görevin icra edilmesi gerekmektedir. Mevcut durumdaki dönüşüm fonksiyonunun içerdiği kurala bağlı olarak bir sonraki durum ve buna bağlı koşullar tanımlanmaktadır [46].

Markov Zincirleri ise SDM'lerin bir türevi olarak görülebilir. Ancak, burada durumlar arası geçiş olasılıklı bir yapıya sahiptir. Dolayısı ile bir Markov sürecinde, durumun oluşabilmesi aslında sadece önceki durumun ne olduğuna bağlıdır.

İnsan davranışlarını ve karar vermeyi SDM'ler kullanmak suretiyle modelleyen askerî benzetimlerden biri de Modüler Yarı-Otonom Kuvvetler (Modular Semi-Automated Forces-ModSAF) benzetim sistemidir [2,47]. Söz konusu benzetimin temel dayanağını görevler oluşturmaktadır. ModSAF'ta yer alan her bir görev SDM yaklaşımı ile modellenmektedir. Burada netice olarak şunu da belirtmekte yarar olduğu değerlendirilmektedir: İnsanın karar verme sürecinin tamamını SDM ile modelleyen bir yazılım henüz mevcut değildir. Dolayısı ile SDM'lerin gerçekçi davranış modellemesinde kullanılmasının önünde ciddi bir engel mevcuttur [48].

Uzman sistemlerde amaç; bir problemi o problemin uzmanların çözdüğü şekilde çözebilen bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesidir. Uzman sistemlerde zeki davranışlar “Eğer...ise (If...Then)” şeklindeki mantıksal kural cümleleri yardımıyla oluşturulmuş bir bilgi tabanı ile sağlanır. Bu kurallar toplamı sistemin cevap verebileceği durum ve faaliyetler uzayını oluşturmaktadır. Uzman sistemin bir uzman gibi görünmesi bu ara birimdeki açıklama yeteneğinin gücüne bağlıdır [49]. Uzman sistem kullanımı ile bazı problemlerin deneyimsiz karar vericiler tarafından çözülmesinde önemli yararlar elde edilebilir. [45,50]. Özetle bir uzmanın tüm bilgisini “Eğer... ise “ kurallarına indirgeme zorluğu [51] ile uzman sistemlerin değişen durumlara ilişkin esnekliklerinin olmaması nedeniyle ortaya çıkan karar verememe veya yetersiz karar verme durumları [2] uzman sistemlerin etkinliklerini kısıtlı kılan başlıca özelliklerdir.

Ancak, uzman sistemlerin değişken durumlara karşı etkisiz olmasının önüne geçmek için bunlara öğrenme mekanizmasının entegre edildiği SOAR gibi kural tabanlı sistemlerde mevcuttur [52]. Örneğin TacAir-SOAR pilotların çeşitli muharebe

durumlarındaki taktik karar verme şekillerini içeren ve ana SOAR karar verme mekanizmasını kullanan bir askerî benzetim sistemidir [53].

Durum Temelli Çıkarsama bilginin durumlardan derlendiği bir tekniktir. Başka bir ifade ile daha önce çözüm bulunmuş problemlere ilişkin çözümlerin bulunduğu bir kütüphaneden yararlanmak suretiyle yeni bir probleme çözüm bulma yöntemi olarak da tanımlanabilir [54,55].

Durum temelli çıkarsamanın askerî karar verme süreçlerinde kullanımına ilişkin bir uygulama yoktur. Kullanıldığı alanlardan biri ise inşaat endüstrisidir [56]. Durum temelli çıkarsama tekniğini kullanan yapılar uzman sistemlere göre daha esnek olmalarına rağmen yine kuralların kısıtlayıcı etkileri ve görev uzaylarının belirsizliği nedeniyle askerî kullanım için çok uygun değildir.

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir [57].

YSA'lar veri paketinin sahip olduğu eğilimleri tespit etmede çok yetenekli yapılardır [58]. Bu nedenle de daha önce ele alınan RPD sürecinin tanımlama bölümünde etkin olarak kullanılabilirler. Ancak, bu maksatla yapılacak YSA bir tasarımında muharebenin tüm parametreleri için kullanılabilmesi için çok büyük miktarda eğitim verisi ile ağı eğitilmesi gerekecektir.

Durumun anlaşılması ve hareket tarzlarının tespitine yönelik RPD sürecini YSA'larına uygulamak üzere yapılan bir çalışmada [59], YSA'ların RPD uygulamaları için etkin çözümler sunabildiği belirlenmiştir. Ancak, RPD'nin

temelini teşkil eden bilişsel benzetimin bu çalışmada kullanılmamış olması bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca, tam ve eksiksiz veri paketlerinin kullanılmış olması ve her bir karar vericinin kişisel tercih, yetenek ve deneyimlerinin göz ardı edilmiş olması bir eksiklik olarak sayılabilir. Netice itibariyle sayılan bu eksikliklerle bir askerî karar vericinin gerçek muharebe ortamındaki karar parametrelerine yakın bilgisayar destekli zeki karar desteğinin sağlandığını söylemek güçtür.

Bulanık Mantık (BM), belirsizliklerin anlatımını ve belirsizliklerle baş edebilmeyi mümkün kılan bir matematiksel model olarak tanımlanmaktadır. BM kullanılarak yapılacak çıkarsamalara ile insanın karar verme mekanizmalarına daha özdeş sistemlerin tasarımı mümkün olabilmektedir. Robichaud [60] tarafından yapılan başarılı bir çalışmada YSA yapısı bir BM çıkarsama mekanizması ile birleştirilmiştir. Ne var ki gerçekte var olan bilişsel benzetim ve karar vericinin kişisel özellikleri bu çalışmada da eksik bırakılmıştır.

Yukarıda da anlatıldığı gibi BM ile YSA'nın birlikte kullanımı karar vermeye yönelik yapılacak modellemelerde gelecek vaat eden bir konudur. Söz konusu iki tekniğin birlikte kullanılması ile her ikisinin de güçlü yönlerinden azami fayda sağlanabilmektedir. George ve Cardullo [61] yaptıkları çalışma ile YSA ve BM tekniklerini birini takip eden uçakları kullanan pilotların kararlarının modellenmesinde başarılı bir şekilde kullanmıştır.

Karmaşık optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan bir teknik de Genetik Algoritmalar'dır. Genetik Algoritmalar çok güçlü bir optimizasyon yöntemi olmalarına rağmen, insanın karar vermesinde kullanılacak mimari için bilişsel süreçleri modellemekte yetersiz kalabileceklerinden dolayı muharebe alanının gerektirdiği çeviklikte tatminkâr çözüm üretebileceklerini söylemek güçtür.

Yapay Zekâ tekniklerine ilişkin olarak yapılan kısa değerlendirmelerden de görüleceği gibi, muharebe modelleme veya askeri amaçlı karar destekte kullanılabilecek salt bir teknik yoktur. Ancak, bazı tekniklerin birlikte kullanılması ile oluşturulmuş çalışmalar mevcuttur.

3.3. Etmen (Agent)

Etmenin ne olduğu konusunda tam bir fikir birliği yoktur ancak, konunun irdelenmesi açısından yapay zekânın emekleme safhasında Carl Hewitt tarafından ortaya atılan eş zamanlı aktör modelini incelemekte yarar vardır [62]. Bu modelde, aktör olarak tanımlanan kendi kendine yeterli, interaktif ve eş zamanlı faaliyetler icra edebilen bir nesne ele alınmaktadır. Bu nesne içsel durumunu kontrol edebilmekte ve benzer nesnelere gelen mesajlara cevap verebilmektedir. Söz konusu modeli basit bir etmen modeli olarak da tanımlamak mümkündür.

Etmen, Güncel Türkçe Sözlükte “birlikte veya ayrı ayrı etkisini gösteren ve belli bir sonuca götüren güçlerden, şartlardan, öğelerden her biri” olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla da bu tanıma göre, etmen kelimesi ile amaca uygun olarak birçok farklı olgunun ifade edilebilir. Ancak, çalışma kapsamında ifade ettiğimiz etmen, yazılım etmenidir (software agent). Bu bağlamda yazılım etmeni, bir yazılım ortamında, tasarım hedeflerini gerçekleştirmek için otonom işlemler yapabilen bir bilgisayar sistemi olarak tanımlanabilir.

Yazılım etmeni teknolojisi hızla gelişen bir teknoloji alanıdır. Başlıca kullanım alanları arasında iş akış yönetimi, telekomünikasyon ağ yönetimi, hava trafik kontrolü, işletmelerin süreç değişim mühendisliği uygulamaları, veri madenciliği, bilgi erişimi/yönetimi, e-ticaret uygulamaları, eğitim, elektronik posta süzme işlemleri, sayısal kütüphaneler, komuta kontrol, akıllı veri tabanları ve çizelgeleme uygulamaları sayılabilir. 1995 yılında Guilfoye “Önümüzdeki on yıllık süreçte bilgi

teknolojilerinde büyük bir değişim yaşanacak ve birçok tüketim ürünlerinde gömülü etmen tabanlı sistemler kullanılacaktır.” demiştir [63]. Aslında çevremizi iyi tahlil ettiğimizde bunun büyük oranda gerçekleştiğini, yine de karmaşıklık derecesi yüksek olan muharebe, ekonomi gibi alanlara yönelik çözüm üretilmediğini söyleyebiliriz.

3.4. Zeki Etmen

Daha önceki kısımda etmen tanımlaması yapılmıştı. Ancak tanımlanan etmenin yapay zekâ ile desteklendiği tam ifade edilmediğinden her yazılım etmenini de zeki olarak tanımlamak mümkün değildir. Zeki etmeni tanımlamadaki en belirleyici özelliklerden biri onun sahip olduğu otonomi derecesidir. Ayrıca, kendine benzer veya benzer olmayan etmenler ile iletişim kurabilmesi de etmenin zeki olması için gereken vazgeçilmez özelliklerden birisidir. Özellikle kurduğu iletişim ile tasarım gereklerine göre reaktif veya proaktif olarak amaçlarını gerçekleştirmeye çalışması, öğrenme ve işbirliği geliştirme yeteneğinin olması etmeni zeki kılan başlıca diğer özelliklerdir.

Bu bağlamda; “Zeki Etmen, kesintisiz olarak, başka varlıklar (insan veya yazılım) adına tasarım amacına uygun olarak görevler icra eden gerçekleştiren otonom yazılım varlıkları” olarak tanımlanabilir. Tanımlanan yazılım varlığı kullanıcısının amaçlarına ilişkin bilgi sahibi olarak, dış dünyasını algılayıcıları vasıtası ile algılamaya ve buna mukabil davranış gösterme yeteneğine sahiptir.

Tanımlardan hareketle aşağıda sıralanan başlıca etmen özelliklerine ulaşmak mümkündür. Bunlar:

- Otonomi : Etmen sürekli nezaret olmadan ve doğrudan insan etkisi altında bulunmadan tasarım hedefine uygun olarak kendi inanç, istek veya niyetine göre davranışlar gösterebilir.

- Etkileşimlilik : Etmen çevresi ve diğer etmenlerle etkileşime girebilir. Etkileşim etmenin çevresi içerisinde sergilediği davranış bütünü olarak tanımlanabilir. Özellikle ilerde daha da ayrıntılı olarak ele alacağımız reaktif ve proaktif davranışlar burada vurgulanması gereken iki davranış şeklidir.
- Uyum Sağlayabilme : Etmenler algılama yetenekleri dâhilinde çevrelerinde bulunan diğer etmenleri algılayabilir. Bu sayede içsel durumlarını çevrelerine veya tecrübelerine uygun olarak değiştirebilirler.
- Sosyallik : Etmenler; eşlik etme ve arkadaşlık gibi insan sosyal yaşamına uygun davranış modellerini kullandıkları etmen iletişim dilleri sayesinde oluşturabilirler. Etmenler etkileşime girme yetenekleri sayesinde gerektiğinde başka etmenler ve insanlar ile etkileşime girerek problem çözme görevlerini daha etkin icra etme veya davranışları ile başka işlemlere yardımcı olma yeteneği de sergileyebilirler [64].
- İşbirlikçilik : Etmenler ortak bir amacı gerçekleştirmek için işbirliği girme yeteneğine sahiptirler. Bu özellik özellikle çoklu etmenlerden oluşan yapılar için vazgeçilmezdir.
- Rekabetçilik : Etmenler diğer etmenlerle rekabet edebilir ve onların işbirliği taleplerini geri çevirebilirler Bu özellik bir tek etmenin hedefi gerçekleştirme istendiği durumlarda büyük önem arz etmektedir.
- Geçici süreklilik : Etmenler sürekli görev yapma yeteneğine sahip olduklarından onların gerektiğinde etkin kullanımına sağlamak maksadıyla onları bazen devre dışı bırakmak genel sistemi faal tutmada kullanılan bir özelliktir.
- Karakter : Etmenler kişilik ve duygusal durum gibi insan benzeri durumlara sahiptirler.
- Hareketlilik : Hareketlilik özelliği bir ortamdan diğer ortama fonksiyonlarını kaybetmeden geçebilme özelliğidir.
- Öğrenme : Etmenler gerek davranışları gerekse çevreleri ile etkileşimleri neticesinde öğrenirler. Öğrenme kilit özelliklerden biri olarak kabul edilir. Hatta etmeni öğrenme yeteneği oranında zeki olarak da tanımlamak yanlış olmaz.

Doğal olarak etmenlere kullanıldıkları uygulama alanlarına uygun karakteristikler kazandırmak bunların etkin görev yapmalarını sağlayabilir, ancak temel özellikler açısından yukarıda belirtilenlerin yeterli olabileceğini söylenebilir [65].

Etmen tabanlı sistem ise etmenler topluluğu olarak ifade edilebilir ancak, uygulamada tamamen etmen yapılarından oluşan sistemlerden söz etmek mümkün değildir. Yine nesne yönelimli yazılımlardan hareket edecek olursak, bir sistemi nesnelere cinsinden tasarlamak mümkündür ancak, uygulama ortamı nesne yönelimli bir yazılım ortamı olmayabilir.

Etmen tabanlı bir sistemde ise, sıfırdan farklı birçok etmen yer alabilir. Çoklu etmen yapısı tekli yapıya göre daha karmaşık ve genel olmasının yanında birbiriyle etkileşim içindeki birçok etmenin kullanıldığı bir yapıdır. Gelişen işlemci güçleri ve iletişim yeteneği çoklu etmen yapılarına doğru bir gidişin olduğunu göstermektedir. Yukarıdaki bilgiler ışığında Etmen tanımını yeniden özetlemekte yarar vardır. Buna göre Etmen;

- Bir çevrede davranış gösterme yeteneğine sahip,
 - Doğrudan başka etmenlerle iletişim kurabilen,
 - Belirli hedeflerle güdülen,
 - Kendi kaynaklarını kullanan,
 - Kendi çevresini algılama yeteneğine sahip,
 - Görev uzayının sadece belirli bir kısmı hakkında bilgisi bulunan,
 - Beceriler ortaya koyup hizmet sunabilen,
 - Tasarıma bağlı olarak kendinin kopyasını çıkarabilme yeteneğine sahip,
 - Kendisi için tanımlanan hedefleri gerçekleştirmeye çalışırken icra edeceği davranışları mevcut kaynakları ve çevreye ilişkin algılama ile iletişim yetenekleri vasıtasıyla yönlendirilen,
- bir varlıktır.

Etmenler görev uzaylarının tamamını algılamayıp sadece tasarım gerekleri çerçevesindeki miktarı algıladıklarından çevrelerine ilişkin sadece kısmi bilgiye sahiptirler. Bunu örneğin uçak üreten bir firmadaki bir mühendisin sadece kendi çalıştığı alandaki üretim bilgisine sahip olması, ancak, uçağın tamamının nasıl üretileceğini ayrıntılı olarak bilememesine benzetebilir. Görev uzaylarının büyüklüğü ve karmaşıklığı etmenlerin amaca uygun olarak faaliyet göstermelerini zorunlu kılmaktadır.

Buradan hareketle çalışmamız kapsamında kullandığımız yazılım etmeni;

- Açık bilgi işlem sistemi,
- Başka etmenlerle iletişim kurabilen,
- Tanımlanmış hedefleri vasıtasıyla güdülen,
- Kendi kaynaklarına sahip,
- Başka etmenlere ve çevresine ilişkin kısmi bilgi sahibi,
- Başka etmenlere uzmanlığı ile ilgili hizmet sunabilen,
- Tanımlanmış hedefler, çevresine ilişkin algılamaları ve diğer etmenlerden aldığı bilgiler ile davranış gösterebilen bir yapıdır.

Sonuç olarak yazılım etmenleri bugüne kadar klasik bilişim sistemleri ile gerçekleştirmediğimiz birçok karmaşık işlemi kolaylıkla gerçekleştirme yeteneğine sahiptirler. Bu özellikle de en karmaşık ortamlardan biri olarak kabul edilen muharebe ortamında kullanılmaları durumunda şu ana kadar gerçekleştirilen uygulamalardan çok daha başarılı bilişim uygulamaları elde edilmesi mümkündür.

3.5. Çoklu Etmen Sistemler (Multi-Agent Systems)

Yukarıdaki kısımda etmenler tanımlanmış ve özellikleri de kısaca anlatılmıştır. Özellikle dağıtık bilgisayar yapılarının ortaya çıkışı ile beraber çoklu etmenlerden yararlanarak daha etkin çözümler üretme düşünceleri de artmıştır. Zira etmenlerin

tek başlarına kullanılması ile problemlere çözüm getirildiği enderdir. Çoklu etmen yapıları, dağıtık çevrelerde çok sıkı tanımlanmış kurallarla göre faaliyet gösteren faaliyet gösteren birçok etmeden ve onların iletişim ve işbirliği yeteneklerinden faydalanarak daha etkin çözümler sunarlar. Bu bağlamda çoklu etmenin tek bir etmene tercih edilmesinin gerekçeleri arasında şunlar sayılabilir:

- Çok fazla görevi yerine getiren tek bir etmen performans, güvenilirlik ve bakım gibi konularda yetersizlik gösterebilir. Buna karşın Çoklu Etmen Sistemleri dağıtık yapıları gereği modülerlik, esneklik, değiştirilebilirlik ve genişletilebilirlik gibi özelliklere sahiptir.
- Tek bir etmenin büyük miktarda özel bilgiyi edinmesi zordur. Oysaki dağıtık süreçlerden oluşan Çoklu Etmen Sistemler daha fazla bilgi kaynağına eş zamanlı olarak erişebilir.
- Dağıtık Sistemlere gereksinim duyan uygulamalarda tek etmen yerine Çoklu Etmen Sistemleri ile daha etkin sonuçlar alınabilir.
- Bilişsel bilimcilerin ifade ettiği şekilde zekilik seri işlem yapan sistemlerden ziyade çoklu işlem yapan sistemler vasıtası ile sağlanabilir. Bu bağlamda Çoklu Etmen Sistemler, zeki etmen tabanlı uygulamalar için vazgeçilmez bir unsurdurlar.

Yukarıda sayılanlardan hareketle Çoklu Etmen Sistemlerin başlıca özelliklerini şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Çoklu Etmen Sistemler, iletişim ve etkileşim protokolleri için bir alt yapı sağlarlar.
- Çoklu Etmen Sistemler genellikle açık sistemler olup merkezi bir kontrol yapıları yoktur.
- Çoklu Etmen Sistemler ortamda otonom veya işbirliği yaparak davranış gösteren etmenleri bir çatı altında toplar.

Özetle Çoklu Etmen Sistemleri yaygın bir yapay zekâ uygulaması olup yazılım modülleri arasında işbirliğinin gerekli olduğu, bir problemin çözülmesi gerektiği ve uzaman bilgisi içeren modüllerle iş birliği yapılması gerektiği durumlarda kullanılmaktadır [66]. Geliştirilecek sistemde tek bir etmene sahip bir yapı mı yoksa çoklu etmene sahip bir yapının mı tercih edilmesi gerektiği tamamıyla sistemin

tasarımı esnasında yapılacak gereksinim analizinde ortaya çıkacak bir konudur. Ancak, genel olarak şunu söylemek de yanlış olmaz muharebeye yönelik bir karar destek vasıtası olarak kullanılacak sistemlerde, Çoklu Etmen Sistemlerin kullanılmasında yarar vardır.

3.6. Etmenler ve Nesnelere

Etmenler ile nesnelere aralarında temel farklılıklar olmasına rağmen birbirine çok karıştırılan kavramlardır. Bir nesne, içinde bir durum barındıran ve bu duruma bağlı olarak davranışlar gösteren veya bu durumu değiştirmek için metodolojiler uygulayan bir varlıktır. Hatta nesnelere mesajlar vasıtası ile birbiri ile iletişim kurmaları mümkündür. Bu açıdan bakıldığında önemli benzerlikler taşıdıkları söylenebilir. Ancak, çok temel bazı konularda etmenler ile nesnelere ayrışır.

Öncelikle etmenler nesnelere göre daha fazla otonomiye sahiptirler. Zira etmenler, başka bir davranış gösterme veya göstermeme konusunda hem karar verme yeteneğine ve özgürlüğüne sahipken nesnelere böyle bir özelliği yoktur. Nesnelere kendi durumlarına ilişkin kontrol sahibi iken davranışlarını kontrol etme yetenekleri yoktur.

İkinci olarak etmenler nesnelere göre esnek (reaktif, proaktif) davranışlar gösterebilen yapılardır. Oysaki standart nesne modelinde bu tip davranışları modelleyene bir yapı yoktur.

Üçüncü olarak özellikle çoklu etmen yapılar paralel ve çok yönlüdürler. Burada her bir etmenin kontrole ilişkin kendi mekanizması vardır. Oysaki nesne yönelimli yapılarda genel sistemin tek bir kontrol mekanizması vardır. Bu konuda son zamanlarda özellikle Java gibi nesne yönelimli yazılımlarda da eşzamanlılık

yaklaşımları ortaya çıktıysa da bu etmenlerle ifade edilmek istenen düşüncenin dışındadır.

Sonuç olarak etmenler ile yazılım nesnelere birbirine tanımca benzeseler de farklı yazılım varlıklarıdır. Nensen yönelimli yaklaşımlar kullanarak etmen yapıları oluşturmak mümkündür. Ancak, doğrudan nesneyi etmen olarak tanımlamam doğru olmaz.

3.7. Etmenler ve Uzman Sistemler

Etmenler ile uzman sistemler de zaman zaman karıştırılan iki yapıdır. Uzman sistemler daha önceki kısımda anlatıldığı gibi bir bilgi tabanında barındırdıkları önceden yüklenmiş kurallar vasıtasıyla karar desteği sağlayan yapılardır. Bazı uzman sistemlerde karmaşık kararlar vermek için yeni kurallar oluşturan mekanizmalarda mevcuttur.

Bu bağlamda uzman sistemleri etmen tabanlı sistemlerin atası olarak tanımlamak mümkündür. Aralarındaki en büyük fark ise uzman sistemlerin ortamlarından uzak yapılar olmalarıdır. Başka bir ifade ile geleneksel uzman sistemler davranış gösterdikleri veya karar verdikleri sistem ile doğrudan ilişkide değildirler. Bunun yerine bir kullanıcı vasıtası ile ara yüz oluştururlar. Ayrıca, etmen sistemlerin aksine işbirliği uzman sistemler için bir ön koşul değildir.

Bir başka farklılık ise uzman sistemlerin işbirliği, koordinasyon, müzakere etme gibi sosyal özelliklerinin olmamasıdır. Buna karşın etmenlerin bu özelliği, onları diğer yapay zekâ uygulamalarından farklı kılmaktadır.

Sonuç olarak halen kullanılmakta olan uzman sistemlerden etmen tabanlı sistem geliştirmelerinde yararlanmak mümkündür. Özellikle mevcut veri ambarlarından

yararlanılması suretiyle etmenlerin ön bilgilendirmelerini sağlamak sistem geliştirmede büyük kolaylıklar sağlayabilir. Yine de tüm farklılıklarına rağmen doğrudan kontrol görevi olan ARCHON gibi uzman sistemler etmenlere oldukça benzer özellikler sergilerler.

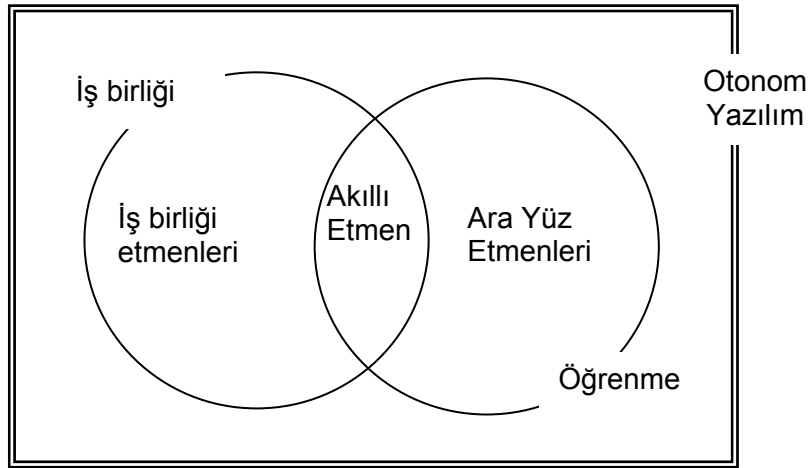
3.8. Etmen Çeşitleri

Bu kısımda etmenleri tiplere göre sınıflandırmaya çalışacağız. Mevcut yazılım etmenlerini sınıflandırmak için kullanılmakta olan farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlardan ilki etmenleri hareket yeteneklerine göre yani ağ içinde hareket edip edemediklerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu bizi statik ve hareketli etme diye iki gruba götürür.

İkinci olarak bilişsel ve reaktif diye iki gruba ayrılabilir. Bilişsel etmen ile ifade edilmek istenen etmenin, hedefine ulaşmak için içindeki sembolik çıkarım modeli vasıtasıyla başka etmenlerle müzakere ve planlama faaliyet icra edebilmesidir. Reaktif etmenlerle ilgili çalışmalara ise aslında Brooks [67] ve Agre ile Chapman'a [68] dayanmaktadır. Reaktif etmenlerin içinde ortamlarına ilişkin sembolik bir modelleri yoktur. Bu nedenle davranışlarını buldukları ortamın ilk durumunu esas kabul ederek uyarıcıya karşı tepki vermek şeklinde yaparlar (Basitçe bir termostatın çalışması gibi.) [69].

Diğer yöntemi de etmenlerin ifa etmeleri gereken çeşitli görevlere yönelik sahip olduğu niteliklere göre sınıflandırılmasıdır. BT laboratuvarlarında otonomi, öğrenme ve iş birliğı olmak üzere üç niteliğe göre sınıflandırma yöntemi kullanılmaktadır. Otonomi, genel itibariyle etmenlerin insan yönetimine ihtiyaç duymadan kendi kendine iş yapa bilme yeteneğidir. Otonominin başlıca yararı inisiyatif alabilme olarak da tanımlanabilecek olan proaktif davranma yeteneğidir [70]. İş birliğı etmen faaliyetleri açısından çok önemli ve çoklu etmen yapısı oluşturmanın başlıca

vazgeçilmezdir. Söz konusu iş birliği için gerekli olan iletişim genelde yüksek seviyeli mesajları içerir. Aslında nitelikler arasında etmenin zeki olup olmadığı belirleyen başlıca nitelik ise öğrenme yeteneğidir. Öğrenme ile etmen, dış çevresine yönelik davranışlarını ve etkileşimlerini amacına en uygun şekilde yeniden yapılandırma yeteneğine kavuşmaktadır. Yukarıdaki karakteristikler neticesinde ortaya çıkan etmen tipleri Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Etmen Tiplerine Kısmi Bir Bakış [64]

Doğaldır ki, burada söz edilen tanımlamaların kesin çizgilere sahip ve herkes tarafından kabul gören bir sınıflama değildir. Örneğin, İş birliği etmenleri öğrenme niteliğine göre daha fazla iş birliği ve otonomi niteliklerini üzerinde barındırsalar da bunların öğrenemediklerini söylemek anlamlı olmaz. Ancak, Şekil 3.1.’deki çemberlerin dışında kalan herhangi bir yapıyı da etmen olarak tanımlamak doğru değildir. Buna bir örnek verecek olursak çoğu uzman sistem oldukça otonom olmasına rağmen iş birliği ve öğrenme yeteneği olmadığından etmen tabanlı sistem olarak nitelendirilemezler.

Diğer bir sınıflandırma yöntemi ise etmenleri rollerine göre sınıflandırmaktır. Buradan hareketle internet bilgi toplama etmenlerine (world wide web-www information gathering agent) ulaşırız. Bilgi/internet etmenleri olarak adlandırılan bu tür etmenler internet gibi geniş alan ağlarındaki büyük bilgi yığınlarının anlamlı hale

getirilip yönetilmesinde kullanılmaktadır. Tekrar etmek gerekirse bunlar yine statik veya hareketli ve düşünen veya reaktif olabilirler.

Son olarak da iki veya daha fazla etmen yaklaşımını bir arada üzerinde bulunduran etmenleri hibrit etmenler olarak ifade edebiliriz.

Yukarıda sayılan etmen niteliklerine ilave olarak ikincil özellikler olarak nitelendirebileceğimiz başka hususlar da vardır. Örneğin, etmen çok yönlü (birden çok hedefimi mevcut veya birden çok görevde yer almakta), bilinçli olarak yalan söyleyen veya her zaman doğruyu söyleyen, geçici veya sürekli, sürekli sorulan sorular neticesinde bıkkınlık özelliği [71] sergileyebilir. Vurgulanması gereken hususlardan biri de etmenlerin duygusal özellikler sağlayabilme yeteneğine sahip olmasıdır [72,73].

Diğer taraftan etmenlerin aslında çok boyutlu bir ortamda var olduğu ve sadece anlaşılma kolaylığı açısından birleştirildiği unutulmamalıdır. Özetle, literatürde genel olarak yedi tip etmenden söz edilmektedir. Bunlar;

- İşbirliği etmenleri
- Ara yüz etmenleri
- Hareketli etmenler
- Bilgi/İnternet etmenleri
- Reaktif etmenler
- Hibrit etmenler
- Bilişsel (Akıllı) etmenlerdir.

Çalışmamız kapsamında, basitlik sağlamak ve gittikçe üzerinde anlaşıldığını değerlendirdiğimiz bir sınıflandırmayı kullanacağız. Buna göre üç tip etmenden ve bu çerçevede etmen sisteminden söz etmek mümkündür. Bunlar; Bilişsel (Cognitive), Reaktif ve Hibrit Etmen Sistemleridir.

3.8.1. Bilişsel etmen sistemleri

Bilişsel etmenler daha çok Dağıtık Yapay Zekâ çıkış noktalı tanımlamalarında kullanılmaktadır. Zira buradaki çıkış noktasını klasik uzman sistemlerdeki iletişim ve iş birliği oluşturmaktadır. Bu bakış açısı ile Çoklu Etmen Sistemleri az sayıdaki zeki etmenlerden oluşmaktadır. Buna göre, her bir etmenin ulaşabileceği bir bilgi tabanı vardır. Bu sayede de bir görevi icra etmek ve başka etmenler ile çevresi arasında iletişim kurması için gerekli olan bütün bilgi ve birikimi kullanabilmektedir. Bilişsel etmenler aynı zamanda irade sahibidirler. İrade sayesinde tasarlandıkları hedeflere ulaşmak için planlama yaparlar. Bu bağlamda incelenecek olursa etmenlerin karşılaştıkları iş birliği sorunları küçük bir grubun bireyleri arasında oluşan iş birliği problemleri ile büyük benzerlikler göstermektedir [74,75,76].

Bilişsel etmenlerin; sahip olduğu içsel tanımlama ve çıkarsama mekanizması ile diğer tüm etmenlerden bağımsız olarak oldukça karmaşık görevler icra etme yeteneğine sahiptirler. Bu açıdan bakıldığında ise davranışları oldukça esnek bir görüntü çizmektedirler. Çıkarsamaları dış dünyaya yönelik geliştirdiği içsel tanımlamalar vasıtası ile yaptığından, bilişsel etmenler karşılaştıkları durumları hafızaya alma ve analiz etme yeteneğine sahiptirler. Böylece bilişsel etmenler davranışlarının muhtemel sonuçlarını tahmin etmekte ve hedeflerine ulaşmak için bu doğrultuda planlar yapmaktadırlar [66]. Bilişsel etmen yapılarının tipik bir örneğini İnanç-İstek-Niyet (Belief-Desire-Intention-BDI) mimarileri oluşturmaktadır [72,77,78,79].

BDI mimarileri pratik çıkarsama mantığı ile oluşturulmuşlardır. Buna göre iki süreç söz konusudur. Birincisi etmenin hedefe ulaşmak için ihtiyaç duyduğu konuların tespiti, ikincisi ise hedeflere erişmek için yöntemin tespit edilmesidir. Etmenin İnancı onun çevresine ilişkin bilgisini göstermektedir. Çevre değiştikçe, etmen tecrübe kazanmaya çalışmakta, kazandığı tecrübe ile inancını karşılaştırmakta ve bunun neticesinde de inançlarını güncellemektedir. Mevcut inanç birikimleri

doğrultusunda etmen bir veya birden çok hareket tarzı geliştirmekte ve İstek/Hedefine en uygun olanını seçmektedir. Müteakiben bu İstek/Hedefe ulaşmak için etmen var olan yollardan en uygun olanını seçer. Etmen tarafından seçilen yol niyeti oluşturmaktadır.

Prosedürel Çıkarsama Sistemi (Procedural Reasoning System-PRS) BDI mimarisi esas alınarak geliştirilmiştir [80,81]. Davranışı, algılamayı ve çıkarsamayı yönlendiren bir yorumlayıcı ile bağlantılı bir şekilde PRS dört bileşenden oluşmaktadır. İlk bileşen dış dünyaya ilişkin inanç ve verilerin saklandığı bir veritabanıdır. Söz konusu veritabanı çevreye ve etmenin içsel durumlarına ilişkin veriler içermektedir. İkinci bileşen ise istekler, hedefler ve görevler kümesidir. Bu küme sistemin icra etmesi gereken bir dizi davranışı içermektedir. Üçüncü bileşen ise planlar kümesidir. Bunlar ise davranış göstermek, uyarılara cevap verme ve hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı denetlemek için önceden tanımlanmış süreçlerdir. Söz konusu prosedürler aynı zamanda inançlar veri tabanını da değiştirebilmekte, böylece müteakip davranışlara ilişkin girdi sağlanmakta veya yeni bilgi üretilebilmektedir. Son bileşen ise niyetlerdir. Bu bileşen uygulanması gereken prosedürleri tanımlamakta ve bunların hangi sırada uygulanması gerektiğini belirtmektedirler.

BDI'lar insan benzeri çıkarsama yapma yeteneğine sahiptirler. Zira önce ulaşılması gerekeni seçmekte, müteakiben ulaşılacak hareket tarzlarını tanımlamakta ve son olarak da hedeflerine ulaşmak için faaliyet göstermektedir. Sezgisel ve kolay anlaşılabilir durumdadır. Buna karşın bir problemin mantıksal bir tanımlamasına ulaşmak için iki ana konu öne çıkmaktadır [77,82]. Bunlar, gerçek dünyaya ilişkin problemler nasıl mantıksal ifadeler haline getirilmeli ve gerçek dünyadaki varlıklara ilişkin bilgi nasıl mantıksal düzende ifade edilebilir konularıdır.

Bilişsel etmenler, yukarıda açıklanan üstünlükleri nedeniyle önerdiğimiz modelde önemli bir yer tutacaktır. Özellikle karmaşık uyarlanabilir sistem olarak ele

alacağımız muharebe sahasının modellenmesinde bilişsel etmenler tartışılmayacak üstün özellikler sunmaktadırlar. Ancak, getirdikleri tasarım zorlukları ile maliyetler nedeniyle dengeli kullanılmaları gerekmektedir. Bu dengeleme ise şimdi ele alacağımız reaktif etmenler vasıtasıyla sağlanacaktır.

3.8.2 Reaktif etmen sistemleri

Buna karşın reaktif yaklaşıma göre sistemlerin zeki davranış gösterebilmesi için her bir sistemdeki her bir etmenin zeki olması gerekmediği ifade edilmektedir [83,84,85]. Buradaki olaylara tepki mekanizması hedefleri göz önünde bulundurmadan ve bir planlama yapmadan sorunları çözme yeteneği yaratmaktadır. Bir örnek olarak karıncaların davranışı gösterilebilir. Her bir karınca tüm koloniyi kontrol edecek veya üzerinde etki yaratacak bir mekanizmaya sahip olmamamsına rağmen ve sadece çevresinden gelen uyarılara tepki vererek davranış göstermesine rağmen aralarındaki koordinasyon sayesinde oldukça karmaşık olan yiyecek arama larvaları tehditten koruma, yuva yapma gibi son derece karmaşık faaliyetler icra edilebilmektedir.

Reaktif etmen yaklaşımına göre zeki davranışlar bir dizi kural ile rahatça sağlanabilir. Reaktif etmen ya belirli görevleri yerine getirmesini öngören motivasyon mekanizması ile ya da karar vermesini sağlayan algoritmaları uyarıcı dışsal uyarıcılarla uyarılmaktadır. Bilişsel etmenlerin aksine reaktif etmenlerin çevrelerine ilişkin bir tanımlamaları veya çıkarsama mekanizmaları yoktur. Bunun yerine çevreden gelen uyarıcılara göre davranış gösterirler. Reaktif etmenler planlama da yapmazlar. Bunun yerine kararlarını dış dünyalarına ilişkin kısıtlı bilgi ile alırlar. Daha önce de söylendiği gibi bilişsel etmene kıyasla her bir etmen zeki olmasa da reaktif etmenlerden oluşan grubun kendi aralarındaki etkileşimleri ile zeki etmen sistemleri elde edilebilmektedir.

Reaktif etmen mimarileri basit, ekonomik, sağlam ve dış dünyaya ilişkin bir tanımlama ve çıkarsama ihtiva etmediğinden ihtiyaca uygun boyutta tasarlanabilmektedirler. Ayrıca, davranışları doğrudan algılayıcılara bağlı olduğundan dış dünyadaki değişimlere hızlı tepki verirler. Bu ise sistemi çevik yapmaktadır. Diğer taraftan davranışlar mevcut bilgiye dayandığından sistemin bilgi depolamasına ihtiyacı yoktur ki bu da bilgi füzyonu ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.

Sayılan bu güçlü yanların yanında tabi ki reaktif etmen mimarilerinin bir takım zayıf yönleri de vardır. Örneğin hafızanın yokluğu uzun dönemli kullanımlarında performans artışını kısıtlamaktadır [81,86]. Bunun yanında çıkarsama ve planlama mekanizmasına sahip olmayan reaktif etmen kendi davranışları üzerinde muhakeme yapmamakta ve dolayısı ile de yerel davranışlar, çevre ve yeni davranışlar arasındaki ilişkileri anlayamamaktadır [86]. Başka bir zayıf yön ise her birinin ulaşabileceği yerel bilgi ile davranış gösterdiklerinden bazen sistemin kararsızlığına neden olmaktadır [81]. Son olarak da davranış göstermeye ilişkin mekanizma tasarımcı tarafından önceden belirlenmektedir ki bu ise sistemin karmaşıklıkla mücadelesini kısıtlamaktadır [82].

Tipik reaktif etmen mimarisi Brooks'un çalışmasında yer almaktadır [67]. Mimarî etmeni dikey etmen modüllerine bölmektedir. Bu modüllerin her biri belirli bir miktar davranıştan sorumludur. Her bir modül yazılımsal olarak basit, bağımsız ve birden çok sonlu durum makinesinden oluşmaktadır. Daha önce izah edildiği üzere Sonlu Durum Makinesi bir modülün ulaşabileceği ve ulaştığı her bir durum neticesindeki sonraki çıktı durumunu belirlemektedir. İşte etmen modülünün fonksiyonu da buna benzerdir. Modüller arası etkileşim önceden tanımlanmış kurallar ile sağlanmaktadır. Çok basit ve çıkarsama mekanizmasına sahip olamamasına rağmen bu mimarî karmaşık görevlere ilişkin zeki davranışları sergileyebilmektedir.

Reaktif etmen mimarilerine ilişkin diğerk bir örnek mimarî ise Reynold's Boids modelidir [87]. Bu model çok bilinen doğadaki birleşmeyi esas alan bir yapay yaşam modelidir. Modelde Boid olarak adlandırılan etmenlerin güdülendiği üç temel güdü kuralı kullanılmıştır. Bunlar;

- Ayrılma (Separation) : Yerel boidler arasındaki mesafeyi koru,
- Sıraya Koyma (Alignment) : Yerel boidlerin merkezine doğru hareket et,
- Uyuşma (Cohesion) : Yerel boidler ile sürat yakalamaya çalış.

Bu kurallar çok basit gibi görünse de bunların birleşiminden oluşan grup davranışı oldukça karmaşıktır. Model aynı zamanda basit yerel kurallarla karmaşık sistem davranışlarının modellenebileceğinin gösterildiği bir çalışma olması nedeniyle önemlidir.

Reaktif etmen yapılarının kullanımının nispeten basit ve tasarım zorluklarının düşük olması nedeniyle kullanım alanları bulduklarını söylemek yanlış olmaz. Ancak, salt reaktif etmenlerin kullanıldığı mimariler karmaşıklık arttıkça bilişsel etmenlere göre zayıf kalabilecekleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Görüldüğü gibi her iki yapının da birçok olumlu ve eksik yönü bulunmaktadır. Bu zayıf yönleri azaltıp onu diğerkinin güçlü yönüyle kapatmak maksadıyla ortaya konan diğerk bir yaklaşım ise aşağıda incelediğimiz Hibrit Etmen Sistemleridir.

3.8.3. Hibrit etmen sistemleri

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi yaptığımız bu basitleştirmeye rağmen gerçek hayatta karşılaşılabileceğimiz problemlere ilişkin yaratacağımız çözümlerin tek bir etmen yapısından oluşması oldukça zordur. Bu nedenle hibrit çözümler üretilmiştir. Hibrit çözümlerde sistem genellikle bilişsel bir planlama

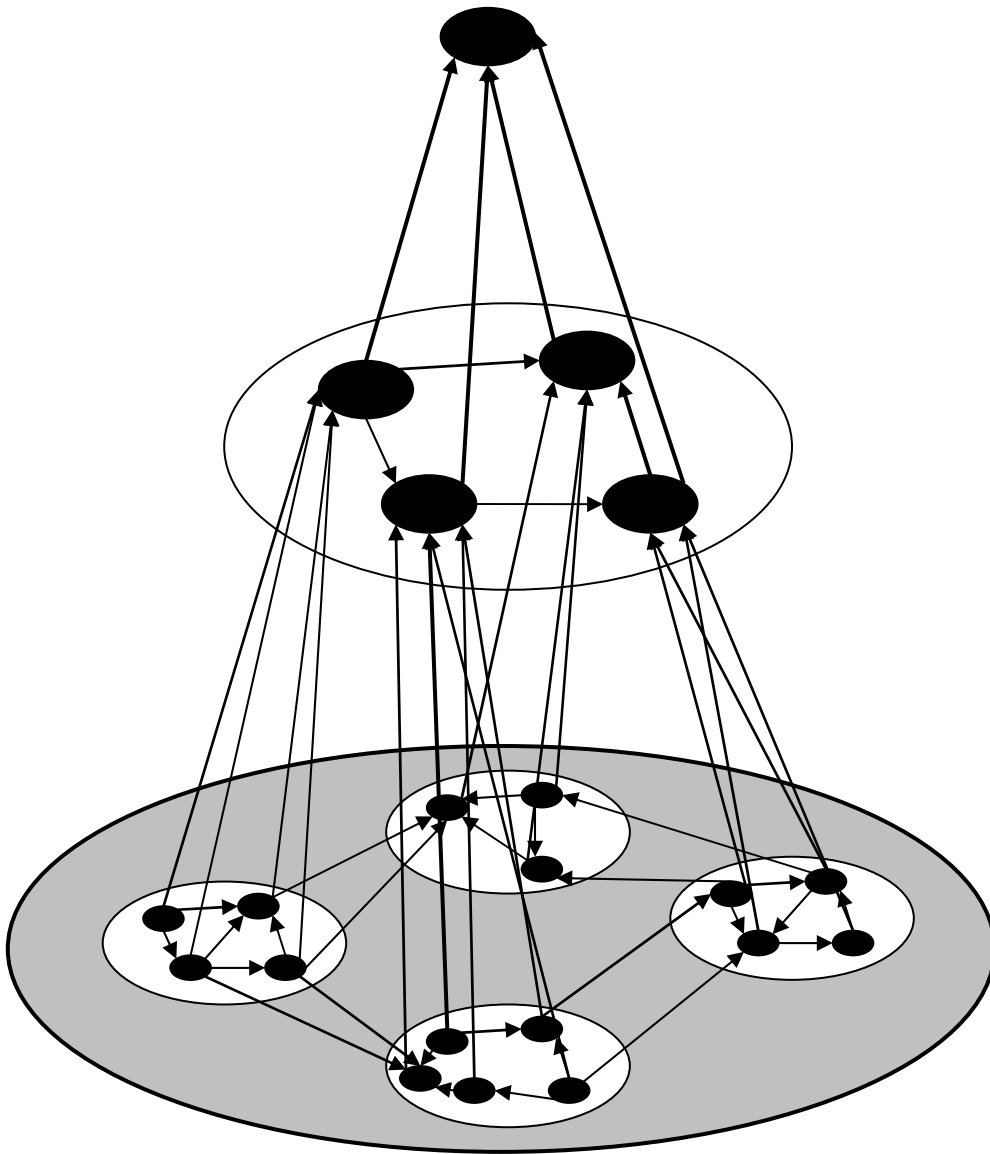
modülü ile teçhiz edilerek tasarım kolaylığı yaratılmaya çalışılmakta böylece de kaynakların etkin kullanımı hedeflenmektedir. Bunu sağlamak için daha sonra ayrıntıları ile incelenecek olan katmanlı yapılardan faydalanılmaktadır. Katmanlı yapılar genellikle sembolik bir dünya modelini, çıkarsama mekanizması vasıtasıyla planlama ve karar verme yeteneğine sahip bir bilişsel katman ile çevreden gelen uyarılara göre tepki veren bir reaktif katmandan oluşmaktadırlar [77].

Tipik bir hibrit sistem hiyerarşik olarak iki veya üç katmanlı olarak tasarlanmaktadır [77,82]. Üst katman genellikle bilgi ile ilgilenen yapısal bir planlamaların yapıldığı bir yerdir. Genellikle dış dünyanın temsiline ilişkin değişiklikleri tanımlar ve uzun vadeli planlama veya iş birliği, koordinasyon ile müzakere gibi konularla ilgilenir. Buna karşın sistemin basit davranışlarına ilişkin doğrudan bir müdahalesi yoktur. Alt katman ise reaktif katmandır. Burada salt algılayıcılardan gelen uyarılar doğrultusunda ve önceden tanımlanmış kurallar çerçevesinde davranış sergilenmektedir. Üçüncü katman ise her mimaride bulunmamasına rağmen bulunduğu takdirde tam bilgi ve plana ilişkin belirli parçaları içerebilir. Genellikle planlama yapmak yerine mevcut duruma binaen planları seçme görevini yürüttüğü söylenebilir [82]. Örnek bir katmanlı mimari Şekil 3.2.'de görülmektedir.

Hibrit mimariye örnek olarak içinde yetenek yöneticisi, sıralayıcı ve planlayıcı olmak üzere üç katman bulunduran 3T sistemi verilebilir [88]. Aşağıdaki yetenek yöneticisini ihtiva eden ve durumsal yetenekler barındıran katman reaktif katmanı oluşturmaktadır. Her yeteneğin girdi, çıktı, ne zaman ve nasıl işlev gördüğü ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Reaktif katman gerçek zamanlı davranışları kontrol etmektedir. Sıralayıcının görevi ise gerçek zamanlı davranışların sırasını kontrol etmek ve yönlendirmektir. Planlama katmanı ise en yüksek soyutlama düzeyinde planlamayı yapan bir katman olup, sistemin bilişsel katmanını oluşturmaktadır. Söz konusu katman önceden tanımlanmış planlar uzayını araştırmakta, yüksek düzeyde soyut olan hedefi daha ayrıntılı alt hedeflere, önceden tanımlanmış durum ve etkileri göz önünde bulundurarak bölmeye çalışmaktadır. Aramaya dayalı planlamanın

gerçekçi bir yaklaşım olmadığı belirtilmesine rağmen [89], 3T başarılı bir şekilde tehlikeli maddelerle uğraşan robotlara uygulandı [82].

Çok katmanlı yapı özellikle karmaşık problemlerle ilgilenen gerçek çevrelerde oldukça etkindir [82]. Ancak, üst katmanın planlama mekanizmasının optimize edilmesi, katmanlar arası etkileşimin yönetilebilmesi ve katmanlar arası veri alışverişinin sağlanması konuları tasarımda üstünde durulması gereken hususları oluşturmaktadır.



Şekil 3.2. Katmanlı Mimari

3.9. Etmen Programlama için Dil, İletişim ve Gösterim

Hesaplamalı bilimlerde tanımlama ve dili büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle de bilgisayar yazılımlarının gösterime, tanımlamaya ve uygulamaya ilişkin bir takım yapı ve süreçlerin kullanımı olmaksızın tasarlanması mümkün değildir. Dolayısı ile etmen ve çoklu etmen yapıları tasarlanırken sistemin tüm açılardan modellenmesi için bir den çok yapı ve dilin kullanılması bir zorunluluk arz etmektedir. Söz konusu bu farklı açıları dört ana grupta tanımlamak mümkündür. Bunlar; etmen yapıları tanımlaması veya uygulanması, etmenlerin bilgilerinin gösterimi, davranışlarının tanımlanması veya iletişimlerinin tanımlanması olarak sıralanabilir. Bu bölümde bahse konu amaçlar kısaca incelenmesi ile çalışma kapsamındaki ürünün sadece bunların bir kısmını kapsadığının belirtilmesi hedeflenmektedir [66].

3.9.1. Tip 1: Uygulama dilleri

Uygulama dilleri etmen/çoklu etmen yapılarının programlanmasında kullanılmaktadır. Söz konusu programlama; etmenlerin ve çevrenin yazılım yapılarını, etmenler arası ve etmen içi paralelliği sağlayan yazılım yapılarını, davranışların etkin uygulanması, mesaj göndermeye ve almaya ilişkin yapıları, nesnelerin algılanmasını sağlayan yapıları başta olmak üzere kısacası tam bir etmen yapısı için gerekli tüm alt parçaları kapsamaktadır. Kullanılmakta olan yazılım dilleri bazen farklılık arz etse de genellikle Lisp, C/C++, Prolog, Java, Smaltalk gibi yüksek seviyeli programlama dilleridir.

3.9.2. Tip 2: İletişim dilleri

İletişim dilleri etmenlerin etmenlerle ve veri tabanları ile karşılıklı bilgi transferine olanak sağlayan yapılardır. Bu nedenle de iletişim dilleri etmen yapılarının var oluştaki çimento gibidir. Zira bu sayede etmen gerekli olan iletişimi sağlayarak

koordinasyon yapmakta veri alıp gönderme gibi işlevlerini yerine getirebilmektedir. En bilinen yapı olarak KQML (Knowledge Query Manipulation Language) ve FIPA ACL (Foundation for Intelligent Physical Agents Agent Communication Language) örnek verilebilir.

3.9.3. Tip 3: Davranışların ve çevreye ilişkin kuralların tanımlanmasına ilişkin diller

Etmenlerin davranışları ile çevresine ilişkin kuralların uygulama dilleri ile tanımlanması ilave olarak yazılımcılara detaylarla uğraşma yükü getirmektedir ki bu da önemli prensiplerin atlanmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle de daha önceden uyarlanmış belirli bir soyutlama düzeyindeki tanımlamalardan yararlanmak, doğrudan etmenin uygulaması ile olmayan konularda uygulama yazılımcılarının yükü azaltarak hata risklerini nispeten ortadan kaldıracaktır.

3.9.4. Tip 4: Bilgi gösterimine ilişkin dilleri

Bilgi gösterimine ilişkin diller genelde bilişsel etmenlerin içsel modellerinde çıkarsama ve geleceğe yönelik tahmin gibi doğalarında var olan özelliklerin yaratılmasında kullanılan yapılardır. Bu diller genellikle mantıksal sistemlerle ilişkilidirler. Başka bir ifade ile genellikle biçimsel özellikler sıkı şekilde tanımlanmış, bir yazım şekli ve semantiğe sahiptirler. Söz konusu yapılar sadece etmenin bilişsel durumunu tanımlamamakta davranışlarını tanımlamakta da kullanılmaktadır. Ancak, etmenlerin reaktif etmen olarak tanımlanması durumunda muhtemelen bu katman bir dilin kullanılmasına gerek duyulmayacağı açıktır. Bilişsel etmenlerin tasarlanması durumunda ise bu katman bir dilin kullanılması zorunluluk arz etmektedir. Bu grupta kural tabanlı sistemleri gibi YZ dilleri ile semantik ağlar gibi yapılar yer almaktadır [66].

3.9.5. Tip 5: Tanımlama ve özelleştirme dilleri

En soyut dil düzeyini ise; etmen yapılardan ne anladığımız ifade eden, yani etmenlerin etkileşimleri, niyetleri gibi özelliklerin tanımlandığı ve söz konusu sistemlerin modellenmesi ile uygulanmasında göz önünde bulundurulması gerek kuralların belirlendiği dil yapıları oluşturmaktadır. Bu yapılar matematikten türetildiklerinden diğer açılanan dil yapılarına göre meta dil özellikleri taşımaktadır.

3.9.6. Diller arası ilişki

Bu kısımda ifade edilen tüm dillerin birbiri ile ilişkide olduğu açıktır. Örneğin bir müzakere protokolüne yönelik yapıyı içeren etmenin iletişim için Tip 2 dil yapısını, aldığı mesajların çözümü ve açıklanması ile bunların işlenmesi için mekanizmaların tanımlandığı Tip 3 yapısını kullanacağı söylenebilir. Etmenlerin bilişsel yapıları ile çıkarsam mekanizmaları Tip 1 dillerinde tanımlanabilirken, yorumlayıcının Tip 3 dillerini kullanması daha uygun olur. Son olarak da sistemin genel işleyişi karşılıklı konuşma özelliğinin Tip 4 ile yazılan özellikleri taşıması gerektiği söylenebilir.

Ayrıca, söz konusu dillerin şekil olarak benzerlik arz etmesi gerekmemektedir. Örneğin aynı sistemdeki Tip 3 C++, Tip 1 kural tabanlı bir dil, Tip 2 çok özel bir söz dizim ve Tip 4 de modal mantıktan türeyen bir modal dil olabilir. Tabi bunların birbirine benzemesi de söz konusu olabilir [66].

Sonuç olarak hangi dilin kullanılacağı tasarlanacak sistem öncesi yapılacak gereksinim analizi ve buna bağlı kavramsal tasarımda belirlenmesi gerekmektedir. Kavramsal tasarım esnasında ortaya çıkan gereklere göre bu kısımda belirtilen dil Tiplerinden bir veya birkaçının uygun kombinasyonda kullanılması mümkündür.

3.10. Etmen Uygulama Alanlarının Karakteristikleri

Bilişim teknolojilerinde yeni bir teknolojinin yer edinebilmesi için öncelikle şu iki özelliğe sahip olması beklenir:

- Şu ana kadar otomatikleştirilemeyen problemleri çözme becerisine sahip olması (Bu, gerek problemi çözmeye uygun teknolojinin var olmaması gerekse problemi çözmeye yönelik uygulanacak teknolojinin çok pahalıya mal olması gibi sebeplerden kaynaklanabilir.) veya
- Daha önce çözülebilen bir problemi bariz bir şekilde daha uygun (ucuz, hızlı, doğal, etkin vb.) bir şekilde çözmesi gerekir.
- Bahse konu bu iki özelliği aşağıda biraz daha ayrıntılı olarak ele almaya çalışacağız.

3.10.1. Farklı problem tipleri

Bu kapsamda, bazı tipteki problemlere yönelik çözümlerin tasarlanması ve uygulanması gerek değişkenlerin fazlalıkları gerekse problemin boyutu gibi sebeplerden dolayı büyük zorluklar içerir. Yazılım sistemlerinin en basit şekli fonksiyonel olarak yapılandırılanlarıdır. Bunlar, bir girdiyi alır onu belli bir fonksiyon dâhilinde hesaplamaya tabi tutar ve çıktı olarak belli bir sonuç verirler. Derleyiciler fonksiyonel sistemlere verilebilecek en güzel örneklerden biridir.

Buna karşın çevresi ile sürekli bir etkileşimi devam ettiren reaktif sistemlerin tasarımı ve doğru olarak uygulanması doğal olarak daha zordur. Süreç kontrol sistemleri, bilgisayar işletim sistemleri ve bilgisayar ağ yönetim sistemleri en bilinen reaktif sistemler arasında yer almaktadır. Tüm bu sistemlerde uzun süreli olarak bağımsız işlem yürütecek bir bilgisayar sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Uzun bir süre boyunca reaktif sistemlerin tasarlanıp uygulamaya geçirilebilecek en karmaşık sistemler olduğu düşünülmüştür [90]. Bu nedenle de reaktif sistemlerdeki

karmaşıklığı yönetebilecek yazılım araçları, programlama dilleri ve yöntemler geliştirilmesine yoğun bir emek harcanmış, ancak, başarı sınırlı kalmıştır. Sonuç olarak bazı reaktif sistemler için uzmanlaşmış yazılımlar bile yetersiz kalmakta ve yeni tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemler:

- Açık sistemler
- Karmaşık (kompleks) sistemler ve
- Hazır Bilgisayar Sistemleridir.

3.10.1.1. Açık Sistemler

Sistem yapısının dinamik değişim yeteneğine sahip olduğu sistemlere Dinamik Sistemler denir. Bu tür sistemlerin ana karakteristikleri arasında; bileşenlerinin ayrıntılı olarak tanınması, zaman içinde değişime açık olmaları ile heterojen yapı olmaları sayılabilir (Başka bir ifadeyle farklı kişilerce, farklı zamanlarda ve farklı yazılım yöntem ve teknikleri kullanılarak uygulama yapılabilmektedirler.).

Tanımlanan ortamlarda çalışabilecek bilgisayar uygulamaları kullanıcılar tarafından yoğun bir biçimde talep edilmektedir. Açık yazılım sistemleri için bilinen en geniş kapsamlı örnek olarak gittikçe artan kullanıcı ve karmaşıklık ile gevşek ağ yapısı ile özdeşleşen İnternet verilebilir. İnternet ve ona bağlı teknolojilerin yarattığı büyük potansiyelden yararlanmak amacıyla yazılımların geliştirilmesi işi 1990'lı yıllarda bilim insanlarının en çok uğraştığı konuların başında gelmekteydi. Konuya ilişkin gelişmeler ise henüz nihayetlenmemiştir. İnternet artan kullanım alanları ve getirdiği tüm yenilikler ile farklı düğüm noktalarından sisteme farklı amaçlar için katkıda bulunan birçok organizasyonun dâhil olduğu büyük ve dağıtık bir bilgi kaynağı olarak tanımlanabilir. Bu sisteme dâhil olacak her bir bilgisayar sistemi bu farklı kullanıcı ve zamanlamaları olan yapıyla bir kullanıcı desteği olmadan başa çıkmak zorundadır (iyi tanımlanmış sınırlar dâhilinde). Böyle bir işlevsellik ise müzakere ve iş birliği gereksinimini ortaya çıkarmakta ki bu bizi çoklu etmen sistemlerine götürür [91].

3.10.1.2. Karmaşık (Kompleks) sistemler

Yazılım geliştirmede karmaşıklıkla başa çıkmanın en güçlü yöntemi modülerlik ve soyutlamadır. Etmenler sistemleri modüler hale getirmek için güçlü yapılardır. Eğer bir problem ortamı karmaşık, büyük veya tahmin edilemez ise o problem ortamına çözüm getirmenin en kolay yolu onu çözülebilecek modüler yapılara ayırmaktır. Bu durumlarda birbirine bağımlı durumlar oluştuğunda da yaratılan etmenler problemin etkin olarak çözümlenebilmesi için birbiri ile iş birliği yapmakta durumunda kalacaklardır. Netice olarak böyle bir ortama ilişkin geliştirilecek etmen tabanlı yaklaşımla ilgili olarak problemin daha küçük parçalara bölümlenebildiği, bu alt program parçalarına ilişkin çözümlenmenin basit olarak ve bu konuda uzmanlaşmış yapılar ile yapılacağı söylenebilir.

Bu yaklaşımla sağlanan basitleştirme ile her bir alt probleme ilişkin en uygun çözüm yolu bulunması kolaylaşmakta ve sadece sistemin tamamını optimize edecek genel programlama yaklaşımlarını kullanmaya gerek kalmaz. Zira bazen alt sistem optimizasyonu uzun vadede sistemin tamamının optimize edilmesi anlamına gelmektedir. Otonom etmenler doğaları gereği aynı zamanda soyutlamaya da olanak sağlarlar. Zira geliştiriciye sistemi iş birliği halindeki otonom problem çözücülerden oluşan bir yapıda tanımlamaya olanak sağlar. Birçok uygulama için bu üst seviye bakış açısı alternatif yaklaşımlara göre daha kullanışlıdır.

3.10.1.3. Hazır olma

Yıllar içinde kullanıcı-bilgisayar ara yüzlerinde birçok gelişme yapılmış ve kullanımı son derece basit ara yüzler geliştirilmiş olmasına rağmen hâlen bazı kullanıcılara bilgisayar ile etkileşmek zor gelmektedir. Bunun başlıca sebebi ise ortalama bir yazılımda problemi çözmek için kullanıcının bilgisayarın yapması gereken her faaliyeti en ince ayrıntısına kadar sisteme tanımlaması gerekliliğidir. Söz konusu

tanımlama yapılarak verimli bir kullanım gerçekleştikten sonra ise bilgisayar ile insan arasındaki etkileşimin sorgulanmasına gerektiği aşikârdır. Bu bağlamda makine sadece kendisine verilen görevleri sırasıyla yapan bir durumdan hedefine ulaşmak için etkileşimli ve iş birliği yapan bir duruma getirilmelidir. Negropote 'nin dediği gibi geleceğin bilgisayar sistemleri edilgen olmaktan çok %100 yetki devredilen yani etken olacaklardır [92]. Bu işlevi yerine getirebilecek yazılım uygulamaları ise;

- Otonom: Verilen yetersiz ve kesin olmayan bilgi ile yazılım, kullanıcıdan yardım almaksızın problemi en iyi nasıl çözebileceğini belirleyip çözmeli,
- Proaktif: Müteakiben yapılacak faaliyetlin belirlenmesini beklememeli bunun yerine kullanıcıya öneri getirebilmeli,
- Tepkisel: değişen kullanıcı ihtiyaçları ile çevre ve görev uzayındaki değişimleri dikkate alabilmeli ve
- Uyarlanabilir: Kullanıcı tercihlerini bilmeli ve buna uygun etkileşime girebilmelidir [64].

Başka bir ifade ile yazılım zeki etmen davranışları sergilemelidir. Bu irdelemelerden de anlaşılacağı üzere etmenlerin bazı alanlarda uzman yardımcısı olarak davranmaları düşüncesi oluşmuş ve çalışmalar da bu yönde sürdürülmektedir.

3.10.2. Yazılım geliştirmenin etkinliğinin artırılması

Bu kısmın girişinde yeni bir bilişim teknolojisinin kabul görebilmesi için gerekli olan bir diğer özelliğin ise daha uygun çözüm getirmesi gerektiği konusu olduğunu belirtmiştik. Bunu etmenlerin karakteristiklerinden yararlanarak yapmak mümkündür. Zira etmen teknolojisi, daha önce çözmesi mümkün olmayan problemlerin çözülebilmesini mümkün kılan bir yapıdadır. Buna ilave olarak bazı alanlarda da mevcut uygulamaların daha iyi kavarasallaşmasını veya uygulanmasını da mümkün kılmaktadır. Aşağıda etmen teknolojisi kullanmak için gerekçe oluşturduğu değerlendirilen üç ana karakteristik yer almaktadır [91]. Bunlar;

- Veri, kontrol, uzmanlık ve kaynaklar doğaları gereği dağınıktır
- Sistem otonom ve birbiri ile iş birliği halindeki bileşenler topluluğu olarak tanımlanmaktadır
- Sistem diğer bileşenlerle ve muhtemelen yeni bileşenlerle ilişkiye gireceği miras bileşenler barındırmaktadır.

3.10.2.1. Veri, kontrol, uzmanlık ve kaynakların dağınıklığı

Çevrenin fiziksel ve mantıksal olarak dağınık (veri, kontrol, uzmanlık veya kaynaklar açısından), ancak, bir biri ile ilişkiye girmek zorunda olan farklı problem çözme varlıkları (veya veri kaynakları) içermesi durumunda etmen tabanlı çözümler oldukça güçlü bir kullanım alanı bulabilirler. Örneğin, hastanede hem pratisyenler hem uzmanlar hem hemşire ve hastabakıcılar sağlık hizmeti sunabilmek için beraberce çalışmak durumundadırlar [93]. Bu çevrede;

- Veri Dağıtıktır : Hasta aynı olsa da doktor ile hemşirenin o hastaya ilişkin sahip oldukları veriler farklıdır.
- Kontrol Dağıtıktır : Her birey ayrı bir görevi icra etmekle görevlidir.
- Uzmanlık Dağıtıktır : Uzman hekimin bilgisi, hem pratisyenden hem de hemşireninkinden farklıdır.
- Kaynaklar Dağıtıktır : Uzman hekim servisindeki hastaların yataklarından sorumluyken pratisyen hekim tüm başvurulara sağlık hizmeti sunmaktan sorumludur.

Yukarıda verilen duruma benzer durumlarda etmenler problemin çözümü için önemli bir katkı yaparlar. Zira kendi kaynaklarına, uzmanlığına ve bir biri ile etkileşime girme yeteneğine sahip otonom etmen verilecek görevin başarılması için dışardan bir etkiye ihtiyaç duymaz. Aynı şekilde dağınık algılayıcılardan gelen verileri yani başka bir ifade ile dağınık kaynaklarla beslenen sistem mimarilerinde de zeki etmenler problemlere çözümüne önemli ölçüde ekonomik çözümler getirirler.

3.10.2.2. Doğal benzerlik

Etmenlerin doğal yapıları geliştirilen bir yazılıma anlam kazandırmak için oldukça uygundur. Örneğin istenmeyen e-mektupları filtreleyen bir program kişisel dijital yardımcı olarak tüketiciye sunulabilirken, toplantı planlaması geliştirilecek bir yazılım da tüketiciye diğer paydaşlara ile koordinasyon yapıp kullanıcı için uygun planlama yapan bir sosyal etmen olarak sunulabilir.

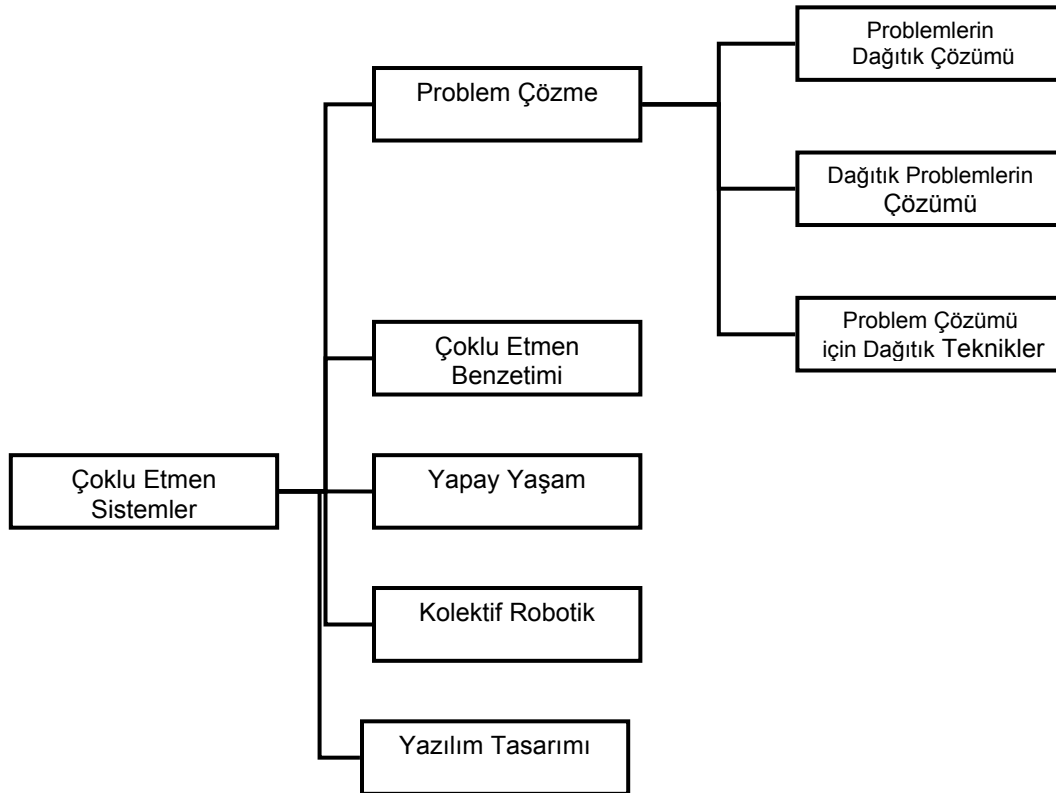
Başka kullanım şekli ise tasarımları neticesinde otonom hareket etme yeteneği olan etmenlerin bir karakter vasıtasıyla kullanıcıya sunulmasıdır.

3.10.2.3. Miras sistemi

Özellikle büyük örgütler kritik organizasyonel görevler icra eden birçok yazılım uygulamasına sahiptir. Söz konusu sistemlerin değişen iş gereklilerine cevap verebilmeleri için periyodik olarak güncellenmeleri gerekmektedir. Ancak, bu tür miraslara sahip bir sistemin değiştirilmesi beraberinde önemli zorlukları da getirmektedir. Bu, zamanla sistemi tasarlayanların yerini alacak personelin sistem hakkında yeterli bilgiye sahip olamaması, gerekli dokümantasyonunun kaybolması gibi nedenlere bağlı olabilir. Sözü edilen sorunlara çözüm olarak önerilebilecek yazılımın tekrar baştan yazılması oldukça maliyetli bir yoldur. Ancak, sistemin daha üst bir sistem tarafından uygun şekilde yönlendirilmesi ve işbirliği sağlayacak bir koordinatörle desteklenmesi maliyet etkin çözümler getirebilir. Örneğin bir etmen ara yüzü sayesinde asıl sistem eklenecek diğer ilave modüllerle haberleşebilir [73, 94].

3.11. Etmen /Çoklu Etmen Yapılarının Uygulama Alanları

Etmenler genelde tek başlarına kullanılmadıklarından burada ele alınacak kullanım alanları ağırlıklı olarak çoklu etmen yapılarına ilişkin kullanım alanları olacaktır. Buradan hareketle çoklu etmen yapılarının kullanım alanlarının oldukça çeşitli olduğu söylenebilir. Burada kısaca ele alacağımız uygulama alanları çalışma kapsamında kullanılabileceğini düşündüğümüz alanlardır. Ancak, çoklu etmen yapılarının gittikçe farklı alanlarda artan bir oranda kullanılmaya devam ettiğinden gözden kaçırmamız gerektiği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda Şekil 3.3’de de görüldüğü gibi Çoklu Etmen Sistemlerin uygulama alanları başlıca beş kategoride incelenebilir. Bunlar; en geniş manası ile problem çözme, kolektif robotik, çoklu etmen benzetimi, yazılım tasarımı. Söz konusu uygulama alanlarından çalışma kapsamına giren başlıca iki uygulama alanı olan Problem Çözme ve Çoklu Etmen Benzetimi aşağıda açıklanmıştır [66].



Şekil 3.3. Çoklu Etmenlerin Başlıca Uygulama Alanları [66]

3.11.1. Problem çözüme

Problem çözüme işleminde etmenler normal şartlar altında insanlar tarafından yerine getirilmesi gereken görevleri ifa ederler. Bu kategoride uygulanan etmenler yazılım etmeleri olduklarından ve fiziksel varlıkları söz konusu olmadığından kolektif robotik etmenlerinden ayrılırlar. Problem çözüme tekniklerinde kullanılan uygulamalarda başlıca iki yaklaşım karşımıza çıkmaktadır. Bunlar dağıtık problem çözüme ve dağıtık problemlerin çözümüdür. Bunlardan ilki olan, uzmanlar arası iş birliği olarak da adlandırılan problem çözüme şeklinde, uzmanlık etmenler arasında paylaşılmıştır. Dolayısı ile her bir etmenin problemin tamamına yönelik çözüm geliştirmek için kısıtlı yeteneği vardır. İkincisinde ise problemin kendisi dağıtık olduğundan etmenlerin benzer yeteneklere sahip olması olasıdır. Bunların dışındaki üçüncü şekilde ise etmenler iş birliği halinde klasik problemleri çözüme kullanılırlar.

3.11.1.1. Dağıtık problem çözüme

Bu yaklaşıma göre karmaşık bazı görevleri daha alt dalda uzmanlıklardan yararlanarak yerine getirmek mümkündür. Yani başka bir ifade ile uzmanlık dağıttıkken bu uzmanlığın kullanılacağı çevre dağıtık değildir. İş birliğinin karmaşık çevrede ve tek bir uzmanının yeterli olmadığı durumlarda şart olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunu bir araba yapmak için işe koyulan bir gruba benzetebiliriz. Örneğin bunlardan birinin sadece motor, diğerinin kaporta bir diğerinin mekanik aksam uzmanı gibi dallarda ayrıntılı bilgi sahibi olması yapılacak işin mükemmel bir şekilde yerine getirilmesini sağlayabilir.

Bu gruba uygun yapılanma karmaşık sistemlerde oldukça etkin sonuçlar verebilir. Muharebenin de doğası gereği karmaşık bir sistem olduğu göz önünde

bulundurulursa dağıtık problem çözme yapısının mimarimizde önemli bir yeri olduğu ortaya çıkacaktır.

3.11.1.2. Dağıtık problemlerin çözümü

Dağıtık Problemlerin Çözümü konusu ile ifade edilmek istenen analiz edilmek veya kontrol edilmek istenen problem alanının kendisinin dağıtık olması durumudur. Bu durumda merkezi bir yapılanma ile görevlerin ifa edilmesi oldukça güçtür. Örneğin bir iletişim veya enerji ağının kontrol edilmesi için tasarlanan bir ağ yapıda, çevre oldukça dağıtık olduğundan ağ yapının yetki devredilmiş olarak ve tanımlanan düğüm noktalarından izlenmesi veya kontrol edilmesi gerekmektedir.

Muharebe alanında dağıtık problemlerle de karşılaşmak mümkündür. Bu nedenle bu konuda tasarım esnasında yapılacak gereksinim analizi safhasında üzerinde durulması gereken bir noktadır.

3.11.1.3. Problem çözme için dağıtık teknikler

Etmenleri aynı zamanda daha basit olarak klasik, iyi tanımlanmış ve tüm verileri mevcut problemlerin çözümünde de başarılı bir şekilde kullanmak mümkündür. Bu problemler arasında bir makinenin iş yükünü belirleme, çizelgeleme yapma, küplerin istiflenmesi gibi basit ve geleneksel yöntemlerle çözüm bulunabilen problemler sayılabilir.

Bu durumda, çevre veya uzmanlık dağıtık değildir. Ancak, örneğin küplerin doğru istiflenmesi veya makine elemanlarının doğru sıralanması gibi bir uygulama alanında

her bir eleman/küp bir etmen olarak tanımlanarak belirlenecek kısıtlar içinde farklı ve belki de daha ekonomik çözümler bulunabilir.

Netice itibariyle dağıtık teknikler kullanılarak yapılacak problem çözmede daha verimli sonuçlara alınabileceği değerlendirilmektedir.

3.11.2. Çoklu etmen benzetimi

Çoklu Etmen Sistemler bireysel davranışların, etkileşimlerin modelleme ve benzetimlerini mümkün kıldıklarından bu alana yeni bir soluk getirmektedirler. Çoklu Etmen benzetiminin temelini oluşturan düşünce varlıkların doğal dünyadaki davranışlarının etmenlerin otonom davranışları ile modellenen düşünceyi düşüncesidir. En önemli özelliklerini ise hem niceleyici hem de niteleyici parametrelerle benzetim yapılmasını olanaklı kılmalarıdır.

Çoklu etmen modellemesi ve benzetiminin başlıca yararı kolay bütünleşmiş edilebilirliği ve esnekliğidir. Şöyle ki aynı model ile hem sayısal değişkenlerin, hem diferansiyel denklemlerin ve sembolik kurallara bağlı olarak davranışların modellenmesi ve benzetimi mümkündür. Ayrıca, modelde kolayca değişiklik yapmak da mümkündür. Bunun yanında zaten etkileşim halinde olan tanımlanmış etmenlere yeni etmenleri ekleyip etkileşime girmelerini sağlayabiliyor olmaları diğer bir üstünlüklerini oluşturmaktadır.

Son ve en önemli özellik olarak çoklu etmen benzetimleri alt seviyedeki davranışların üst seviyede değişikliklere neden olduğu ve geleneksel benzetimlerle oldukça zor modellenen karmaşık sistemlerin de çoklu etmen benzetimi ile modellenmesi ve benzetimi mümkündür. Söz konusu modellerin askeri uygulamaları

bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Ancak geleneksel yöntemlerle çoklu etmen benzetimleri arasındaki başlıca farklar bu kısımda kısaca incelenecektir.

3.11.2.1. Çoklu etmen benzetimi ile geleneksel matematik modelleme ilişkisi

Etmen tabanlı benzetimler ile geleneksel bilgisayar benzetimleri (Buna geleneksel diferansiyel denkleme modelleri de dâhildir.) karmaşıklığı basitleştirmek için alt katmandaki tanımlamalardan kaçınırken etmen tabanlı benzetimler karmaşıklığı izlemek için en basit açıklamadan hareket ederler. Yani başka bir ifade ile geleneksel modeller yüksek seviyeli tanımlamalardan hareket ederlerken etmen tabanlı modeller doğrudan birey seviyesini hareket noktası olarak belirlemekte ve buradan hareketle karmaşıklıkla baş etmeye çalışmaktadırlar.

Çalışma kapsamında kullanacağımız muharebe modellemesi açısından ise etmen tabanlı benzetimler kuvvet-kuvvet karşılaştırması yerine yüksek seviyeli davranışların alt seviye kural, davranış ve etkileşimle ortaya çıkarılması açısından yeni bir yaklaşım sergilemektedir.

3.11.2.2. Çoklu etmen benzetimi ile geleneksel yapay zekâ ilişkisi

Genellikle geleneksel yapay zekâ için uygun olana problemlerle çoklu etmen benzetimi kullanımı için uygun olan problemler büyük benzerlikler gösterse de Maes tarafından çoklu etmen kullanımının geleneksel YZ kullanımı ile farklılık arz ettiği dört husus tanımlanmıştır [95]. Bunlar;

- Alt Seviye Davranışların Hedeflenmesi : Geleneksel YZ satranç oynama, tıbbi teşhis gibi izole edilmiş üst seviye işlemleri hedef edinirken etmen tabanlı sistemler

alt seviye davranışların yüksek seviyeli rekabeti ile ilgilenir ki bunlar doğal ve kolektif olarak belirlenmektedir.

- Açık Sistemlerin Hedeflenmesi : Geleneksel YZ dış çevre ile problem çevresi arasındaki etkileşimin minimize edildiği kapalı sistemlerle ilgilenirken etmen tabanlı sistemler ve buna bağlı benzetimlerde etmenler çevreleri ile iç içe bulunmakta ve etkileşime girmektedirler.

- Çok Amaçlı Hedefler : Çoğu geleneksel YZ tekniği genellikle bir hedefi gerçekleştirmek için çaba sarf ederken çoklu etmen sistemler bir den çok ve bir biri ile çelişen amacı en uygun şekilde gerçekleştirmektedir.

- Sınırlı Rasyonellik : Geleneksel YZ teknikleri genelde belirli bir çevreye ilişkin bilgi vasıtası ile donatılırken çoklu etme sistemler doğrudan belirli bir hedefe hizmet etmediklerinden daha esneklerdir. Hatta bazen rasyonel davranışlar da sergilemeyebilirler.

Görüldüğü gibi insan davranışlarını modellemek esası ile hareket edildiğinde çoklu etmen modellemesi ve benzetimi geleneksel YZ tekniklerine göre oldukça önemli avantajlar sunmaktadır.

3.12. Zeki Sistemler

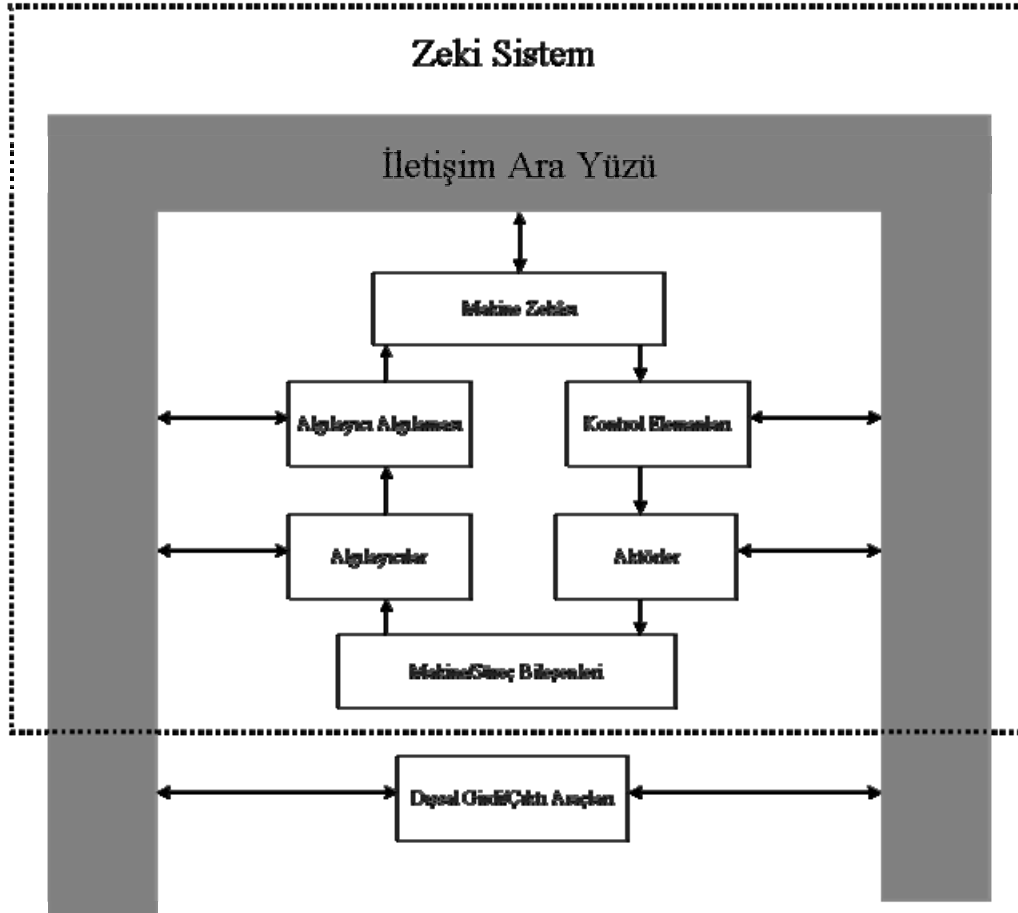
Zeki bir şekilde bilgi edinme ve edindikleri bilgiyi kullanabilme yeteneğine sahip sistemlere en geniş manası ile Zeki Sistemler denir. Daha önceki bölümde genel manada teknik düzeyde incelenen zeki sistemler konusuna burada sistem bakışı getirilmeye çalışılacaktır. Buradan hareketle Zeki Sistemlerin algılama, çıkarsama yapma öğrenme ve eksik bilginin olduğu durumlarda dahi karar verebilme yeteneklerinin olduğunu vurgulamakta yarar vardır.

Aslında geçmiş dönemlerden bu yana insanlar daima yaptıkları işleri basitleştirmenin yollarını aramışlardır. Ancak, geliştirdikleri sistemlerin temel mantığında verilen bir

girdi seti neticesinde sonuçlar almaktı. Söz konusu sonuçlar gerek karar gerekse fiziksel varlıklar olabiliyordu. Çıktıların kararın kendisi olmadığı durumlarda da bu çıktıları almak için karar verme işleminin yapılması gerekiyordu. Karar verme sürecinin daha önceki bölümlerde ifade edilen sayısal karar vermeden başlayarak daha karmaşık insanın taklit edildiği ve neredeyse mükemmel bir karar verici olan insanın kararına yakın kararlar verebilen bir yapıya kadar geniş bir yelpazede olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Zeki bir sistemde algılayıcılar, erişim düzenekler, kontrol düzeneklerinin atamamı belirli bir koordinasyon içinde zeki davranışı sergileme için çalışırlar. Zeki davranış için algılamanın özellikle önemli olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

Buraya kadar ele alınan konular ışığında en geniş manası ile zeki sistemin yapısı Şekil 3.4'de yer almaktadır. Şekilde yer alan genel mimariye yakın bir tasarım zeki davranış göstermesini hedeflediğimiz sistemimiz için kaçınılmaz olacaktır. Bundan sonraki bölümde buradan hareketle geliştirilen Zeki Karar Destek Sistemleri ele alınacaktır.



Şekil 3.4. Zeki Sistem Mimarisi [96]

3.13. Zeki Karar Destek Sistemleri

Önceki bölümde de anlatıldığı gibi KDS'lerin asıl amacı karar vericiye bilgisayar destekli bilgi sunarak onun karar yeteneğini artırmak ve böylece kararın etkinlik ve verimliliğini yükseltmektir [97]. Başka bir ifade ile karar vericinin bir veya birkaç yeteneğini desteklemek olarak da ifade edilebilir. Artan bilgi ve bunların işlenmesi gerekliliği ile karar verme problemlerinin artan karmaşıklığı klasik KDS'lerin etkinliklerini oldukça düşürmüştür. Bu nedenle de insanın karar verme mekanizmasına benzer karar verme mekanizmalarına sahip, başka bir ifade ile zeki karar destek sistemlerinin geliştirilmesi bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır. KDS yazını açısından ele alınana zeki davranışlara ilişkin genel bir bakış Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. İnsan Benzeri Zeki Davranış Konseptleri

İnsan Benzeri Zeki Davranışa İlişkin Konsept	Kaynak
<p>Zeki Sistemler;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecrübeden ders alma veya anlama, - Belirsiz ve çelişkili mesajlardan çıkarsama yapma, - Yeni bir duruma hızlı ve başarılı bir şekilde tepki verme, - Problem çözmede çıkarsama yöntemini kullanabilme, - Zihin karıştırıcı durumlarla başa çıkabilme, - Rasyonel ve alışılmış yöntemlerle kavrayabilme, - Çevreye etki edecek şekilde bilgiyi kullanabilme, - Düşünme ve çıkarsama yapabilme - Durumdaki farklı elemanların görece önemlerini tanımlayabilme yeteneğine sahip olmalıdır. 	<p>Turban ve Aronson (1998) [97]</p>
<p>Zeki davranış, “insanın davrandığı şekilde davranabilmektir”. Bu maksatla yapay zekâ teknikleri kullanması etkin sonuçlar doğurabilir.</p>	<p>Brown ve O’Leary (1995) [98]</p>
<p>Zekâ “sistemin belirsiz bir ortamda davranabilme yeteneği olarak tanımlanabilir ki buradaki uygun davranış olarak sistemin hedeflerini gerçekleştiren davranış kabul edilebilir.” (Yaptıkları tanımlama ile yetenek çerçevesini basitten karmaşık davranışlara kadar kapsamayı hedefledikleri ve zekililiği derecelendirdikleri anlaşılmaktadır. Çalışmaları ile zekiliğin derecesinin şu üç faktöre bağlı olduğunu ifade etmektedirler. Bunlar; (1) mevcut bilgi işlem gücü ve hafıza, (2) Dayanılan model ve süreçler hakkındaki tecrübe, (3) sistemin elinde bulunan bilgi ve değerlerin kalite ve miktarı.</p>	<p>Albus ve Meystel (2001) [99]</p>
<p>Teknolojik sistemler açısından düşünüldüğünde “zekâ “ insan zekiliği ile eş anlamlı değildir. Sistem zeki davranış olarak tanımlanan birtakım davranışları sergileyebiliyorsa zeki olarak sınıflandırılabilir.</p>	<p>Pohl (2005) [100]</p>

KDS'ler özellikle son on yılda oldukça önemli bir değişim geçirdiler. Bunu beş aşamaya ayıracak olursak birinci aşamada KDS'lerin ana düşüncesi veri modellemesi ve problem çözme iken veri tabanları ve Yönetim Bilişim Sistemleri teknikleri kullanılmıştır. İkinci safha olarak nitelendirebileceğimiz 1980'li yıllarda kavram Grup Karar Verme ve buna bağlı olarak kullanılan tekniklerde bilgi tabanları uzman sistemler ve yönetici bilgi sistemleri olmuştur. 1990'lı yıllara gelindiğinde ise örgütsel öğrenme ve bilgi yönetiminin ön plana çıkması ise OLAP, veri ambarları ve veri madenciliği teknikleri ön plana çıkmıştır. Ancak 2000'li yıllardan itibaren ise ana düşünce ağ tabanlı aktif karar destek olarak sayılabilir. Buna uygun kullanılan teknolojiler ise internet, sunumcu araçları ve en önemli yenilik olarak ise yazılım etmenleri teknolojileridir [102,103]. KDS'lerdeki gelişim ile bunun Bilgisayar Teknolojisi ile olan ilişkisi Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2. KDS'lerin Gelişimi ve Bilgisayar Teknolojisi İlişkisi

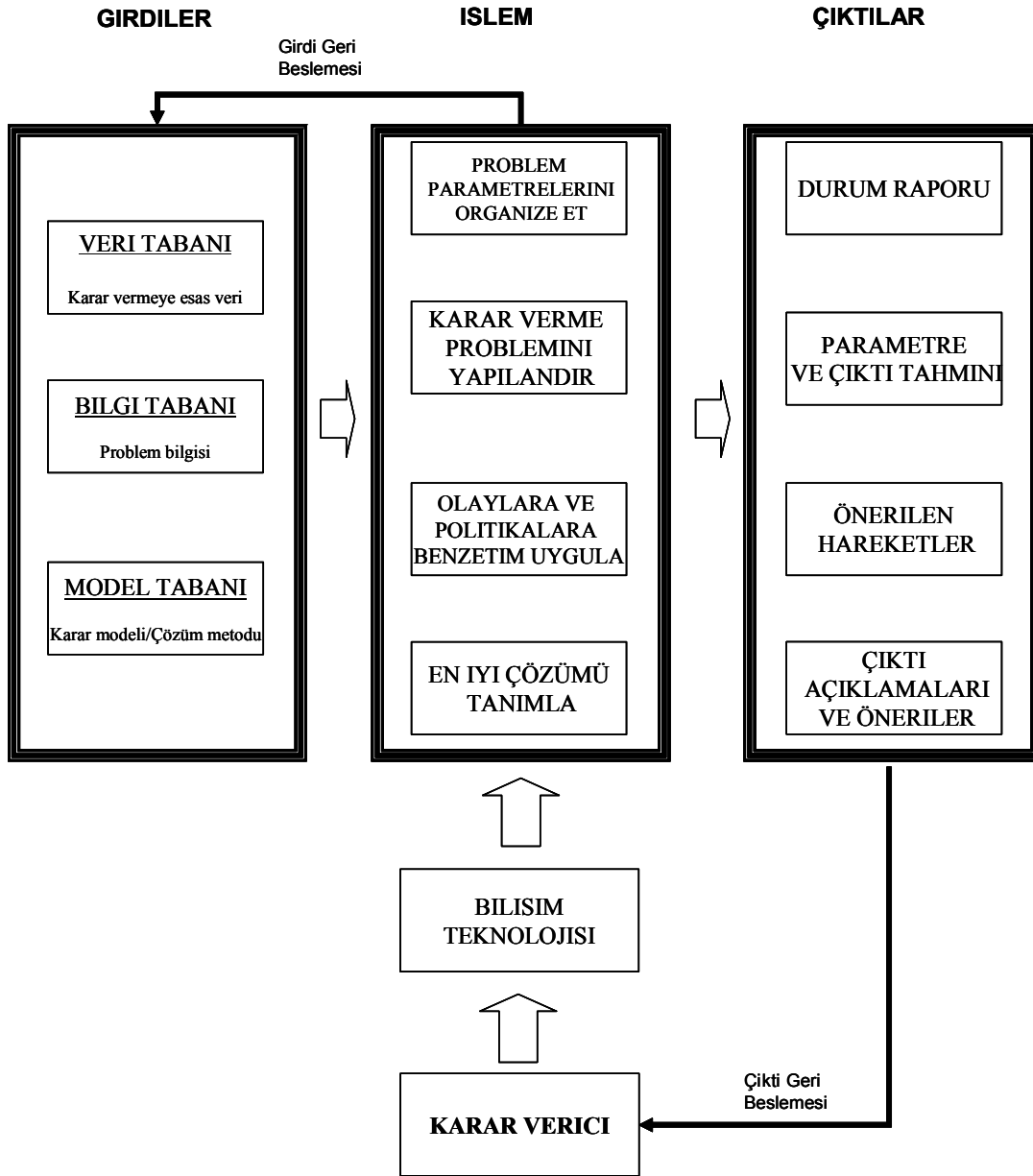
Aşama	Tahmini Dönem	KDS'lerdeki Hâkim Kavram	Teknoloji
I	1960'lar-1970'ler	Veri modellemesi ve problem çözme	Veri Tabanlar, Yönetim Bilgi Sistemleri
II	1980'ler	Grup Karar Verme	Bilgi Tabanları, Uzman Sistemler, Yönetici Bilgi Sistemleri
III	1990'lar	Örgütsel Öğrenme ve Bilgi Yönetimi	OLAP, Veri Ambarları, Veri Madenciliği
IV	2000'li yıllar	Ağ merkezli ve aktif KDS'ler	İnternet, Sunumcu araçları, Yazılım Etmenleri

Tabloda da görüleceği gibi Zeki Karar Destek Sistemleri uygulamaları doğrudan YZ teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak bir gelişme göstermiştir. YZ'nin ise bilişim teknolojilerine bağlı bir evrim gösterdiği daha önceki bölümde ele alınmıştır.

Bu kapsamda, ZKDS'leri geleneksel KDS'lerinin zeki davranışlar ve modern bilgisayar sistemleri ile desteklenmesi suretiyle yetenekleri arttırılmış şekli olarak da görülebilir. Yani ZKDS zeki herhangi bir bilgi sistemi gibi yorumlayıcı, sembolik hesaplamalar için bir çıkarsam mekanizması, hafıza ve davranış başlatıcılarından oluşmaktadır. Dolayısı ile de ZKDS tasarımı yapılırken en az bu bileşenlerin bir alt sistem olarak mimarî de yer alması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Zeki Karar Destek Sistemlerine ilişkin genel bir Kavramsal Model Şekil 4.5'de sunulmuştur. Ayrıca, EK-A'da sunulan Karar Destek Sistemlerinin yetenek seviye çizelgeleri ile de beraber incelendiğinde, askeri harekâtın modellenmesi ve benzetimi için gereken sistemin hep en üst seviyede yeteneklerle donatılması gerektiği anlaşılacaktır.

Geleneksel Karar Destek Mimarilerine YZ tekniklerinden bir veya birkaçının entegre edilmesi ile oluşturulan Zeki Karar Destek sistemleri ile bugüne kadar büyük maliyetlere neden olan problemlerin daha maliyet etkin şekilde çözülmesi mümkündür. Burada ön plana çıkan yapılacak gereksinim analizi ile hangi yeteneklerin yeterli olacaktır. Zira Zeki Karar Destek Sistemlerinde kazanılacak fazla ve atıl yetenekler maliyetlerden ziyade karmaşıklığı arttıracak bu ise hata oranlarında belirgin bir artışa neden olacaktır [102,103].

Sonuç olarak yapay zekâ teknikleri kullanılarak desteklenecek KDS'leri ile muharebe alanının çok boyutlu hızla değişen ve karmaşık yapısına uygun, insan karar verme mekanizmasına yakın ancak, ondan daha büyük boyutlu bilgi işleyen ve hata yapma ihtimali tasarımı oranında düşük muharebe kararları almak mümkündür. Çalışmanın ilerleyen bölümlerde buna ilişkin yaklaşım tam olarak ortaya konacaktır. Kullanılan yapay zekâ tekniği olarak ise avantajlarından dolayı zeki etmenlerden yararlanılacaktır.



Şekil 3.5. Zeki Karar Destek Kavramsal Modeli [101]

3.14. Sonuç

Bu bölümde çalışmamızın temelini oluşturan zeki etmen yapılarını ayrıntıları ile inceledikten sonra yine çalışmamızla doğrudan ilişkili Zeki Sistemler ve Zeki Karar Destek Sistemlerini inceledik. Zeki Karar Destek Sistemlerini bu bölümde

incelememizin başlıca nedeni zeki etmenlerin çalışmamızdaki önemini vurgulamaktır.

Konuya askeri ortam yani muharebe de karar verme açısından düşünecek olursak ihtiyacımız olan yapının zeki karar destek sistemi olduğu ve mutlak surette zeki etmenlerin bize sağladığı olanaklardan yararlanmamız gerektiği ortaya çıkmaktadır. Dördüncü bölümde Muharebe Modellerine Genel bir Bakış sunulacaktır.

BÖLÜM 4. MUHAREBE MODELLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

4.1. Giriş

Günümüzde muharebe sahası eski zamanlara göre daha dinamik, karmaşık, belirsiz, doğrusal olmayan, çok boyutlu, büyük miktarda veri barındıran ve sürekli karar gerektiren bir hâl almıştır. Geçmiş dönemlerde icra edilen muharebelerde sayısal miktar önemli bir yer tutmaktaydı zira silah ve unsur çeşitliliği azdı. Ancak, günümüzün muharebeleri yeni ve çok boyutlu silah sistemleri görev kuvvetleri ve karmaşıklık hatta asimetriyi beraberinde getirmiştir.

Harp oyunları ve muharebe modellemesi bu karmaşıklıkla başa çıkarak muharebenin gereklerine hazırlanmanın en yaygın yoludur. Eğitim amacının yanında gelişen araçlarla gerçek zamanlı ve gerçeğe yakın yapılabildikleri ölçüde başarılı sonuçlar verecekleri muhtemeldir.

Bu bölümde model ve buna bağlı bileşenler incelendikten sonra muharebe modellemesi incelenecek ve müteakiben mevcut modeller ele alınarak özellikleri irdelenmeye çalışılacaktır. Burada hedeflenen kazanım, bir sonraki modelde ortaya konacak mimarinin bugüne kadar kullanılanlardan üstünlüklerini açıkça ortaya koymaktır. Ayrıca, amacımız muharebeye girmiş askeri birimlerin davranışlarını analiz edecek bilgisayarlı benzetim yöntemleri hakkında bir literatür taraması yapmaktır.

4.2. Muharebe Modelleri ve Kullanım Alanları

Günümüzde çevremizde işletilmekte olan insan-makine sistemlerini çalıştırmak yerine onların etkileşimini çalıştırmadan analiz etmenin daha yararlı olacağı birçok durum vardır. Bu tarz sistemler basit imalat işletmelerinden (basit üretim süreçli ve az operatörlü üretim hatları) başlayarak uzay mekikleri gibi karmaşık sistemlere ve hatta gezenimizin ekonomik ve ekolojik sistemler arasındaki etkileşimi modelleyen sistemlere kadar uzanmaktadır.

Daha önce de belirttiğimiz üzere bir sistemi belli bir amacı gerçekleştirmek için birbiri ile etkileşim halinde olan varlıklar ve bileşenler bütünü olarak tanımlayabiliriz. Çalışmada ele alacağımız sistem ise muharebeye girmiş askeri birliklerdir. Bu sistemin bileşenleri silahlar, askerler, ikmal üniteleri ve komuta hiyerarşisidir. Söz konusu bileşenlerin faaliyetleri ve birbiri ile etkileşimleri manevra, hedef tespiti, hedefe angajmanı, komuta ve kontrol muharebe ve ikmal gibi muharebe süreçlerini meydana getirir.

Genellikle sistemin girdilerinin değişik durumlar altında nasıl çıktılar vereceği ve bu durumların muharebe çevresine etkisi merak konusudur. Ancak, gerek askeri gerekse ekonomik nedenlerden dolayı askeri sistemlerin muharebe koşullarındaki davranışları gözlemlemek oldukça zordur. Bazen de gerçek sistem henüz üretilmemiş düşünce aşamasında olan bir silahtır ve bu nedenle de fiziksel olarak gözlemlenemez. Tüm bu nedenlerden dolayı askeri sistem modellerinin benzetilmiş muharebe etkileşimlerinden yararlanır.

4.3 Muharebe Modellerinin Sınıflandırılması

Muharebe modelleri çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler. Bu bölümde öncelikle kısaca klasik yöntem olarak kullanıldıklarından sembolik muharebe modellerinin

çeşitlerine ilişkin karakteristikleri açıklayıp müteakiben çalışmamız kapsamında kullanılabilecek diğer yaklaşımlar incelenecektir.

4.3.1. Dinamik ve statik muharebe modelleri

Bir model içinde zaman değişimi barındırıyorsa dinamik model olarak isimlendirilir. Buna karşın bir statik model belirli bir zaman dilimini barındırır. Örneğin tek bir silahın bekasına ilişkin model statik bir model olabilir zira silahın imhası anlık bir olaydır. Oysa iki karışık kuvvetin manevrasının içeren muharebe modeli dinamik bir model olmalıdır.

4.3.2. Sürekli ve kesikli muharebe modelleri

Durum değişkeninin zamnda ayrık noktalarda de değıştiğimodellere kesikli modeller denir. Sürekli bir modelde ise durum değışkenleri herhangi bir zamanda sürekli olarak değışim göstermektedir. Aslında muharebedeki süreçler genellikle sürekli dir (örneğin hareket etmek). Ancak modellemede kolaylık için genellikle kesikli modeller kullanılır.

4.3.3. Deterministik ve stokastik muharebe modelleri

Bir modelin olasılık ve belirsizlik içermemesi durumunda bu model deterministik model olarak tanımlanır. Stokastik modeller ise belirsizlik içeren ve olasılık dağılımlarının kullanıldığı modellerdir. Örneğin bir silahın atışının vuruşu genelde bir istatistiksel dağılıma uygun olarak ifade edilir ki bu stokastik bir modeldir. Eğer silahın etkisi tam olarak biliniyorsa deterministik olarak modellenebilir [104].

4.4. Muharebe Benzetiminde ve Modellenmesinde Seviyeler

Muharebe benzetimlerinde çözünürlük olarak tabir edilen ve muharebe ortamını farklı detay seviyelerinde temsil edilmesi anlamına gelen bir şekilde sınıflandırabiliriz. Bu sınıflandırmada asıl hedef, birlik seviyesi yükseldikçe detay seviyesini azaltarak işlemci tasarrufu ve kullanıcıya kolaylık sağlamaktır.

Üzerinde büyük oranda uzlaşa sağlanan dört temel benzetim seviyesi vardır. Bunlar sırasıyla ele alınmasında yarar vardır. Harekât Alanı Benzetimleri (Düşük Çözünürlük): Büyük, müşterek harekâtların icra edildiği ve tüm muharebe alanını kapsayan benzetimleridir. Göreve Yönelik Benzetimler (Orta Seviyede Çözünürlük): Tugay ve daha alt seviyede kullanılan benzetimlerdir. Genellikle belirlenmiş coğrafi bir bölge ile sınırlandırılırlar. Çatışma Benzetimler (Yüksek Çözünürlük): Küçük birlik benzetimleridir. Bölük ve Takım seviyesinde kullanılır. Çoğunlukla silah sistemleri ve birliklerin birbiri ile olan etkileşimlerini analiz etmek için kullanılırlar. Mühendislik Seviyesi Benzetimler: Tek bir sistemin veya silahın işleyişi ile ilgili benzetimlerdir.

Konuya modelleme açısından bakacak olursak da, muharebe elamanlarının veya silah sistemlerinin ayrıntı etkileşimini içeren modellere Yüksek Çözünürlüklü Modeller denir. Yüksek çözünürlüklü bir modelde her bir muharibin durumunu, muharebe sahasını algılamasını gösteren kendi durum değişkeni vardır. Etkileşimler bire bir olarak modellenmekte ve angajman ile ateş etme gibi süreçler her bir muharebe elemanı için modellenmektedir. Angajman modeli arazi, çevresel etkiler, ateş edenin özellikleri ile hedefin özelliklerini içerir.

Bu ayrıntı düzeyi çözünürlüklü modelleri güvenilir kılmaktadır. Ancak ayrıntı düzeyi aynı zamanda yüksek çözünürlüklü modellerin de küçük birlik seviyesinde (tabur)

kalmalarına neden olmaktadır. Yüksek çözünürlüklü modeller genelde birçok alt modeldeki belirsizliği içeren stokastik modellerdir.

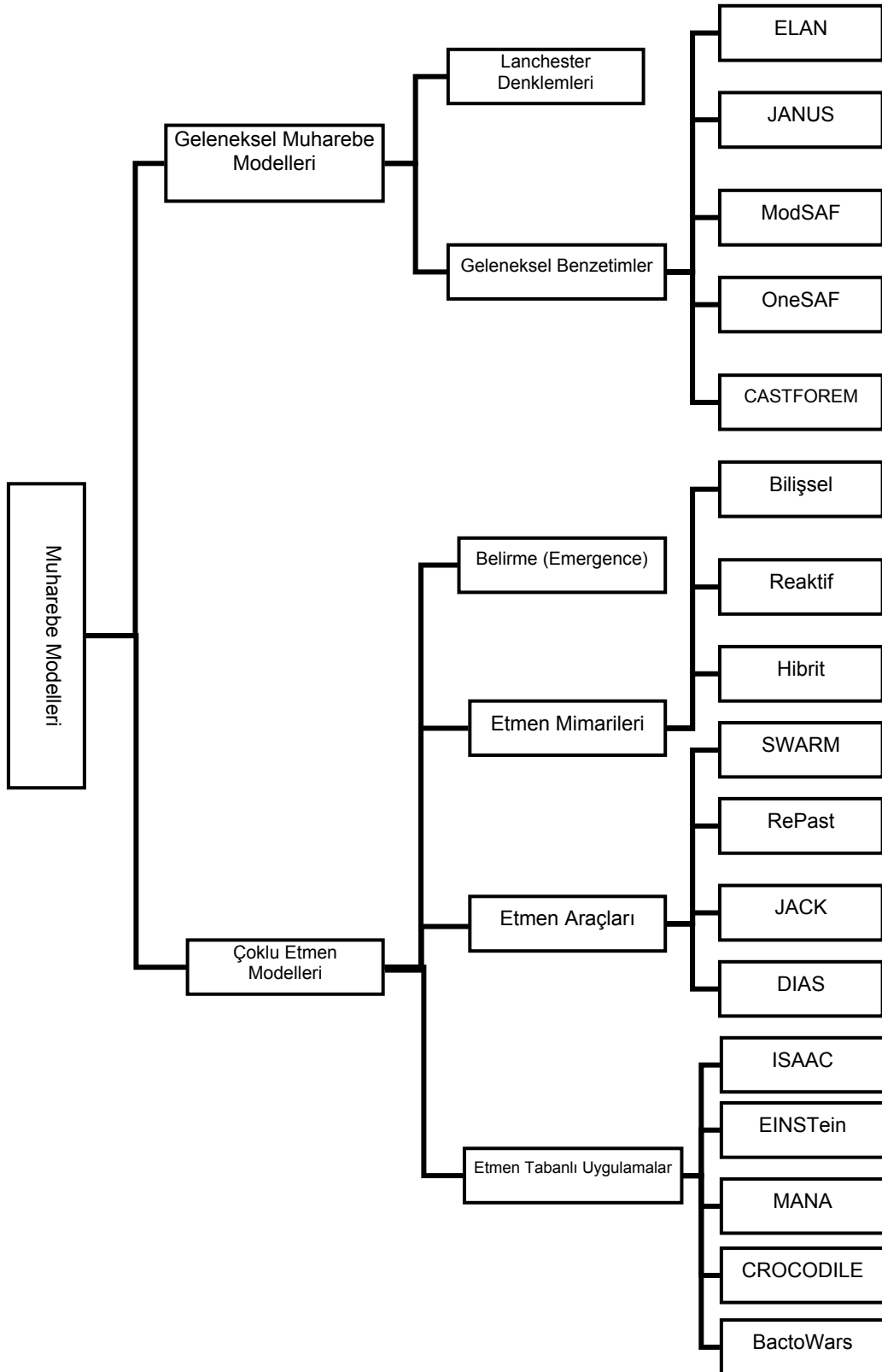
Birleştirilmiş Muharebe Modelinde ise bireysel muharebe elemanları gerçek hayattaki hiyerarşik yapılara uygun olarak gruplandırılıp modellenir. Bu nedenle de birleştirilmiş modeldeki varlıklar bölük, tabur veya tugay seviyesinde olabilirler. Birleştirilmiş modeller küçük birimlerin faaliyetleri ve muharebedeki görevlerine ilişkin ayrıntıları bulundurmazlar. Bu kapsamda söz konusu birleştirilmiş modellerle kolordu ve daha üst seviyelerde modelleme yapmak mümkündür.

Yüksek çözünürlüklü modellerdeki stokastik değişimler, birleştirme sürecinde ortalamaları alınmak suretiyle beklenen değerlere çevirmektedir. Bu nedenle de birleştirilmiş modeller genellikle deterministik modellerdir [104,105].

4.5. Muharebe Modelleme Literatürüne Genel Bir Bakış

Genel olarak muharebe modellemesine ve benzetimine ilişkin olarak literatür sınıflandırması Şekil 4.1. de ve buna bağlı yapılan çalışmalar Tablo 4.1. de yer almaktadır.

Sınıflandırmada genel kabul görmüş yaklaşımlar ele alınmıştır. Bu bağlamda klasik olarak kabul ettiğimiz ve yukarıda kısaca ele almaya çalıştığımız sembolik modelleme uygulamaları da bu tasnifte yer almaktadır. Zira söz konusu modeller hâlâ kullanım kolaylıkları nedeniyle hala geniş kabul görmekte ve uygulama alanı bulmaktadır.



Şekil 4.1. Muharebe Modellerinin Sınıflandırılması [106]

Söz konusu tablolar ile kronolojik ve yapısal olarak yapılan çalışmaların daha iyi görülmesi hedeflenmiştir. Yapılan dallandırmalar üzerinde literatürde genel bir fikir birliği bulunmamasına rağmen çalışmanın kapsamında böyle bir sınıflamanın yapılmasının uygun olduğu düşünülmüştür. Bu bağlamda bölümün bundan sonraki kısmında yapılan literatürdeki çalışmalar ele alınarak müteakip bölümde ele alınacak yeni, özgün ve gelişmiş mimarinin gelişmişliğinin teyidi için bir hazırlık sağlanacaktır.

Tablo 4.1. Muharebe Modellerine İlişkin Literatür Çalışmaları

Konu	Yıl	Yazarlar
Muharebede Harp Oyunlaması (Red Teaming in Combat)	2001	Sandoz
	2003	ABD Savunma Bakanlığı
	2004	Mateski
Lanchester Denklemleri	1916	Lanchester
	1964	Dolansky
	1984	Battilega and Grauge
	1987	Athans
		Lepingwell
	1995	Hartley
	1998	Fricker
	2001	Aragon
		Chen ve Chu
2002	Sheldon	
2003	Lucas ve Turkes	
Geleneksel Muharebe Modelleri	1994	Ceranowicz
	1995	Bennington
		Caldwell ve Wood
	1997	Larkin
	1998	Sawyers [125]
	2000	Maxwell [126]
	2001	Stone ve McIntyre [127]
		Wittman ve Harrison [128]
	2002	Fields
	2003	Simlote
	2004	Bates ve McIntyre
	2005	MSRR
2006	CACI International Inc (a)	
	CACI International Inc (b)	
	CACI International Inc (c)	

Tablo 4.1. (Devam) Muharebe Modellerine İlişkin Literatür Çalışmaları

Konu	Yıl	Yazarlar
Çoklu Etmen Tabanlı Modeller	1986	Brooks
	1987	Chapman
		Georgeff ve Lansky
		Reynolds
	1990	Brooks
	1991	Kaelbling
		Maes
		Brooks (a)
		Brooks (b)
	1995	Rao ve Georgeff
		Wooldrige ve Jennings
	1996	Nwana
	1997	Bonso, Firby, Gat, Kortenkamp, Miller ve Slack
		D'Inverno, Kinny, Luck, ve Wooldridge
	1998	Sycara
Huhns ve Singh		
1999	Ferber	
	Wooldirdge	
2000	Bryson	
2002	Dastani ve Torre	
	Nolfi	
Çoklu Etmen Yazılım Uygulamaları	1995	DIAS
	1996	Minar, Burkhart, Langton ve Askenazi
	1998	Campbell ve Hummel
	1999	Wilensky ve Stroup
	2002	Gilbert ve Bankes
		Inchiosa ve Parker
		Kota
		Serenko ve Detlor
	2003	Collier, Howe ve North
	2004	Luke, Cioffi-Revilla, Panait, Sullivan
		Tisue ve Wilensky
		Tobias ve Hoffman
2005	Agent Oriented Software Pty.Ltd. (Jack)	
2006	North, Collier, Vos	

Tablo 4.1. (Devam) Muharebe Modellerine İlişkin Literatür Çalışmaları

<i>Konu</i>	<i>Yıl</i>	<i>Yazarlar</i>
Çoklu Etmen Muharebe Modelleri	1992	Beyerchen
	1997	Ilachinski
		Schmitt
	1998	Holland
	1999	Beckerman
		Goldstein
		Ilachinski
	2000	Brown
		Ilachinski
		Lauren
	2001	Grieger ve Gill
		Lauren
		Lauren
		Lauren
	2002	Parunak ve Brueckner
		Barlow ve Easton
		Cioppa
		Epstein
		Grieger
		Lauren ve Stephen
	2003	Parunak, Brueckner, Sauter
		Odell
		Bar-Yam
		Barlow
Galligan ve Lauren		
2004	Galigan, Anderson ve Lauren	
	Ilachinski	
	Bar-Yam	
	Galligan	
2005	Ilachinski	
	Parunak ve Brueckner	
2006	De Wolf ve Holvoet	
	Wheeler	
		Perry

4.6. Düşman Oyunlaması (Harp Oyunları)

Düşman oyunlaması veya daha yaygın ifadesi ile Harp Oyunları uzun süredir özellikle askeri alanda uzun süredir kullanılmaktadır. Ancak, farklı isimlerde de olsa

kendisini karşı tarafın yerine koyarak durum değerlendirmesi yapmak ve müteakip hareket tarzlarını belirlemek gerek devlet sektöründe gerekse özel işletmelerin stratejik yönetim birimlerince uzun süredir kullanılmaktadır. Söz konusu uygulamaların ortak amacı örgütsel riski azaltarak, örgütün fırsatlardan azami ölçüde faydalanmasını temin etmektedir. Buradan sonra çalışmanın kapsamı gereği daha çok askeri anlamdaki harp oyunlaması üzerinde duracağız.

Harp oyunlarında, Mavi ve Kırmızı olmak üzere iki taraf vardır. Mavi genellikle dost unsurları, Kırmızı ise karşı tarafın unsurlarını temsil etmektedir. Hedeflenen sonucun ise, Kırmızının gözü ile mevcut duruma bakarak Mavinin risklerini tespit etmek olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Bu noktada Mateski'nin [107] önerdiği tanımlamadan söz etmekte yarar vardır. Buna göre; "Harp Oyunu, bir aktörün (Mavi) açıkça veya üstü örtülü bir biçimde dost bir sistemi, karşı tarafın (Kırmızı) bakış açısı ile anlamaya çalışması, sorgulaması veya test etmesine ilişkin tüm faaliyetleri kapsayan bir süreçtir".

Daha açık bir ifade ile Harp Oyunu ile karşı tarafın aklından geçeni okumaya çalışmak bu sayede onun davranışlarını tahmin etmek ve kendi stratejimizin bu tepkiye karşılık mevcut eksikliği tespit ederek zamanında önlem almak hedeflenmektedir. Harp oyunları hâlihazırda savunma organizasyonlarınca önemli bir araç olarak görülmektedirler [108]. Harp Oyunlarının bir başka yararı ise muhariplerin eğitiminde kullanılabilmesi ve mevcut doktrin ile taktiklerin denenmesi ile ortaya çıkabilecek eksikliklerin giderilmesine katkıda bulunabilmeleridir. Bir başka üstün tarafları ise harekâtın her seviyesinde uygulanabilir olmalarıdır [108,109]. Bunlar;

- Stratejik Seviye : Stratejik vizyon ve kabullerin sorgulanması
- Operatif Seviye : Mevcut istihbaratın, örgütsel ve operasyonel yapıların sorgulanması,
- Taktik Seviye : Askeri Eğitim ve Sistem açıklarının sorgulanması

Algılama tüm harekât seviyelerinde karar vermeyi doğrudan etkilemektedir. Her iki taraf da karşı tarafın niyet ve maksadını tahayyül ederek kendi hedeflerini

gerçekleştirecek uygun durumlara yaratmaya çalışmaktadır. Harp oyunlaması sayesinde her iki tarafa da birbirinin davranışına tepki vermeye ve birbirine üstünlük sağlamaya çalışmaktadır. Bu sayede de yeni doktrin, taktik ve teknikler denenerek bunların muhtemel eksiklikleri ortaya konabilir [109].

Genel olarak iki çeşit harp oyunlaması vardır. Bunlar insan odaklı ve yazılım odaklı olarak sınıflandırılabilir. İnsanın odak noktasında olan harp oyunlamasında her iki tarafın hareketleri de insanlar vasıtasıyla test edilmektedir. Bu oldukça pahalı ve harekâtın her aşamasının değerlendirilmesine olanak sağlamayan bir yöntemdir.

Buna karşın bilgisayar odaklı veya destekli harp oyunlarında etmen tabanlı sistemlerin kullanılması durumunda ise ortay konan zayıf nokta analiz edilmektedir. Daha çok açıdan harekât alanının değerlendirildiği açıkça söylenebilir. Buna karşın bu değerlerin ilave değerlendirmesinde insan faktöründen de yararlanılabilir.

4.7. Geleneksel Muharebe Modelleri

4.7.1. Lanchester denklemleri

Savunma uzmanlarının muharebe zayıyatına modellenmesi ile tahmininde kullandıkları başlıca geleneksel yapı Lanchester Denklemleridir (LD) [110,111,112,113,114]. LD ilk kez F.W.Lanchester [115] tarafından ortaya konmuştur. Söz konusu model ile zayıyatın kuvvet miktarı ile orantılı olduğu varsayarak, zamana bağlı sürekli bir fonksiyonlu diferansiyel denklemler kullanmaktadır.

Örneğin mavi ve kırmızı olarak iki kuvvetimiz olduğunu varsayalım. Mavinin kuvvet büyüklüğü $B_s(t)$, kırmızının ki $R_s(t)$ ve mavi ile kırmızının zayıyat katsayılarını α_b ile

α_r temsil edilmektedir. Zayıt katsayısı ile edilmek istenen sayı ile bir tarafın bir unsurunun diğerk tarafın bir unsuru tarafından verilen zayıt ifade edilmektedir. LD iki kuvvet arasındaki görmeyerek ateş muharebesi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\frac{dB_s}{dt} = -\alpha_b B_s(t) R_s(t) \quad (4.1)$$

$$\frac{dR_s}{dt} = -\alpha_r B_s(t) R_s(t) \quad (4.2)$$

Yukarıdaki denklemlerde de görülebileceği gibi hem mavinin hem de kırmızının zayıtı, mavi ve kırmızının kuvvet miktarlarının çarpımları ile doğru orantılıdır. Doğrudan ateşe maruz kalan birlikler için oluşturulan LD manga kuralı ise şu şekildedir:

$$\frac{dB_s}{dt} = -\alpha_r R_s(t) \quad (4.3)$$

$$\frac{dR_s}{dt} = -\alpha_b B_s(t) \quad (4.4)$$

Burada da mavi zayıtı kırmızı kuvvet büyüklüğü ile doğru orantılı iken kırmızı zayıt miktarı da mavinin kuvvet büyüklüğü ile doğru orantılı olarak ifade edilmektedir.

Diğerk bir LD olan üçüncü denklem ise karma bir eşitliktir. Zira buna göre mavinin kırmızının doğrudan atışı ile zayıt verdiği, kırmızının ise mavinin görmeyerek atışı ile zayıt verdiği esas alınmaktadır. Söz konusu denklem şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\frac{dB_s}{dt} = -\alpha_b R_s(t) \quad (4.5)$$

$$\frac{dR_s}{dt} = -\alpha_r B_s(t) R_s(t) \quad (4.6)$$

Muharebe dışı zayıatın modellendiği LD aşağıda yer alan logaritmik kuralına [113] göre ise zayıatın dost atışı ile meydana geldiği düşünülerek, herkesin maruz kalacağı zayıatın kendi kuvvetinin büyüklüğü ile doğru orantılı olduğu kabul edilmektedir.

$$\frac{dB_s}{dt} = -\alpha_b B_s(t) \quad (4.7)$$

$$\frac{dR_s}{dt} = -\alpha_r R_s(t) \quad (4.8)$$

LD sezgisel olduklarından oldukça kolay uygulanabilir muharebe modelleridir. Ancak, oldukça soyut olmalarından dolayı gerçeklikten uzak modellemeler olarak nitelendirilmektedirler. Geçmişte icra edilen muharebelerde elde edilen sonuçlar ile söz konusu muharebelerin LD uygulaması ile gerçekleştirilen modellemelerinin karşılaştırılmasında LD gerçek değerlerden uzaklaştığı tespit edilmiştir [116, 117, 118, 114]. Yine de basitliklerinden dolayı hâlâ kullanım alanlı mevcuttur.

4.7.2. Geleneksel muharebe benzetimleri

4.7.2.1. ModSAF

ModSAF (Modüler Yarı-Otonom Kuvvetler-Modüler Semi-Automated Forces) [119] varlık seviyesinde etkileşimli ve yüksek çözünürlüklü bir benzetim sistemidir. Tabur

seviyesine kadar silah sistemlerini ve taktik harekât modelleme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, yarı otonom kuvvetlerin, açık mimarî yaklaşımı ile ilave yazılım modülleri ve bilgisayar tarafından oluşturulan sanal kuvvetlerle beraber benzetimine olanak sağlamaktadır. Söz konusu yazılım modülleri muharebe alanının fiziksel, çevresel ve davranışsal modellenmesine ilişkin uygulamalar içermektedir. ModSAF tamamıyla dağıtık bir benzetim olduğundan, farklı bilgisayarlar üstünde benzetimin koşmasına müsaade etmekte ve gerektiğinde bunu tek operatöre vasıtasıyla kontrol edebilmektedir. Söz konusu yapıya bağlı açık mimarî ise daha büyük kuvvetlerin daha gerçekçi olarak benzetimine olanak sağlamaktadır.

ModSAF üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; Yarı otonom kuvvetler (YOK) iş istasyonu SAFstation, YOK benzetimi (SAFsim), ve YOK kaydedici (SAF-logger). YOK iş istasyonu kullanıcıya grafik ara yüzünü sağlamaktadır. YOK benzetimi tüm varlıklara, ünitelere ve çevre süreçlerine ilişkin benzetimleri yapmaktadır. ModSAF ile başlıca yedi sistem modellenmektedir. Bunlar: hava savunma, istihbarat, ulaştırma, beka, muharebe hizmet desteği, komuta ve kontrol, ateş desteğidir. YOK kaydedici ise benzetim esnasındaki gerekli bilgileri kaydedilmektedir. Ancak, insan davranışlarının önceden tanımlanmış ve kaynak kodunda kesin olarak belirlenmiş olması analiz esnasında deneysel yaklaşımları kısmen engellemektedir.

4.7.2.2. JANUS

Janus [120] olaya yönelimli, çift taraflı, kara-kara ve hava-kara muharebesinin benzetimi olanaklı kılan, konvansiyonel ve kimyasal silahların benzetimi gerçekleştiren bir sistemdir. Bilgisayarca oluşturulan kuvvetler eş zamanlı olarak her iki tarafı oynayan ve tüm muharebe sahası ile karşı tafta ilişkin kısıtlı bilgiye sahip oyuncular tarafından yönlendirilmektedir. Benzetim bilgisayar ortamında oluşturulan arazi haritalarını kullanmaktadır. Söz konusu arazide; yükseklik, yollar, akarsular ve binalar gibi arazi arızaları farklı renk ve şekillerle temsil edilmektedir. Silah sistemi ayrıntılı özellikleri ile modellenmekte ve iki tarafın teması ile oluşan ateş

muharebesindeki zayıf olasılıkları önceden tanımlanmış istatistiksel dağılımlarla tanımlanmaktadır. Çeşitli silahların manevra ve ateş desteğine ilişkin görerek ve görmeyerek ateşler ile birlik hareketlerin benzetimi Janus ile kolayca yapılabilmektedir. Alt sistemlerin etkileşimleri ile hava ve arazi gibi dışsal etkiler Janus ile yüksek bir doğrulukla modellenabilmektedir.

4.7.2.3. ELAN

ELAN (Extended LANcester model) [121] müşterek operasyonların benzetimi için ABD Eğitim ve Doktrin Komutanlığı Analiz Merkezi tarafından geliştirilen basit bir kara benzetimidir. Orta derecede çözünürlüğe sahip olan model arazi ve taktikler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Benzetimde kullanılacak arazinin azami büyüklüğü iki kilometredir. Oldukça hızlı çalışan ve benzetim sonuçlarının kolaylıkla analiz edilmesini sağlayan araçlarla donatılmıştır. ELAN ile öldüren ve öldürülenler akında hem birlik hem de silah sistemi seviyesinde analiz sonuçları sağlanabilmektedir.

4.7.2.4. OneSAF

OneSAF [122, 123] ABD Ordu Benzetim, Eğitim ve Entrümantasyon Komutanlığı tarafından geliştirilen gerçek zamanlı etkileşimli benzetim sistemidir. Sistem ile harekâtların, sistemleri ve süreçlerin tek bir varlıktan (tek er, tek tank gibi) tabur seviyesine kadar benzetim yapmak mümkündür. Benzetim hem tam otomatik hem de kullanıcı kontrolünde koşturulabilmektedir. Benzetimi gerçekleştiren varlıkların, birliklerin, davranışların ve ortamın çeşitli şekilde birleştirilebilirliği oldukça önemli bir esneklik sağlamaktadır. Bu sayede yeni doktrin, taktik ve tekniklerin denemesini kolaylaştırıcı bir yapıdadır.

4.7.2.5. CASTFOREM

Birleştirilmiş Silah ve Görev Kuvveti Değerlendirme Model (Combined Arms and Support Task Force Evaluation Model-CASTFORM) [124] Tugay ve ast kademelerdeki ilah sistemleri ile taktiklerin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. Çift taraflı, kapalı formda, olay sıralı yüksek çözünürlüklü ve konvansiyonel silahların sistem düzeyinde analizine olanak sağlayan bir benzetimdir. Kapalı formda olduğundan insanla etkileşime girmez ve bu nedenle de insan katılımını zorunlu kılmaz. CASTFOREM’de tespit olasılığı, vuruş olasılığı ve ölüm olasılıkları hariç her şey stokastik olarak modellenmiştir. Muharebedeki birçok alt harekât çeşidinin benzetilmesini olanaklı kılmaktadır. Ancak yüksek çözünürlüklü olması nedeniyle senaryoların oluşturulması zaman almaktadır [125].

4.7.2.6. Diğer benzerim modelleri

Yukarıda ele alınanların haricinde de JWARS [126], JMASS [127] gibi farklı benzetimler de vardır. Söz konusu benzetimler de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, eksiklikleri üzerinde de yoğun olarak çalışmalar yapılmakta ve bunlar dile getirilmektedir. Örneğin bu sistemleri çoğu çok karmaşık, yüksek çözünürlüklü, ara yüz iletişimleri zayıf, kısıtlı veri toplama veya analiz modülleri vardır. Bunun haricinde de bilgi harekâtını modellemekten uzatırlar. Daha hızlı analizler yaparak “şöyle olsa” şeklindeki yaklaşımlara uygun bir yapıda değildirler [125].

4.8. Etmen Mimarileri ve Benzetim Yazılımları (Araçları)

Karmaşık Uyum Sağlayan Sistemlerin (Complex Adaptive System-CAS) modellenmesinde ve benzetiminde etmenler oldukça güçlü çözümler sunarlar. CAS’ın ana düşüncesi tüm sistemin genel davranışlarının basit ve alt seviyedeki sistemi oluşturan parçaların etkileşimden ortaya çıktığıdır. Bu nedenle de etmenler

arası etkileşimi incelemek, dinamiklerini belirlemek ve davranışları analiz etmek çoklu etmen yapıda modellenen gerçek sistemin tümüne ilişkin davranışların analiz edilmesini yardımcı olmaktadır.

CAS modellerinin ana yapı taşını genellikle uyum sağlayabilen otonom zeki etmenler oluşturur. Etmenin ve etmenler arasındaki iletişim, bilgi akışı, kontrol ve icra edilecek davranışların yapı taşı mantığı ile oluşturulduğu yapılar genel olarak etmen mimarileri denir [128, 129,69]. Mimarilere ilişkin ayrıntılı bilgi daha önceki bölümde ele alındığından bu bölümde konu tekrar edilmeyecektir.

Bir çoklu etmen yapısını tasarlamının ön koşullarından biri bilgi teknolojisi hâkimiyetinin yanında tasarlanacak problem ortamının da çok iyi bir şekilde tanınmasıdır. Bu nedenle de tasarım sürecini kısaltmak amacıyla hazır benzetim yazılımları da oluşturulmuştur. Aşağıda bunlardan en tanınmış olan dördü adedi incelenecektir.

4.8.1. SWARM

SWARM [130] Santa-Fe Institute tarafından geliştirilen ilk reaktif etmen tabanlı modelleme yazılım kütüphanelerinden biridir. SWARM Nesne Yönelimli bir Yazılım dili olarak tasarlanmıştır. Tasarımın odak noktasını ise grup davranışları oluşturmaktadır. SWARM da tanımlı her nesnenin isim, veri ve kurallar olmak üzere üç ölçütü vardır. İsim nesnelere tanıtıcı unsurdur. Veri nesnenin sahip olduğu tüm bilgileri içermektedir. Kurallar ise nesnenin diğer nesnelere gönderdiği mesajlara ilişkin tanımlamaları içerir. Bu aynı zamanda nesnelere iletişim kurmanın tek şeklidir. Zira SWARM karmaşık veri alışverişi yağlarına sahip değildir. En basit yapı taşını ise belirli davranışları icra eden etmenler topluluğu oluşturmaktadır. İki tür topluluk vardır. Bunlar model topluluğu ile izleyici topluluğudur (observer swarm). Model topluluğu gerçek sistemim karakteristiklerini modellemek için

kullanılmaktadır. İzleyici topluluk ise model topluluğunun çevresi olarak hareket eder ve model topluluğuna girdi sağlayarak onlardan çıktı alır. Aynı zamanda veri analizi yapar ve ara yüz görevi yapar. SWARM'ın çok katmanlı yapılar oluşturmaya elverişli olması, toplulukların modülerliği ve birleştirilebilirliği ona büyük bir esneklik sağlamaktadır.

4.8.2. RePast

Tekrarlanabilir Gözenekli Etmen Benzetim Aracı (The Recursive Porous Agent Simulation Toolkit-RePast) Chicago Üniversitesi Social Science Research Computing [131,132] tarafından oluşturulmuş açık kaynak bir yazılımdır. Etmen benzetimine ilişki olarak yazılımın koşturulması, görselleştirilmesi ve veri toplanmasına ilişkin üç yazılım dili kullanımına olanak sağlamaktadır. Bunlar; JAVA, Python ve Microsoft .NET'dir. SWARM'dan miras olarak birçok konsepti de içinde barındırdığı söylenebilir. Ancak, başlıca üstünlüğü olarak geliştirilmiş uyarlanabilir rasgele algoritma ve regresyon ile artırılmış görselleşme sayılabilir. RePast bilgiyi çizelgeler, histogramlar ve koşan benzetimi Quick Time video formatında görselleştirerek sunmaktadır. RePast aynı zamanda aşağıda ifade edilen özellikleri de sunmaktadır:

- RePast eş zamanlı zamanlayıcısı ile hem sıralı hem de paralel kesikli olay operasyonu gerçekleştiren kesikli olay benzetim sistemidir.
- RePast'daki stokastik süreçler Monte Carlo benzetimine dayanılarak modellenmektedir.
- Kullanıcı etmen özelliklerini, etmen davranış eşitliklerini ve model özelliklerini benzetim esnasında değiştirebilmektedir.
- Genetik Algoritmalar, Yapay Sinir Ağları ve başka özel matematik teknikler sisteme yazılım kütüphaneleri olarak entegre edilmiştir.
- Sosyal bir bilim araştırması olarak tasarlandığından sosyal ağlar ve bunların bazı ağ değerlerinin ölçülmesine olanak sağlar.

-Son olarak ise Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre edilebilir olması ona başka bir yetenek katmaktadır.

4.8.3. JACK

JACK [133, 134], Agent Oriented Software tarafından geliştirilen ticari bir yazılımdır. JACK, etmenler, yetenekler, inanç setleri, bakış açıları, olaylar ve planlar olmak üzere altı bileşenden oluşmaktadır.

JACK genel olarak daha önceki bölümlerde incelenen BDI etmen mimarisini kullanmaktadır. Etmenlerin inançları, benzetim süresince değiştirilebilir bir inançlar seti ile oluşturulmaktadır. Etmenlerin amaçları hedefleri ile tanımlanmaktadır. Niyet, bir JACK etmeninin tek bir hedefe ulaşmak için birden çok planı olabilir. Bu sayede de bir planın başarısız olması durumunda etmen diğer bir planı kullanarak hedefine ulaşmaya çalışmaktadır.

4.8.4. DIAS

Dinamik Bilgi Mimari Sistemi (Dynamic Information Architecture System-DIAS), karmaşık çok disiplinli benzetim yapmak için esnek, genişleyebilir ve nesne yönelimli bir mimaridir [135, 136]. DIAS'ın ana bileşenlerini gerçek dünya varlıklarını temsil eden yazılım nesnelere ile ortam varlıklarının dinamik yönlerini temsil eden benzetim modelleri ve başka uygulamalar oluşturmaktadır. DIAS "NE?" sorusunu "NASIL" sorusundan ayırt etmektedir. Bunun nedeni nesne sınıfının nesnenin davranışı hakkında sadece öz bilgiler içermesi ve uygulama detaylarına sahip olmamasıdır. Modeller ile uygulamalar ise "NASIL?" sorusuna karşılık gelen nesnelere tüm davranışlarını uygulamakta ve bunlar uygun nesnelere ile bağlantılı olarak gerçekleştirilebilmektedir.

DIAS’da model/uygulamalar doğrudan varlıklarla iletişim kurmaktadır. Varlıkların kendi aralarında bir iletişimi söz konusu değildir. Bunun başlıca yararı ise yeni modeller ve yazılımlar yazılım kodunda bir değişiklik yapmadan kullanılabilmesidir ki bu da DIAS’a karmaşıklıkla başa çıkma yeteneği sağlamaktadır. DIAS aynı zamanda coğrafi çözünürlükler sahip çıktı üretme yeteneğine de sahiptir.

4.8.5. Diğer benzetim yazılımları

Yukarıda başlıca saydığımız uygulamaların dışında, Ascape [137], NetLOGO [138, 139] ve MASON [140] gibi bilinen ve sosyal bilimlerden ekonomi, savunma bilimleri gibi alanlarda uygulama alanı bulan uygulamalar da vardır. Genellikle söz konusu uygulamalar ile tasarımda güvenilirlik ve etkinlik artarken modelleme için gereken çaba azaltılmaktadır. Ancak, her birinin kendine özgü zayıf noktaları vardır. Örneğin Repast’da bir uygulama yapmak için çok ayrıntılı bir şekilde JAVA yazılım bilgisine sahip bir yazılım uzmanından istifade etmek gerekmektedir. Ayrıca etmen yeteneklerini arttırmak da oldukça zor ve zahmetli ki bu da farklı koşullar altında yapılacak çoklu benzetimlerde bir eksiklik oluşturmaktadır. Bu ve bunun gibi etkenleri yok etmek mevcut yazılımları güçlendirmek, muharebe alanında kullanılacak bir yazılım için vazgeçilmezdir.

4.9. Çoklu Etmen Muharebe Modelleri

4.9.1 Karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olarak muharebe

Geleneksel muharebe modellerinin eksiklikleri daha önceki bölümde ele alınmıştı. Ancak muharebenin lineer olmayan davranışları olan bir sistem olduğu yeni yapılan çalışmalarla sıklıkla vurgulanır hale geldi[141, 142, 143]. Özellikle Ilachinsky [144]nin ortaya koyduğu Karmaşık Uyumlaşabilen Sistem ile Kara muharebeleri arasındaki başlıca ilişki şu şekildedir:

- Doğrusal Olmayan Etkileşim : Muharebe kuvvetleri birbiri ile doğrusal olmayan şekilde etkileşen büyük rakamlarda bileşenlerden oluşurlar.
- Hiyerarşik Yapı : Muharebe kuvvetleri doğaları gereği zaten kendisi karmaşık olan bir hiyerarşik yapıdan oluşurlar.
- Merkezi Olmayan Kontrol : Muharebede her bir muharip reaktif bir etmen gibi algılayıcısından gelen bilgiler dâhilinde davranış sergiler.
- Öz Örgütlenme : Her ne kadar muharibin bireysel davranışları kaotik bir özellik sergilese de uzun dönemde bir düzen göze çarpmaktadır.
- Dengede Olmayan Emir : Askeri Harekâtın özelliği gereği denge verilen emirlerde söz konusu değildir.
- Uyum Sağlama : Çevrede oluşan değişikliklere uyum sağlamadan muhariplerin verilen görevde başarılı olmaları zordur.
- Kolektivist Davranış : Komuta-ve Kontrol zinciri ast kademedekiler ile üst kademedekiler arasında bir iletişimi ve dolayısı ile aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bir iletişimi zorunlu olarak ortaya çıkarmaktadır. Bu ise her aşamada bulunan varlıkların durum ve davranışlarını bildirmeleri anlamına gelmektedir.

Çalışma kapsamında ortaya konan mimaride de muharebe karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olarak tanımlanmaktadır.

4.9.2. Ortaya çıkma (Emergence)

Ortaya Çıkma (Emergence) sistem ait yeni eğilimlerin veya özelliklerinin, sistemin basit kurallar ile yönlendirilen yapısal elemanlarının etkileşiminden ortaya çıkması olarak tanımlanabilir. Ortaya çıkma sistemin makro aşamalarından gelir ve ortaya çıkan yeni eğilim ve özellikler daha küçük aşamalarda tanımlı değildir. Sistemin parçaları arasındaki etkileşim hem karmaşık dinamiğin hem de ortaya çıkmanın başlıca nedeni olarak karşımıza çıkar. Ortaya çıkma genelde iki tip rastlantısal olay neticesinde ortaya çıkar. Bunlar: dinamik sistemin parçaları arasındaki karmaşık rastlantısal ilişkiler ve geri besleme [145]. Ortaya çıkan bir davranış için gereken

başlıca tanımlama onun alt kademe basit davranışlardan türemesidir. Aynı zamanda ortaya çıkan davranışlar tahmin edilemez ve önlenemez niteliktedir [146,147,148]. Vurgulanması gereken bir diğer nokta ise ortaya çıkan davranış bir geri besleme işle onu ortaya çıkaranları da etkilemektedir. Örneğin karınca kolonilerinde her bir karıncanın yiyeceğe giden en uygun yolu bilmememsi ancak, birbiri ile etkileşim neticesinde koloninin en uygun yoldan yiyecek tedarik etmesi konuya ilişkin çarpıcı bir nokta olarak açıklanabilir.

Holland [146] Ortaya Çıkmayı şöyle tanımlamaktadır:

- Ortaya çıkmanın altın kuralı; “azdan gelen çok” şeklinde,
- Makineye verilen girdinin fazlasının çıktı olarak alınması,
- Basit kurallar ile tanımlanmış yapı taşları çok karmaşık eğilimleri olan davranışlar yaratabilirler.

Ortaya çıkmanın burada kısaca üzerinde durmamızın başlıca nedeni karmaşık uyumlaşabilen sistem olarak ele aldığımız muharebede her bir muharibin bireysel davranışı neticesinde tüm sistemi etkileyebilecek davranış eğilimlerinin veya genel eğilimin ortaya çıkabileceğinin vurgulanmasıdır. Zira özellikle bundan sonraki bölümde ele alacağımız yeni ve gelişmiş ACOMSIM mimarisinde ikinci katman olarak belirlenen reaktif katmanda uzun dönemli koşturmalarda böyle ortaya çıkma olarak isimlendirebileceğimiz davranışların görülmesi olasıdır ve doğaldır. Bu ise mimarimizin gerçek dünyayı yansıtmadaki başarısı olarak da görülebilir.

4.9.3. Muharebe için etmen tabanlı benzetim uygulamaları

Muharebenin karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olması muharebe modellemesinde etmen tabanlı sistemlerden yararlanması da beraberinde getirmiştir. Etmenlerin karmaşık sistemlerin modellenmesindeki başarısı daha önceki bölümlerde

açıklanmıştı, şimdi ise bunun muharebe modellemesi ve benzetimindeki uygulamaları incelenecektir.

Çoklu Etmen Sistemler Karmaşık Uyumlaşabilen Sistemleri incelemek için en uygun yapılardır. Burada etmenler genellikle önceden tanımlanmış karakteristiklerle muharipleri modellemek için kullanılırlar. Bu etmenler çevreleri ile uyum sağlar ve değişirler [149]. Karmaşık bir sistemin parçasını etmen olarak modellemek sayesinde gerçek dünyaya ilişkin bir sistemi sanal dünyada birbiri ile etkileşimli bir yapı olarak modellemek mümkündür. Etkinlik olarak bakıldığında da oldukça yakın bir gösterim sağlandığı da söylenebilir.

Aşağıda muharebe modellemesi için geliştirilen başlıca çoklu etmen yapıları kısaca incelenip başlıca özellikleri vurgulanacaktır. Ancak, daha sonraki bölümde kullanacağımız MANA ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4.9.3.1. ISAAC

ISAAC ABD Deniz Piyadeleri için kara muharebe modellemesi için geliştirilen ve etmen tabanlı muharebe modelleme ve benzetimlerinin temelini oluşturan bir uygulamadır [143,144]. ISAAC'ın amacı kara muharebesinin doğrusal olmayan dinamiklerini ortaya çıkarabilecek tam olgun bir sistemi, muharebe alanında ortaya çıkan davranışların tanımlanması, araştırılması ve muhtemel kolektif eğilimlerin belirlenmesi vasıtasıyla ortaya koymaktır.

ISAAC aslında MS DOS ortamında çalışan bir yapı olarak tasarlanmıştır. İki kuvvet birbiri ile iki boyutlu bir alanda karşılaşmaktadır. Her bir kuvvetin kendi bayrağı vardır. Kuvvetlerin amacı diğer kuvvetin unsurlarını imha ederek karşıt kuvvet bayrağını ele geçirmektedir. ISAAC'ın en temel elemanı ISAAC elemanıdır. Söz

konusu eleman muharebe alanındaki herhangi bir tekil varlığı temsil etmek için kullanılabilir. Bu kullanılacak modele göre tek bir piyade eri veya tek tank da olabilir. Etmenlerin nitelikleri ve kişilikleri vardır. Etmenler davranışlarını bunlara göre göstermektedirler. Benzetimin koşturulmasını müteakip bir veri seti analiz yapacak uzmana benzetimin çıktısı olarak sunulmaktadır.

ISAAC'de kullanılan başlıca etmen karakteristikleri ise, algılayıcı menzili, ateş menzili, hareket menzili, iletişim menzili, vuruş ihtimali, azami hedef miktarıdır. Ayrıca etmen kişiliklerinde ölüm ve yaralanmaya ilişkin ağırlıklar da her iki taraf için tanımlanabilir.

ISAAC'ın temel eksikliği arazi kriterinin yeterince etkin olarak ortaya konamaması olarak belirlenebilir. Zira başlıca nesnelere harici üç boyutlu arazi arızaları tanımlamak mümkün değildir. Bu ise sağlıklı bir analizin önündeki temel engeldir. Modelde vuruş ihtimallerinin tanımlanma şekli hareket rotalarının miğfer olarak belirlenememesi de diğer eksiklikler arasında sayılabilir.

4.9.3.2. EINSTEIN

EINSTEIN [125, 150, 151] ISAAC'ın temel olarak geliştirilmiş ve MS Windows altında da çalışabilen bir uygulamadır. Başlıca özelliği kullanıcı için iyi bir grafik arayüz sağlamasıdır. Bu sayede kullanıcı daha kolay senaryo oluşturabilmekte, benzetimin koşturulması esansında oluşan olayları daha iyi görebilmekte ve muharebe senaryosunun dinamiklerini daha iyi anlayabilmektedir. Başlıca özellikleri:

- Windows kullanıcı grafik arayüzü,
- Entegre doğal arazi haritaları ve haritaya bağlı karar mekanizmaları,
- Kullanıcı tarafından tanımlanan etmen davranış kuralları,
- Her bir kuvvet için çoklu mangalar,

- Manga tabanlı iletişim,
- Üçlü komuta-kontrol yapısı: genel komutan, bölgesel komutan ve muharip,
- Bir senaryo için oluşturulabilecek optimum çözümün araştırıldığı genetik algoritma,
- Veri araştırması ve toplaması özelliği,
- Çok Boyutlu görselleştirme araçları.

Etmen modeli açısından EINSTEIN ISAAC ile büyük benzerlikler göstermektedir. Etmenin, doktrin, görev, durumsal farkındalık ve uyum sağlayabilme gibi belli başlı karakteristikleri vardır. Arazi açısından ise EINSTEIN'in getirdiği yenilik geçilebilir ve geçilemez diye arazi sınıflandırmasına olanak sağlamasıdır. Bu sayede yapılacak benzetimde gerçek koşullara daha yakın bir arazide koşturma yapılması mümkün kılınmıştır.

Ancak, tüm bu geliştirilmiş özelliklere rağmen EINSTEIN hala gerçek dünyaya ilişkin eksiklikleri olan bir yazılım olarak görülebilir. Ondaki eksiklikler ise MANA ile çok büyük ölçüde aşılmıştır.

4.9.3.3. MANA

MANA (Map Aware Non-Uniform Automata) ISAAC ve EINSTEIN esas alınarak Yeni Zelanda Savunma Teknolojisi Kurumu tarafından geliştirilmiştir [152]. MANA modeli muharebenin önemli faktörleri arasında yer almakta [153] olan, muharebe sürerken harekât planının değiştirilmesi, durumsal farkındalığın etmen davranışlarına etkisi, tedarik bilgisinin de dikkate alan bir yapıdır.

EINSTEIN'e benzer şekilde MANA'da da kullanıcının benzetimi modelleyip koşturabileceği kolay bir ara yüzü vardır. MANA'da yeni olarak sunulan başlıca özellikler ise durumsal farkındalık haritası, muhabere modeli, arazi modeli ve nirengi noktalarıdır.

MANA manga esaslı bir muharebe benzetim sistemidir. Her iki taraf da birçok mangadan oluşabilir. Her bir manganın kendi etmenlerinin durumuna özel etmen konumları hafızası vardır. Bu hafıza manga da bulunan tüm etmenler tarafından paylaşılmaktadır. MANA durumsal farkındalığa ilişkin iki yetenekle teçhiz edilmiştir. Birincisi manganın organik kuruluşundaki unsurların sensörleri ile algıladığı durumsal farkındalık haritası ikincisi ise manga dışındaki unsurların algılayıp muhabere vasıtaları ile bildirdikleri durumsal farkındalık haritasıdır.

Tüm manganın aynı durumsal farkındalığı paylaşması nedeniyle muhabere en az iki manga arasında gerçekleştirilmektedir. Muhabere veri bağları, menzil, kapasite, mesaj aktarma zamanı, güvenilirlik ve kesinlik gibi parametreler ile modellenmektedir. Ki bu da gerçek muharebe alanındaki koşullara uygun bir modelleme imkânı sunmaktadır.

Arazi 200x200'lük grid hücreleri ile modellenmektedir. Her bir hücre tek bir etmen tarafından işgal edilebilmektedir. MANA gerek özel imal edilecek vektörel haritala ile gerekse yaratılacak özel haritalarla modellemeyi mümkün kılacak yapıdadır. Özellik vektörel haritaların kullanılması durumunda arazinin üç boyutlu bilgisi benzetim modeli tarafından yüklenmekte ve sistem bu bilgiler ışığında koşturulmaktadır. Etmenlere tanımlanacak nirengi noktaları ile önceden tanımlanmış bir planın da koşturulması mümkündür.

MANA da bulunan etmenler tıpkı gerçek muharip gibi karşılaştıkları olaylar neticesinde kişilik özelliklerini değiştirebilmektedir. Bu olaylar, birini vurmak, vurulmak, bir nirengi noktasına ulaşmak gibi olaylar olabilir. Bu özellik değişimi bir etmene has da olabileceği gibi bütün bir mangaya ilişkin değişim de olabilmektedir.

Ayrıca, etmenlere ait bir özellik olarak tanımlanan enerji (Fuel) özelliği ile hem lojistik durumlar modellenebilir; hem de etmenlere ilişkin özel durumlar yaratılabilir. Örneğin enerji belirli bir seviyeye gelince bir olay başlatılabilir.

Model hem tekli hem de çoklu olarak koşturulabilmektedir. Çoklu koşturmada elde edilen verilerin analiz edilmesi ile bir trendin yakalanması mümkündür. Bu ise analizi yapan kişiye büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Çıktı olarak zayıat miktarları, durumsal farkındalık değerleri, kritik bölgeler gibi birçok ayrıntıda analiz yapmak mümkündür.

MANA genel kabul gören ve kendini büyük ölçüde kanıtlamış bir model olduğundan çalışmamız kapsamında MANA'nın bize sunduğu bu ilave değerlerden yararlanacağız.

4.9.3.4. Diğer etmen tabanlı benzetim uygulamaları

Yukarıda saydığımız ve literatürde de geniş yer bulan benzetim uygulamalarının dışında CROCODILE [154, 155] ve BactoWars [156] gibi uygulamalarda mevcuttur. Söz konusu yazılımlar yukarıda sayılan başlıca yazılımların eksik yönlerinin kapatma hedefi ile geliştirilmiştir. Tüm uygulamaların üzerinde uzlaşıkları konu muharebenin uyumlaşabilen karmaşık bir sistem olduğu ve bunu modellemek için çoklu etmen yapılarından faydalanmak gerektiğidir. Yaklaşım farklı olsa da uzlaşılan bu noktadan hareketle modellenecek yapıya uygun bir uygulamanın seçilmesi tasarım esnasındaki gereksinim analizi kısmında belirlenebilecektir. Bu kısımda sayılan uygulamaların genel özellik özet olarak Tablo 4.2.'de verilmiştir. Genel anlamda MANA'nın kullanımının en maliyet etkin olduğu söylenebilir.

Tablo 4.2. Etmen Tabanlı Muharebe Modeli Uygulamaları Özet Tablosu

	ISAAC	EINSTein	MANA	CROCODILE	Bacto Wars
Koşurma Süresi	Hızlı	Hızlı	Hızlı	Orta	Yavaş
Yazılım Dili	C++	C++	Delphi	JAVA	JAVA
Hazırlama Kolaylığı	Yavaş, Kullanıcı ara yüzü yok	Hızlı, kullanıcı dostu grafik ara yüz			
Arazi	Sadece geçilemez nesnelere	Geçilebilir, geçilemez ve üç adede kadar kullanıcı tanımlı arazi	Vektörel harita veya kullanıcı tanımlı arazi	Kara, hava veya deniz	Kullanıcı Tanımlı
Çoklu Koşurma	Yok	Var	Var	Var	Var
Etkileşimli Benzetim	Evet	Evet	Evet	Hayır	Bilinmemektedir
Gömülü Görselleştirme Aracı	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Bilinmemektedir
Etmen Kişilik Özelliği Değişimi	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır
Komuta Kontrol Yapısı	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır
Durumsal Farkındalık Haritası	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Hayır
Muhabere	Kişi esaslı	Manga Esaslı	Manga esaslı ancak çok kriterli	Yayımlı	Bilinmemektedir
Etmen Mimarisi	Reaktif Etmen Mimarisi				

4.10. Sonuç

Muharebe modelleme ve benzetimi günümüz gelişmiş silahlı kuvvetleri tarafından maliyet etkin olarak mevcut zayıf ve güçlü yönlerin tespiti amacıyla sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. Modellerin yapay zekâ teknikleri ve özellikle etmenlere desteklenmesi neticesinde muharebenin karmaşıklığının da modellenmesi ve gerçek ortama yakın sonuçlu benzetimlerin yapılması mümkün olmuştur. Genel olarak bakıldığında ve önceki bölümlerde ele alınan tekrar hatırlanacak olursa bilişsel modellerle uyumlu bir modelleme yapılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda da yetenek, kolaylık ve gelişmişlik açısından bir sonraki bölümde biz de MANA'dan yararlanacağız.

Bundan sonraki bölümde iki katmanlı ACOMSIM Mimarisi ele alınacaktır.

BÖLÜM 5. ASKERİ HAREKÂTIN PLANLANMASINDA ÇOKLU ETMEN TABANLI MODELLEME VE BENZETİM MİMARİSİ

5.1. Giriş

Askeri harekâtın planlanmasının doğası gereği çok karmaşık bir faaliyet olduğu, özellikle arazi koşullarında zaman ve muharebe stresi altında yoğun bir veri akışının bulunduğu durumlarda, bunun hataya açık bir karar problemi yarattığı, bundan önceki bölümlerde ayrıntıları ile incelenmiştir. Bu karmaşık durumlara bir de karar vericinin psikolojik faktörleri ile tecrübe durumlarını eklersek verilecek kararın önemi daha da iyi anlaşılacaktır.

İkinci bölümde, karar verme konusuna ilişkin sayısal ve bilişsel yaklaşımlar incelenmiştir. Bu bağlamda, özellikle salt sayısal yöntemlerin uygulandığı çözümlerin, yüksek soyutlama dereceleri ve modelleme güçlükleri gibi nedenlerden dolayı muharebede kullanılacak karar desteğinde yetersiz kalacağı vurgulanmıştır.

Üçüncü ve dördüncü bölümde yaptığımız incelemede ise sayısal yöntemlerin gelişen bilişim teknolojisinden de yararlanılarak uygulanacak yapay zekâ teknikleri ile güçlendirilebileceği olumsuzluklarının azaltılabileceğini görmüştük. Özellikle zeki etmen teknolojisindeki gelişmeler ile karmaşık ve zaman kısıtının olduğu ortamlarda diğer çözüm yollarının yetersiz kaldığı veya maliyet etkin olmayacağı problemlerin çözülebildiğini vurgulanmıştır. Ayrıca, muharebenin karmaşık uyumlaşabilen bir sistem olarak görülmesi gerektiği ve buradaki karar verme problemlerine uygulanacak en etkin çözümün çok katmanlı çoklu etmen mimariler olduğu vurgulandı. Bu bağlamda mevcut mimari ve yapılara ilişkin de bilgiler verildi.

Bu bölümde, yapılacak gereksinim analizini müteakip askeri harekâtın modellenmesinde ve benzetiminde kullanılan mevcut modellerden gelişmiş, gerçek muharebe şartlarında gerçek zamanlı veya gerçek zamana yakın olarak askeri karar verici olan komutana karar desteği sağlayacak bir mimari ortaya konacaktır. Söz konusu mimari içinde barındırdığı benzetim modülü sayesinde karar vericinin zihninde yaptığı bilişsel benzetime benzer faaliyetleri bilgisayar ortamında icra ederek analiz edilmeye müsait sonuçlar sunmaktadır.

5.2. Modelleme ve Benzetim Mimarisi Geliştirme Süreci

Çalışma kapsamında hedeflenen amacı gerçekleştirmek maksadıyla yedi aşamalı bir geliştirme süreci izlenmektedir. Bu sayede herhangi bir aşamadan diğerine geçişte dokümantasyon eksikliklerinin oluşması ve tasarımda hata yapılmasının da önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Bu bağlamda, problemin tanımlanmasını müteakip, gereksinim analizi ile ihtiyaç duyulan sistemin nasıl çalışması gerektiği incelenmektedir. İncelemenin bir sonucu olarak gereksinim duyulan yeteneklerin gerek model, gerekse yazılım ve donanım açısından belirlenmesi hedeflenmektedir.

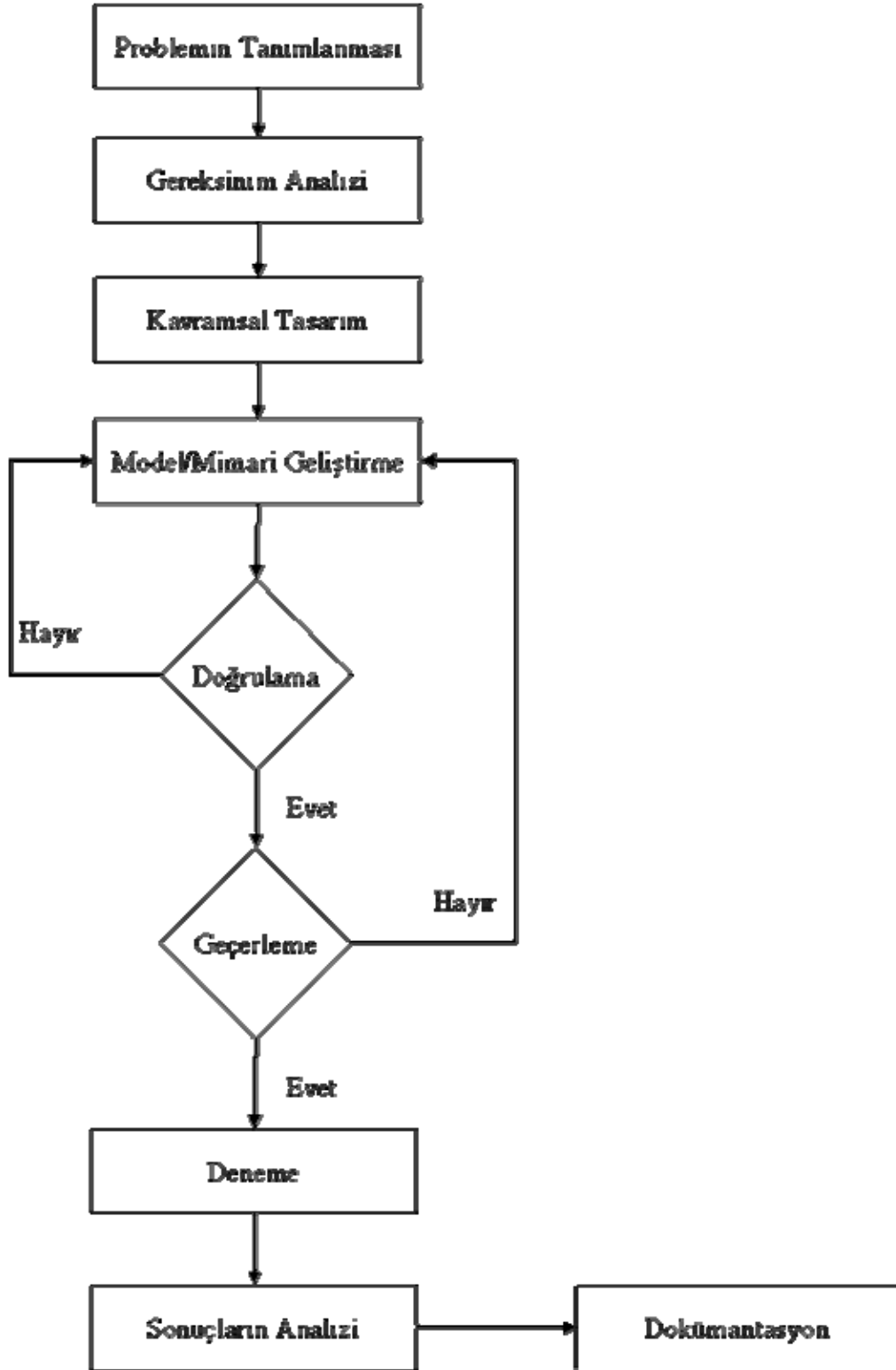
İkinci aşamada Kavramsal Tasarım faaliyetinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Kavramsal tasarımda mimarideki varlıklar, veri akışları varlıkların davranışları ile veri tabanı gereksinimleri gibi konular ile ihtiyaç duyulan etmenlerin yapısal özelliklerine yönelik bir analiz yapılması amaçlanmaktadır.

Üçüncü aşama sonucunda ise modelin ortaya konarak, katmanlar arası ilişki ve veri akış şekillerinin tümüyle belirlenmesi neticesinde çalışabilir, gereksinimlere uygun bir mimarinin ortaya konması hedeflenmiştir.

Dördüncü aşamada oluşturulan mimarinin doğrulama ve geçerlemesi yapılmıştır. Burada amaç öncelikle mimarinin yansıtması gereken gerçek dünyayı ne ölçüde yansıttığını tespit edilmesi ve müteakiben alınan sonuçların/çıktıların güvenilirliklerini teyit etmektedir.

Doğrulama ve geçermeyi geçen tasarım müteakiben gerçek koşullar altında ki çalışma kapsamında muharebe koşulları yaratılamayacağından sanal denemelere tabi tutulmuştur. Bu sayede de bir kez daha güvenilirliğin test edilmesi sağlanmıştır. Koşturulma neticesinde elde edilen sonuçların analiz edilmesi ile belirlenen kriterlere uygunluk sağlandığından mimariye ilişkin dokümantasyonu geçilmiştir.

Çalışma kapsamında uygulanan mimari geliştirme süreci Şekil 5.1.'de yer almaktadır.



Şekil 5.1. Mimari Geliştirme Süreci

5.3. Gereksinim Analizi

Bir sistem geliştirirken, kullanıcının sistemin işlevleri ile ilgili beklentileri sistemin amaçlarını oluşturur. Gereksinim, sistemin amaçlarını yerine getirme yeteneği olan bir özellik ya da belirtim olarak tanımlanmaktadır. Sistem Mühendisliği süreçlerinden biri olarak ortaya çıkan gereksinim analizi sistem analizinin bir parçası olarak hedeflenen yapının ortaya konmasında büyük önem taşımaktadır.

Gereksinim, sistemin ya da işlevlerin nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili olmayıp nelere ihtiyaç duyulduğunu açıklamayı hedeflemektedir. Temel olarak gereksinimler işlevsel ve işlevsel olmayan gereksinimler olmak üzere iki ana grupta incelenebilir. İşlevsel gereksinimler sistem ile çevresi arasındaki iletişimi, davranışlarını ve karar mekanizmaları gibi sistemin belirten amacını geliştirmek için gereken hususları belirtmektedir. İşlevsel olmayan gereksinimleri ise, doğrudan sistemin amacını gerçekleştirmesinde tasarım açısından daha az önemi olan ve sistem kısıtları olarak da ifade edilen bilgisayar çevre birimleri kapasiteleri, benzetimin yapılacağı ortam ve kullanılacak veri tabanı yönetim sistemi gibi konular oluşturmaktadır.

Bu bağlamda yapılan gereksinim analizi neticesinde geliştirilmesi gereken mimari için belirlenen işlevsel gereksinimler şunlardır:

- Mimari üst komutanlıktan vazifeyi alıp bununla ilgili analiz süreçlerini başlatabilecek yapıya sahip olmalıdır.
- Vazifenin doğrudan istenen formatta gelmemesi durumunda veya alt birimlerden gelen raporlardan yeni bir vazifenin oluştuğunun belirlenmesi durumunda planlama faaliyetini üst komutanlıktan vazife gelmiş gibi başlatabilmelidir.
- Vazife analiziniz yönelik olarak vazifenin alt unsurlarını zeki teknikler kullanarak, bu kapsamda dış yardım almadan vazife analizi kapsamında alt görevleri belirleyebilmeli, zamanı askeri doktrin gereklerine uygun olarak planlayabilmelidir.
- Analiz edilen vazife doğrultusunda karşılaştırmalı olarak düşman durumu ile dost unsurların durumlarını askeri doktrine uygun olarak analiz edebilmelidir.

- Arazi planlanan harekât nevine etki eden tüm faktörleri ile analiz edilebilmeli ve bu bilgi gereksinim duyulan diğer modüllere de gerçek zamanlı veya gerçek zaman yakın bir şekilde iletilebilmelidir.
- Birliklerin lojistik durumları ile lojistik sağlayan unsurların stok, ikmal yetenekleri ve ikmal zamanları sürekli takip edilebilmeli ve elde edilen bilgiler sürekli planlama sürecindeki diğer modüllerle de paylaşılmalıdır.
- Belirlenecek hareket tarzları bilimsel en iyileme süreçlerinden geçmiş askeri doktrin, taktik, teknik ve prosedürlere uygun olarak analize hazır hale getirilmelidir.
- Analiz bir benzetim modülü vasıtasıyla sağlanmalı ve analizi istendiği kadar çoklukta değişik senaryolarında denemesini mümkün kılacak şekilde tekrarlanabilir olmalıdır.
- Karar vericinin sistem çıktıları ile hem fikir olmadığı sistem yeniden koşturulabilir yapıda olmalıdır.
- Sistem istihbarat, arazi, meteorolojik bilgiler, dost ve düşman taktik, teknik ve prosedürlerin depolandığı ve gerçek zamanlı veya gerçek zamana yakın işlemlerin yapıldığı bir veri tabanı yönetim sistemi ile teçhiz edilmelidir.
- Sistem muharebenin karmaşıklığı, zaman kısıtlaması ve yoğun bilgi yükü ile başa çıkabilmelidir.
- İşlevsel olmayan ancak, sistemin istenilen performansı göstermesi için kritik özelliğe sahip gereksinimler ise şu şekilde belirlenmiştir:
- Sistemde kullanılacak veri tabanları çok kullanıcıya erişime müsait olmalı ve sürekli güncellenmeyi olanaklı kılacak modüler özellikte olmalıdır.
- Veri tabanları ile onları kullanacak sistem bileşenleri arasında iletişim hızlı, güvenilir ve emniyetli bir biçimde mümkünse kablolu ve kablosuz olarak sağlanabilmelidir.
- Sistemin tüm bileşenleri yüksek miktarda işlemci ve hafıza gerektirmeyecek şekilde tasarlanmalı ve buna uygun yazılım dili kullanılmalıdır.
- Sistem kısa bir kullanıcı eğitimini müteakip kullanıcı tarafından kullanılabilmesi bu doğrultuda basit bir ara yüze sahip olmalıdır.

Yukarıda yapılan gereksinim analizi ile kısaca her türlü arazi şartı ile muharebe ortamında kullanılabilir, hızlı ve sürekli güncellenebilir, dış dünyadan her formatta aldığı veriyi işleme yeteneğine sahip, karar vericinin desteğini gerektirmeden algılama, işbirliği, çıkarsama ve karar verme gibi faaliyetleri yerine getirerek karar vericiye bir öneri şeklinde sunulacak planı modelleme ve benzetim teknikleri kullanarak bir analize tabi tutabilen, istendiği kadar farklı senaryoyu deneyebilen bir mimari geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Bundan sonra yapılacak kavramsal tasarım ile yukarıda tanımlanan gereksinimleri yerine getirebilecek sistemin önce genel çerçevesi çizilecek müteakiben ise alt sistem tasarımları yapılarak beşinci kısımda oluşturulacak entegre mimariye yönelik bir alt çalışma yapılmış olacaktır.

5.4. Kavramsal Tasarım

Model/mimari geliştirmede model kullanımı, sağladığı sadelik, soyutlama, iletişimi kolaylaştırma ve sistemlerin maliyet etkin gösterimi özellikleri nedeniyle önemli bir yer tutmaktadır. Modeller yazılım geliştirmenin ayrılmaz bir parçası iken kavramsal modeller de mimari geliştirmenin ana direğini oluşturmaktadır.

Kavramsal modelleme, problem alanının kolay ve düzgün olarak anlaşılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu nedenle kavramsal model, gerçek dünyanın soyut ve basit bir gösterimini sunmalı ve etkin bir iletişim aracı oluşturmalıdır. Bu genel anlayışın yanında kavramsal model birbirinden farklı çok sayıda kavramın karşılığı olarak kullanılmaktadır [157].

Sargent, kavramsal modeli “belirli bir çalışma için bir problem alanının matematiksel, mantıksal veya sözel gösterimi” olarak tanımlamaktadır [158].

Davis'e göre kavramsal model "gerçekleştirim bağımsız belirtiler geliştirmek için teorilerin ve algoritmaların formel olarak ifade edilmesi"dir [159]. Pace, kavramsal modeli "modelleme gereksinimlerini, bir sistemin oluşturulabileceği detaylı tasarım çerçevelerine dönüştürme" olarak tanımlamaktadır [160]. Bu tanımdan yola çıkarak, kavramsal modellerin gereksinim analizi ve tasarım aşamaları arasında köprü görevi gördüğü söylenebilir. Bu köprü aynı zamanda aşamalar arasındaki dönüşümleri sağlayacak yöntemleri de içermelidir.

Kavramsal modellemede temel düşünce problem alanının anlaşılması olduğundan kavramsal modeller gerçek dünyanın basit, soyut temsilini sunmalı ve etkin iletişim altyapısı sağlamalıdır. Benzetim dünyasındaki kavramsal model, benzetim yazılım geliştiricisi ile benzetim kullanıcısı arasında simülasyonun ne yapacağını açıklayan bir anlaşma gibidir.

Model/Mimari geliştirmede kavramsal modelin yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kavramsal model, gerçek dünya kavramlarının ve ilişkilerinin ele tutulur biçimde ifade edilebilmelerini sağlar,
- Kavramsal model, gerçek dünyada önemli kavramları ön plana çıkartıp diğerlerini arka plana atma olanağı sunarak karar vermeyi kolaylaştırır,
- Kavramsal model, çeşitli paydaşlar arasındaki iletişimi destekler,
- Kavramsal model, sistemin geliştirilmesi başlamadan önce eksik bilgileri ve yanlış anlamaları tespit etme olanağı sunar,
- Kavramsal model, karar destek mimarilerinin doğrulanması ve geçerli kılınmasında destek sağlar.

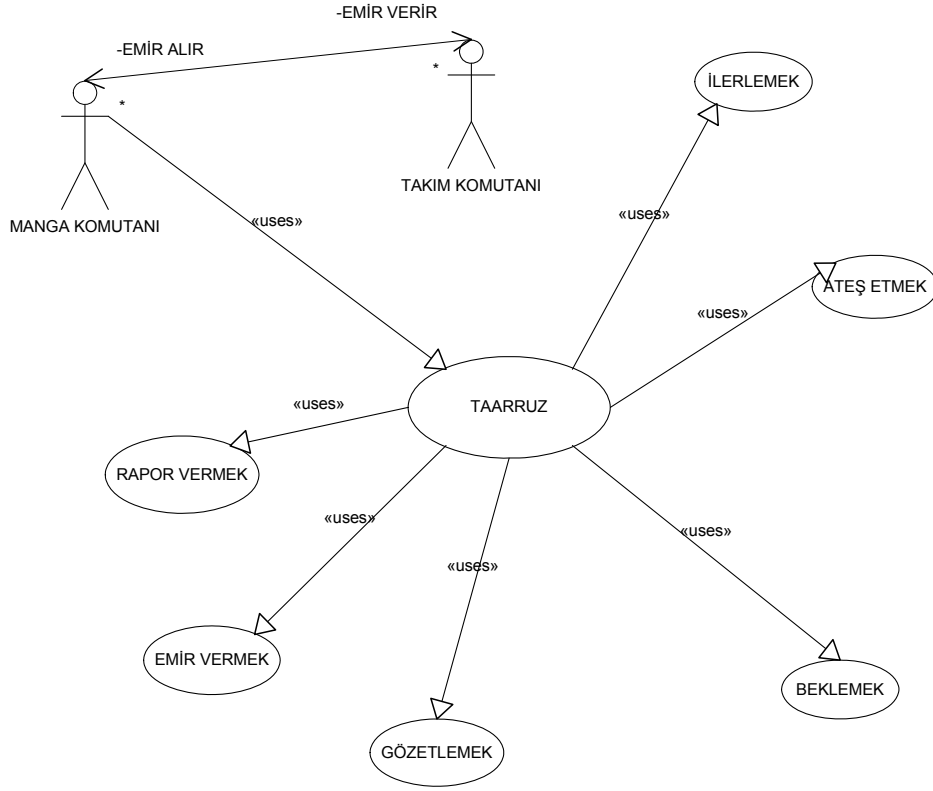
Askerî harekâtın planlanması için geliştirilen kavramsal model Unified Modelling Language-UML esas alınarak benzetim için asgari şartları sağlayacak şekilde yeniden tanımlanmıştır. Buradaki hedef artık endüstriyel bir de facto standart olarak kabul edilen UML'in kullanılması ile geliştirmeye açık bir mimarinin oluşturulmasıdır [161]. Geliştirilen modelleme dili öncelikle alan uzmanının

ihtiyacını ve isteğini ifade edebilmesini sağlayacak model elemanlarını içermektedir. Bununla birlikte benzetim geliştirme aşamalarına geçişi kolaylaştıracak özellikleri de içermelidir. UML'in etmen yapısına uyarlanması nedeniyle oluşan modelleme kısıtları da olabildiğince literatürde yer alan yaklaşımlarla çözülmeye çalışılmıştır.

Kavramsal modellerin UML tabanlı bir modelleme dili esas alınarak geliştirilmesinin, UML'nin zaten yaygın olarak kullanıldığı yazılım aşamasına geçişi kolaylaştırması hedeflenmiştir.

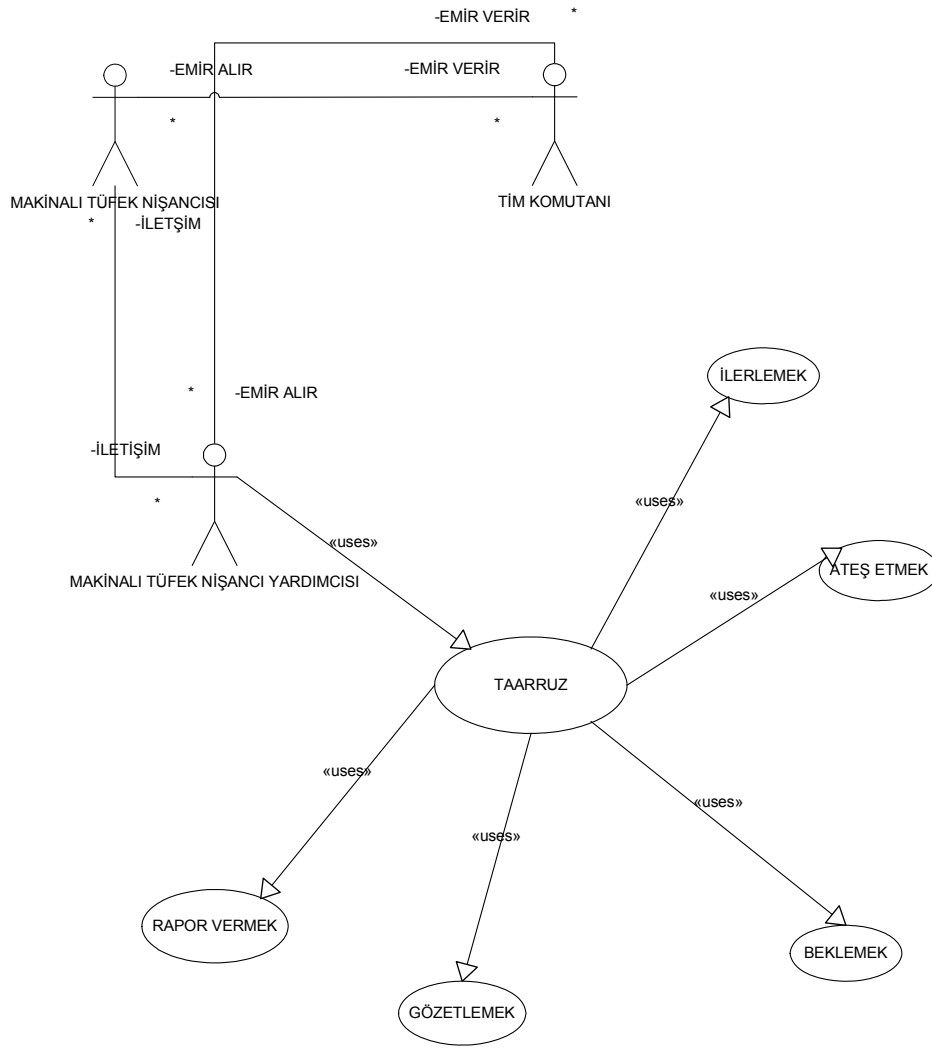
Bu bağlamda önce muharebe alanındaki varlıklar müteakiben bunların emir komuta ve kalıtım ilişkileri buna bağlı olarak da Kullanım Durum Diyagramları ile Faaliyet Diyagramları oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında hedefin mimarinin ortaya konması olması nedeniyle örnek olarak belirlenen bazı diyagramlar bu bölümde ve EK-B'de sunulmuştur.

Öncelikle aşağıda Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'de savunma ve taarruz olarak ele alınan iki temel harekât neveleri için Manga komutanı ve Makineli Tüfek Nişancısı için Kullanım Durumu Diyagramları sunulmuştur.



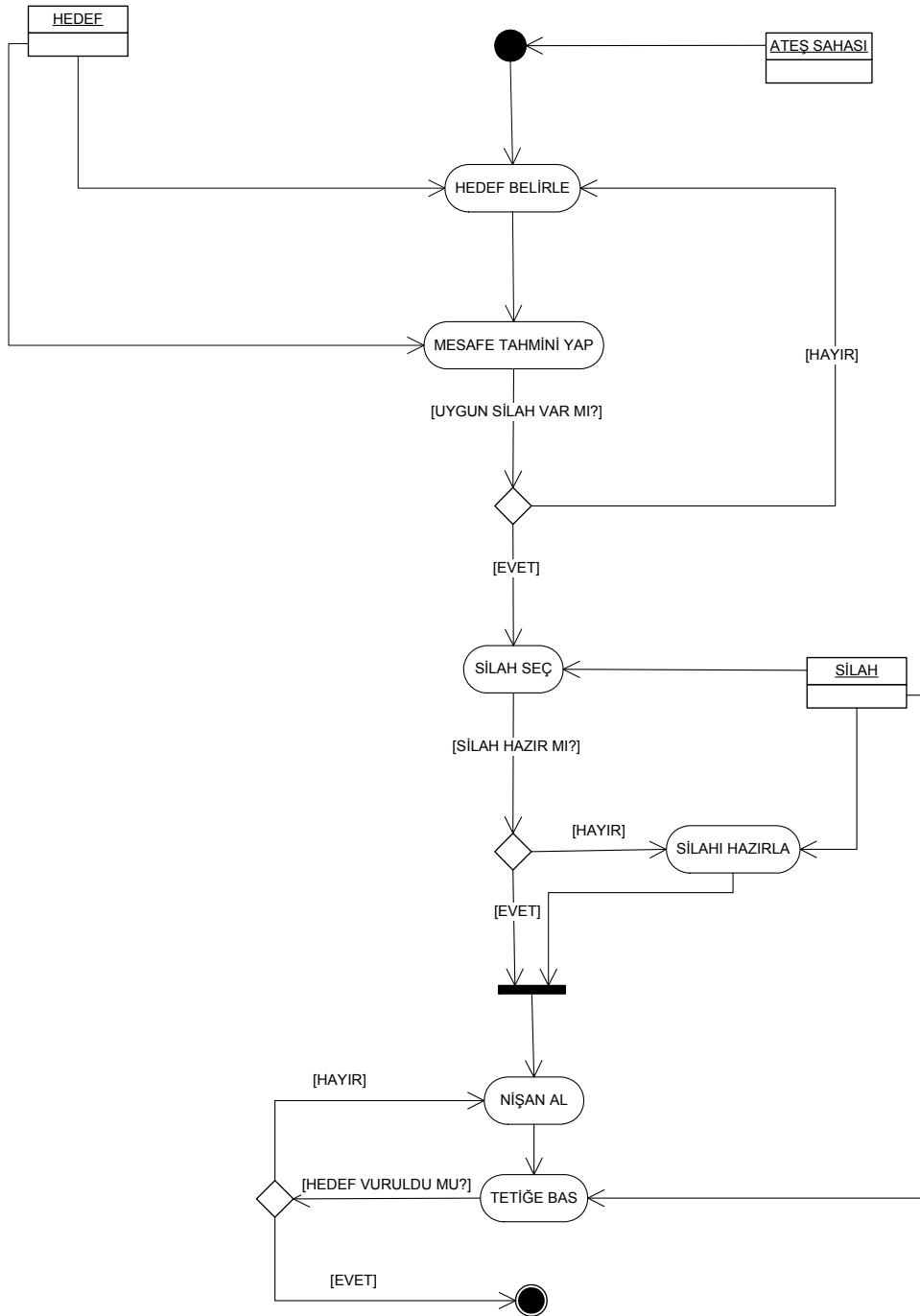
Şekil 5.2. Manga Komutanı Kullanım Durumu (Taarruz)

Benzer konular Şekil 5.3.'de ve EK-B'de yer alan Kullanım Durumlarında da görüleceğinden burada bazı açıklamalara yapmak gerekmektedir. Temel bir harekât şekli olan taarruz esnasında tim komutanından emir alan manga komutanı, ilerlemek, ateş etmek, rapor vermek, emir vermek, gözetlemek ve beklemek faaliyetlerini yerine getirmek durumundadır. Aynı şekilde de savunmada bazı farklılıklar olmasına rağmen görevin başarısı için icra etmek zorunda olduğu alt görevler vardır.



Şekil 5.3. Makineli Tüfek Nişancısı Kullanım Durumu (Taarruz)

Geliştirilen Kullanım Durumlarına uygun olarak oluşturulan Faaliyet Durum Diyagramlarına ilişkin bir örnek ise Şekil 5.4.'de sunulmuştur. Burada gösterilmek istenen sayısal ortamda benzetim gerçekleştirilirken bilgisayara yapılması gereken işlem sırasını ve uygulanması gereken ilişkiler hakkında bir direktif vermektir. Söz konusu tasarımlar ile muharebe alanındaki kuvvetlerin sayısal ortama aktırılması için gereken tasarımlar tamamlanmıştır.



Şekil 5.4. Ateş Etmek Faaliyet Diyagramı

Sonuç olarak, yapılan gereksinimi analizi ile istenen hedeflerin etmen tabanlı bir model ile sağlanabileceği değerlendirilmiştir. Bu bağlamda tasarım için mimaride de görüleceği gibi iki katmanlı bir mimarinin oluşturulması gerektiği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, karar vericiler veya sıralı hat unsurları tarafından RPD gibi bilişsel süreçler neticesinde oluşturulan tasarı bilişsel mimarinin ilk katmanına girdi sağlayacaktır. Bu katman daha çok planlama süreçleri ile ilgileneceğinden bilişsel etmenlerden, ikinci katman ise planlama neticesinde ortaya çıkan planının aynı RPD’de olduğu gibi sınanması olacağından reaktif etmenlerden oluşacak bir katman olacaktır.

Müteakip kısımlarda bu etmen katmanları ayrıntıları ile ele alınacak ve neticede mimarinin tamamı sunularak askerî karar verme sürecinde köklü değişiklik getirebileceği değerlendirilen etmen yapı ile bir örnek senaryo ele alınacaktır.

5.4.1. Bilişsel etmen katman

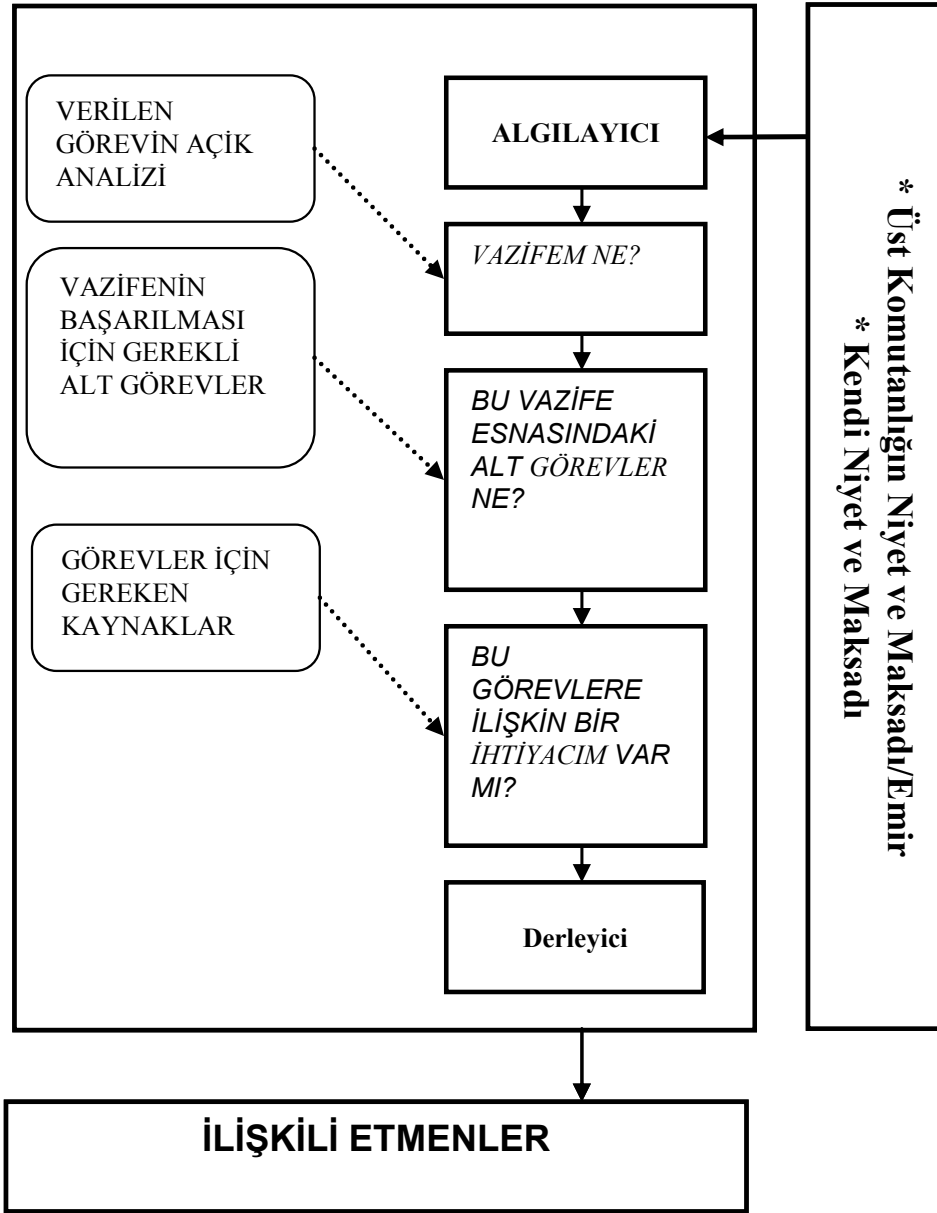
Gereksinim analizinde belirlenen istekleri yerine getirebilmek için bilişsel katmanda gereken bilişsel etmenler;

- Vazife Analiz Etmeni,
- Zaman Planlama Etmeni,
- Düşman Durumu Analiz Etmeni,
- Dost Durum Analiz Etmeni,
- Arazi Analiz Etmeni,
- Lojistik Etmeni,
- Hareket Tarzı Oluşturma Etmeni olarak belirlenmiştir.

Takip eden kısmında her bir etmenin içyapısındaki oluşum ve yapı anlatılarak mimari öncesi çalışma mekanizmaları ayrıntıları ile anlatılmaya çalışılacaktır.

5.4.1.1. Vazife analiz etmeni

İlk etmen olarak Şekil 5.5’de verilen Vazife Analiz Etmenini ele almakta yarar var, çünkü bu etmen planlama sürecini başlatmak için tasarlanmıştır. Buna göre Vazife Analiz Etmeni üst komutanlıktan aldığı veya komutanın kendi niyet ve maksadından, yani durumdan çıkardığı vazifeyi mesaj aktarma sistemi vasıtasıyla almaktadır. Bu noktada verilerin sisteme girişine kadar önceki bölümlerde açıklanan RPD benzeri bilişsel süreçlerin etkin olarak kullanıldığını ve bir anlamda sistem girdilerinin bu değerlendirmeler olduğunu bir kez daha vurgulamak yararlı olacaktır. Söz konusu girdileri alan etmen, müteakiben tasarım gereklerine uygun olarak aldığı formattaki veriden vazifesinin ne olduğunu sorgulayarak açık şekli ile vazifeyi tanımlamaya çalışır. Etmen tanımlamanın tamamlanmasının ardından söz konusu vazifenin icrası ile ilgili olarak başka alt görevlerin olup olmadığını kontrol eder şayet varsa bunları da birer alt görev olarak vazife analizine ekler. Müteakiben belirlenen bu görevler için ihtiyaç duyduğu ilave malzeme/teçhizatı belirler ve bunları da derleyiciye gönderir. Derleyici buradan aldığı verileri ilişkide olduğu ve mimari de tanımlanacak diğer etmenlere göndererek analiz edilmiş vazifeye göre diğer etmenlerin faaliyetlerine sırasıyla başlamasını sağlamaktadır.



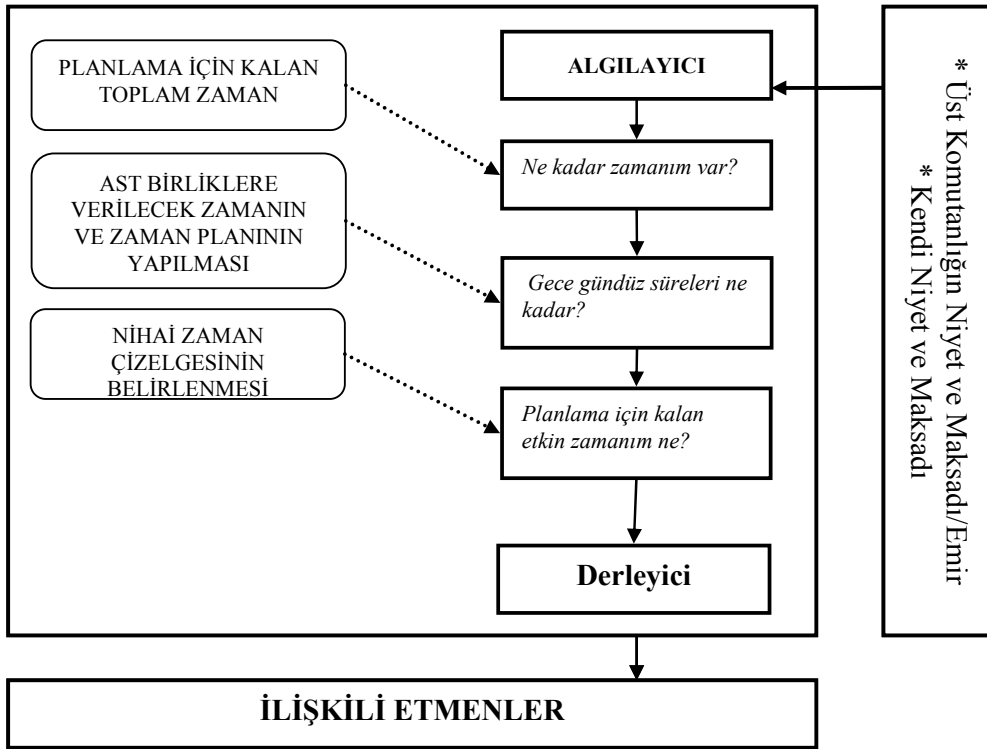
Şekil 5.5. Vazife Analiz Etmeni İç Yapısı

5.4.1.2. Zaman planlama etmeni

Zaman Planlama Etmeninin temel görevi daha önce anlatıldığı üzere faaliyetin başlatıldığı (üst komutanlıktan alınan emir veya kendi niyet ve maksadımızla yani durumdan) andan asıl askeri harekâtın icra edileceği zamana kadar gerekli olan süreye ilişkin bir planlama yapmaktır. Söz konusu faaliyetin vazife analizi ile birlikte

yürütülmesi ve eş zamanlı olarak ilişkide olunan etmenlerle iletişim kurulması önem arz etmektedir.

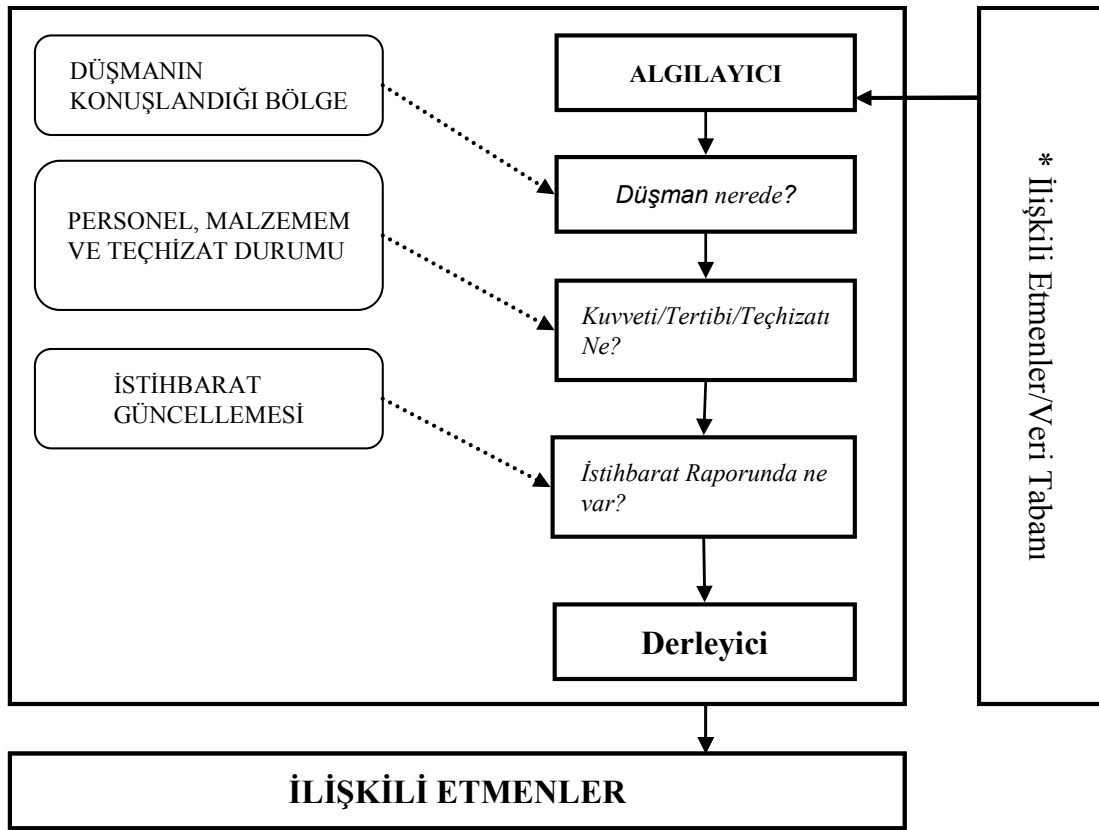
Zaman Planlama Etmeni zamanı planlarken önce planlanan veya muhtemel harekât zamanına kadar toplam süreyi tespit etmektedir. Müteakiben buradan faydalı zamanı bularak ast birlik hazırlanması için gereken süre ile planlama için gereken zamanın tahsisini yapar. Söz konusu tahsise ilişkin esaslar genel olarak belli ise de belirlenecek harekât şekline göre bu esasların yeniden değerlendirilip değiştirilmesi görevi de bu etmenindir. Tahsis edilen planlama süresi derleyici vasıtasıyla vazife analiz etmeninden gelen bilgilerle senkronize olarak ilgili etmenlere mesaj olarak aktarılmaktadır. Söz konusu etmenin iç yapısı Şekil 5.6'da sunulmuştur.



Şekil 5.6. Zaman Planlama Etmeni İç Yapısı

5.4.1.3. Düşman durumu analiz etmeni

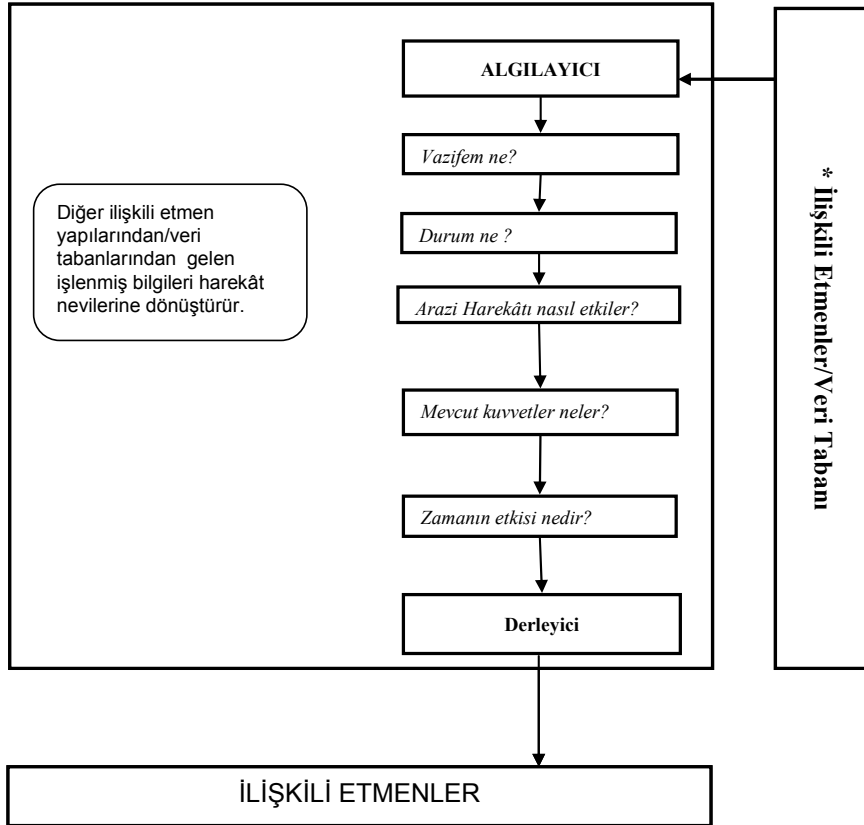
Bir harekâtı planlayabilmek için aynı endüstriyel yönetimde olduğu gibi rakibin durumunun bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu bilgiler ana olarak düşman olarak adlandırılan kırmızının yeri, kuvvetinin büyüklüğü ve nasıl konuşlandığını içermektedir. Düşman Durumu Analiz Etmeni ilişkide olduğu etmenlerden aldığı bilgiler ile ilişkili olduğu veri tabanlarından aldığı güncel bilgileri değerlendirerek düşmanın konumuna, buna düşmanın beklenen hareket tarzlarına ilişkin değerlendirmeleri de dâhil ederek nihai bir bilgi paketini ilişkide olduğu diğer etmenlere göndermek üzere tasarlanmıştır. Düşman Durumu Analiz Etmeninin içyapısı Şekil 5.7’de yer almaktadır.



Şekil 5.7. Düşman Durumu Analiz Etmeni İç Yapısı

5.4.1.4. Dost durumu analiz etmeni

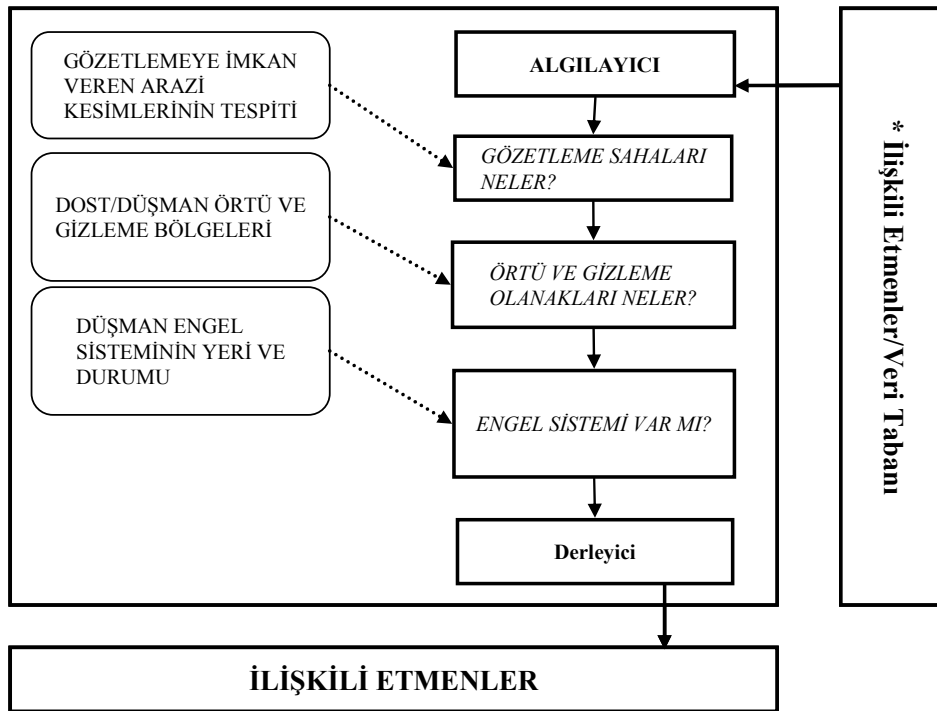
Karşı tarafın durumunu analiz ederken kendi durumumuzu analiz etmek bize karar aşaması öncesinde güçlü ve zayıf yönlerimizi gösterecektir. Dost Durum Analiz Etmeni bunu gerçekleştirmek üzere tasarlanmış bir etmendir. Bu bağlamda etmen, Vazife Analiz Etmeninden aldığı tahlil edilmiş vazifeyi veri tabanlarından aldığı bilgiler ile beraber değerlendirmekte ve alternatif harekât planları oluşturmaktadır. Etmenin görevi planların birbirine göre üstün ve zayıf noktalarını değerlendirmek olmadığından bu safha da böyle bir değerlendirme yapılmamaktadır. Tasarımın böyle olması aslında karar ilişkin gerekli bilginin hala toplanmamış olmasındadır. Zira askeri harekât ortamında etkin kararın verilebilmesi için nihai değerlendirmeler öncesi tüm alt etmenlerin görevlerini tamamlamasını beklemek gerekmektedir. Bu kapsamda Dost Durum Analiz Etmeni harekâta ilişkin tüm faktörleri dost unsurlar açısından analiz etmektedir. Lojistik durum alternatifler açısından önemli olduğundan lojistik etmen ile de karşılıklı bilgi alışverişinde bulunmaktadır. Söz konusu etmenin içyapısı Şekil 5.8’de sunulmuştur.



Şekil 5.8. Dost Durumu Analiz Etmeni İç Yapısı

5.4.1.5. Arazi analiz etmeni

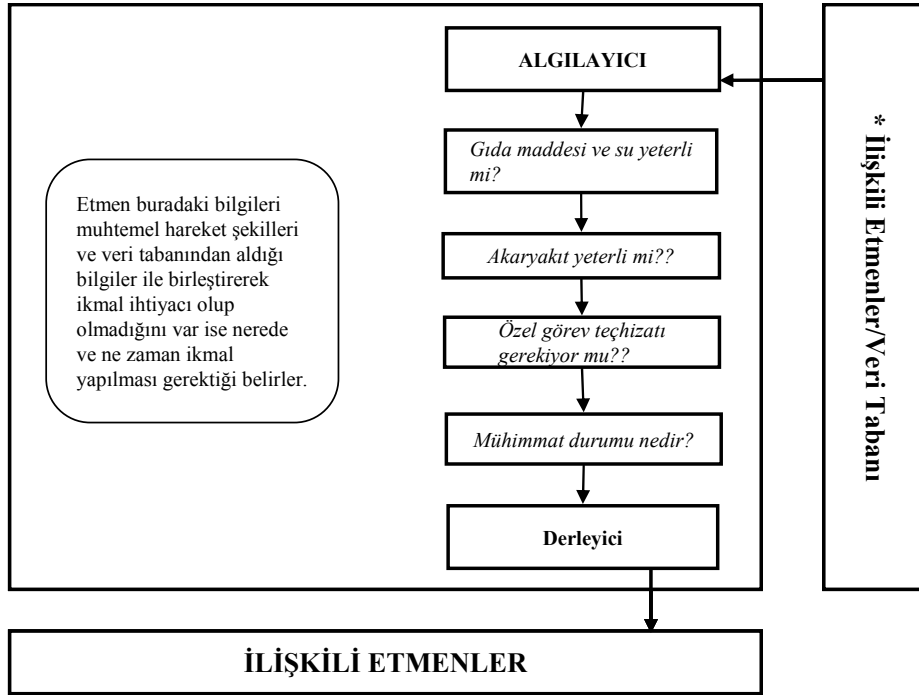
Arazi Analiz Etmeninin görevi veri tabanlarından ve ilişkide olduğu etmenlerden aldığı bilgiler doğrultusunda arazinin önceden tanımlanmış faktörler doğrultusunda analiz edilmesidir. Bu kapsamda, örtü, gizleme, düşmana ait muhtemel engel sistemleri ile doğal engel sistemler gibi etkenler burada değerlendirilmektedir. Bu nedenle de etmen güncel arazi, meteoroloji ve lojistik verilere ihtiyaç duymaktadır. Söz konusu bilgiler hem ilgili veri tabanlarından hem de koordinasyon kurabilme yeteneğine hazi olduğu Lojistik Etmenden sağlanmaktadır. Bu faaliyetlerin neticesinde yapılan değerlendirmenin en uygun hareket tarzının seçilmesine yönelik katkı yapması hedeflenmektedir. Arazi Analiz Etmeninin İç Yapısı Şekil 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.9. Arazi Analiz Etmeni

5.4.1.6. Lojistik etmeni

İç yapısı Şekil 5.10'da sunulan Lojistik Etmen'in tasarım amacı lojistik faaliyetlerin koordinasyonudur. Bu bağlamda, muhtemel hareket tarzlarına ilişkin muhtemel sarf miktarlarını belirlemekte, bunu mevcut stoklar ile karşılaştırmakta ve ikmal gereksinimlerini belirlemektedir. İkmal gereksinimlerinden anlaşılması gereken hem malzemenin miktarı hem de niteliğidir. İkmal maddeleri yiyecek, mühimmat ve akaryakıt (yağlar dâhil) başta olmak üzere özel teçhizatları kapsamaktadır. Etmen aynı zamanda Lojistik veri tabanından aldığı bilgileri de değerlendirerek ikmal maddelerinin harcama yöntem ve zamanına yönelik olarakda planlama yapma yeteneğine sahiptir. Söz konusu etmenin bu yetenekle donatılmasındaki temel amaç yürütülecek harekâtın aynı zamanda kaynakları en etkin şekilde kullanarak yönetilmesini sağlamak olarak açıklanabilir.



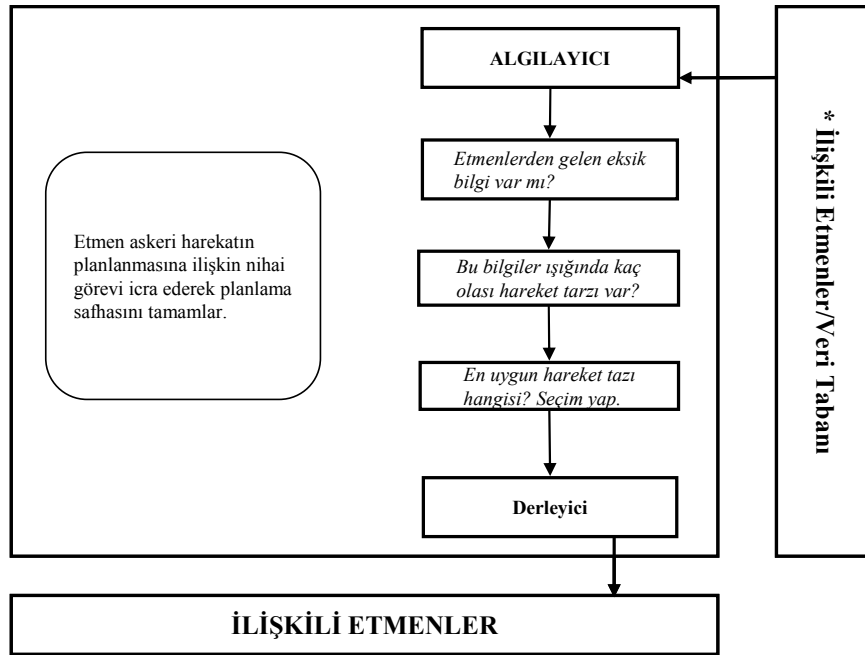
Şekil 5.10. Lojistik Etmeni İç Yapısı

Etmenin görevini eksiksiz yapması planın başarısı için son derece kritik öneme haizdir. Bunun nedeni ise öngörülemeyen bir lojistik gereksinimin olumsuz bir

zamanda ortaya çıkması durumunda en mükemmel planın bile başarısızlığa uğrama olasılığıdır.

5.4.1.7. Hareket tarzı oluşturma etmeni

Hareket tarzı oluşturma etmeni bilişsel etmen katmanının son etmenidir. Etmenin amacı diğer etmenlerden gelen bilgileri koordineli bir biçimde birleştirerek harekât planına nihai şekli vermektir. Bu bağlamda planlamanın alt görevlerini icra eden diğer etmenlerden gelen eksik bilgi olup olmadığını kontrol ederek kendisine diğer etmenlerden gelen bilgiler ışığında en muhtemel hareket tarzını seçer. Söz konusu seçim salt rasyonel karar verme metotları ile değil sezgisel algoritmalar kullanılarak da desteklenmektedir. Söz konusu etmenin içyapısı Şekil 5.11’de sunulmaktadır.



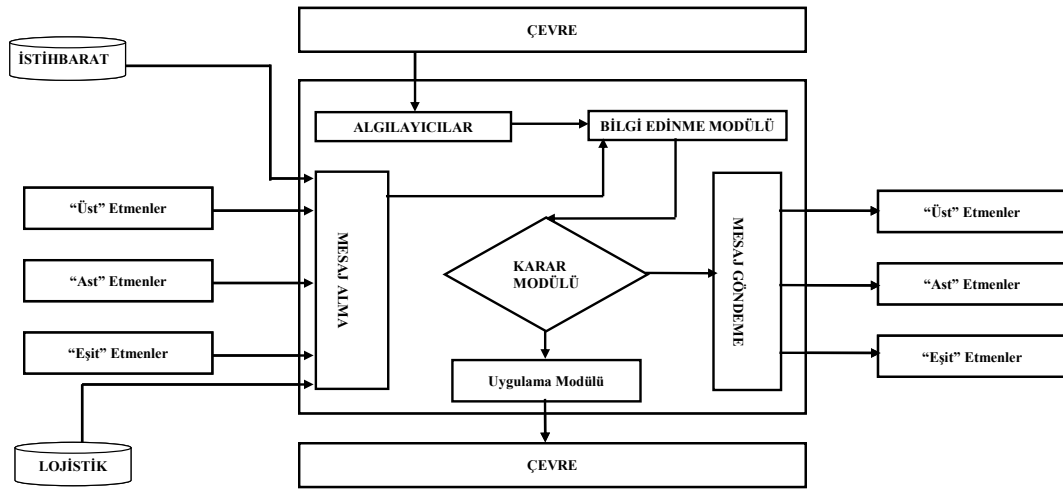
Şekil 5.11. Hareket Tarzı Oluşturma Etmeni İç Yapısı

Hareket tarzı oluşturma etmeninin çıktısı reaktif etmen katmanına girdi olarak benzetim için gönderilmektedir. Bu bağlamda, hareket tarzı uygun formatta diğer katmana iletilmektedir.

Bilişsel katmandaki süreç gerek duyulması durumunda birçok defa çalıştırılabilir. Ancak, tüm girdiler aynı kalmak koşulu ile bile her zaman aynı sonuç elde edilemeyebilir. Bunun başlıca nedeni gerçek muharebe ortamına benzer şekilde kontrol edilemeyen değişkenlerde değişiklik olma olasılığıdır.

5.4.2. Reaktif etmen katmanı

Yapılan gereksinim analizi neticesinde oluşturulması gereken reaktif etmenin içyapısı Şekil 5.12.'de yer almaktadır. Burada yer alan etmenin yetenekleri beşinci bölümde incelenen hazır reaktif etmen yapıları ile karşılaştırıldığında ihtiyacın hazır olarak bulunan reaktif etmen yapısına sahip yazılımlarla daha maliyet etkin giderilebileceği tespit edilmiştir. İlave analizler neticesinde MANA yazılımının kullanıma en uygun yazılım olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.12. Reaktif Etmen İç Yapısı

Bunun başlıca nedenleri ayrıntılı biçimde beşinci bölümde ele alındığı üzere arasında yazılımın hızlı çalışması, çoklu benzetimi olanaklı kılması, kullanıcı grafik ara yüzünün oldukça gelişmiş olması, etmen mimarisinin ihtiyaç duyulan mimari ile uyumlu olması, gerçek arazi verileri ile analizleri olanaklı kılması ve gelişmiş analiz yeteneği olarak sayılabilir.

Bilişsel etmen katmanında oluşturulan harekât planı bu bağlamda bir sonraki kısımda açıklanacak mimari doğrultusunda Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeline uygun olarak (İkinci bölümde anlatılan bu modele göre tecrübeli karar vericinin en olası seçimi yapmayı müteakip bilişsel benzetim yöntemi uyguladığı ifade edilmiştir.) ikinci katman olan MANA ile desteklenmiş reaktif etmen katmanına gönderilir. Yapılacak benzetimin neticesi karar vericiye sunulur.

5.4.3. Veri tabanları

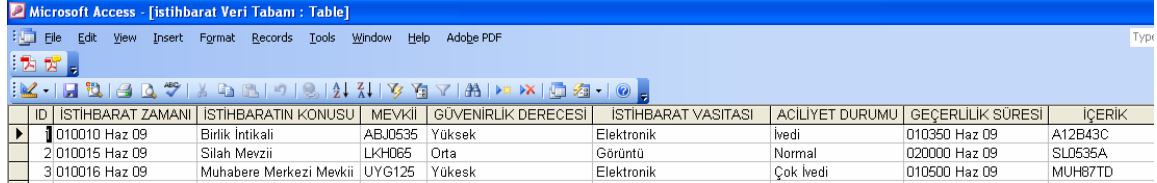
Gereksinim analizi doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar neticesinde birinci katmana destek sağlayan altı tane veri tabanının tasarlanmasının yeterli olduğu sonucunu doğurmuştur. Veri tabanlarının sürekli güncellemeye ve çoklu erişime müsait olması bir gereksinim olarak tanımlandığından, tasarım kolaylığı nedeniyle veri tabanı tasarımında Structured Query Language- SQL, MS Access ve MS Excel gibi oldukça yaygın olarak kullanılan yazılımlardan yararlanılabileceği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda ihtiyaç duyulan veri tabanları;

- İstihbarat veri tabanı,
- Meteoroloji veri tabanı,
- Arazi veri tabanı,
- Düşman doktrin, taktik ve teknikleri veri tabanı,
- Dost doktrin, taktik ve teknikler veri tabanı,
- Lojistik veri tabanıdır.

5.4.3.1. İstihbarat veri tabanı

İstihbarat veri tabanı düşman birliklerinin yerlerine, büyüklüklerine, teçhizatına ve personeline ilişkin verilerin saklandığı bir veri tabanıdır. Veri tabanı sürekli olarak dış bilgi vasıtasıyla güncellenmektedir. Dış bilgi gerek insan istihbaratı gerekse teknik istihbarat, görüntü istihbaratı ve benzeri yöntemlerle sağlanmaktadır. Veri tabanının güncel tutulması ve yeni bilgi geldikçe hiçbir planlı zamana gerek

kalmaksızın gerçek zamanlı veya gerçek zamana yakın olarak güncellenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda uydu görüntüleri ile insansız hava araçları önemli bir veri kaynağını oluşturmaktadır. Örnek bir veri tabanı görüntüsü Şekil 5.13’de sunulmuştur.



ID	İSTİHBARAT ZAMANI	İSTİHBARATIN KONUSU	MEVKİ	GÜVENİRLİK DERECESESİ	İSTİHBARAT VASITASI	ACİLİYET DURUMU	GEÇERLİLİK SÜRESİ	İÇERİK
1	010010 Haz 09	Birlik İntikali	ABJ0535	Yüksek	Elektronik	İvedi	010350 Haz 09	A12B43C
2	010015 Haz 09	Silah Mevzii	LKH065	Orta	Görüntü	Normal	020000 Haz 09	SL0535A
3	010016 Haz 09	Muhabere Merkezi Mevkii	UYG125	Yüksek	Elektronik	Çok İvedi	010500 Haz 09	MUH87TD

Şekil 5.13 İstihbarat Veri Tabanı Ekranı

5.4.3.2. Meteoroloji veri tabanı

Meteoroloji veri tabanında istihbarat veri tabanına benzer bir biçimde güncel meteoroloji bilgileri saklanmaktadır. Veriler gerek askeri ölçüm istasyonlarından alınan verileri gerekse sivil amaçlarla kurulan meteoroloji istasyonlarının verilerinden oluşmaktadır. Söz konusu veriler askeri açıdan kritik öneme haiz olan ve silahların isabeti ile birliklerin hareket kabiliyeti üzerinde etkisi olan nem, yağış, rüzgâr gibi verileri içermektedir. Veri tabanı ekranının ve bilgilerin değerlendirilmiş halini gösteren bilgi grafikler Şekil 5.14’de sunulmaktadır.

Microsoft Access - [METEOROLOJİ VERİ] TABANI : Tablo

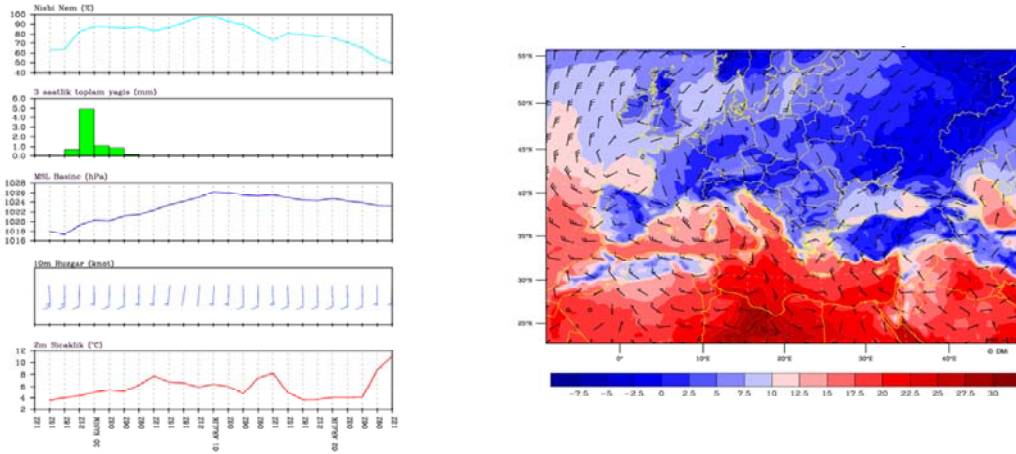
Dosya Düzen Görünüm Ekle Biçim Kayıtlar Araçlar Pencere Yardım Adobe PDF

NİSPİ NEM (%) Arial 10

BÖLGE NO	BÖLGE KODU	Yüksek İsi	EN Düşük İsi	Ortalama İsi	Yağış Durumu	Yağış Miktarı	Bulut Durumu	NİSPİ NEM (%)	RÜZGAR YONU
1	ATMACA	35	31	33	YOK	0	AÇIK	50	KB
1	BORA	31	29	30	HAFIF	21	P.BULUTLU	45	KB
2	B567K	25	23	24	SAĞNAK	200	KAPALI	65	K
2	B675N	21	15	17	SAĞNAK	210	KAPALI	66	KD
2	B856N	20	14	16	YAĞIŞLI	185	BULUTLU	60	KD
2	B987S	19	13	15	HAFIF	100	P.BULUTLU	55	D
2	B875J	18	12	14	HAFIF	102	P.BULUTLU	55	D
2	B765G	23	10	18	YOK	0	BULUTLU	55	GD
3	FG154	40	25	32	YOK	0	AÇIK	32	G
3	YG142	38	33	35	YOK	0	AÇIK	33	G
3	YT145	35	30	33	YOK	0	AÇIK	32	G
4	QWE1	19	15	16	HAFIF	32	P.BULUTLU	50	GB
4	QWS2	15	10	13	HAFIF	30	P.BULUTLU	48	GB
4	QSW1	15	9	12	YAĞIŞLI	50	BULUTLU	52	B
5	P6Y67	25	19	23	SAĞNAK	52	KAPALI	52	KB
5	IUY145	28	17	23	SAĞNAK	58	KAPALI	56	KB
5	IUY485	25	20	22	SAĞNAK	62	KAPALI	58	KB
5	IUY985	29	25	27	SAĞNAK	69	KAPALI	52	KB
6	ASD15	39	32	36	YOK	0	AÇIK	32	G
6	ASD46	38	30	34	YOK	0	AÇIK	30	G
6	ASD14	40	28	34	YOK	0	AÇIK	26	G
6	ASD36	32	20	27	HAFIF	36	P.BULUTLU	30	GB
6	ASD78	30	19	26	HAFIF	46	P.BULUTLU	32	GB
6	ASD69	29	18	25	HAFIF	45	P.BULUTLU	32	GB
7	ZX1238	20	14	16	YAĞIŞLI	185	BULUTLU	62	D
7	ZX8521	19	10	15	YAĞIŞLI	201	BULUTLU	66	D
7	ZX6689	18	7	12	YAĞIŞLI	222	BULUTLU	62	D
7	ZXR125	18	7	12	YAĞIŞLI	212	BULUTLU	60	D
7	ZXR658	30	18	24	YOK	0	AÇIK	32	G
7	ZXR874	35	22	29	YOK	0	AÇIK	41	G
7	ZXW33	33	20	26	YOK	0	AÇIK	38	G
7	ZZC121	32	20	26	YOK	0	AÇIK	36	G

Kayıt: 32 / 32

Veri Sayfası Görünümü



Şekil 5.14. Meteoroloji Veri Tabanı Örnek Ekran Görüntüsü ve Grafikleri

5.4.3.3. Arazi veri tabanı

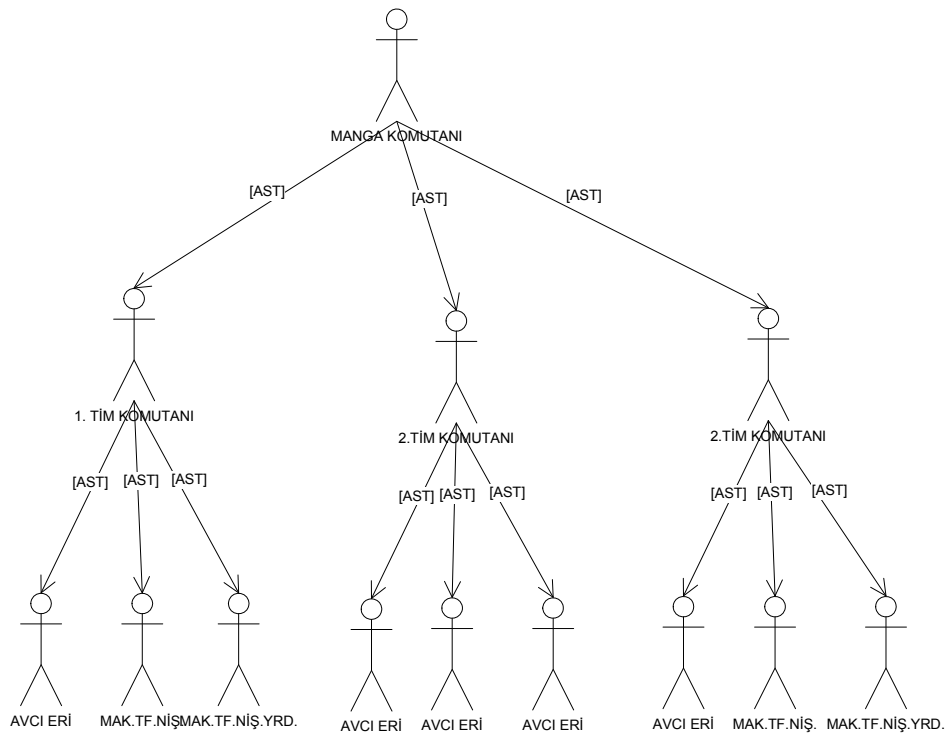
Arazi veri tabanı gerek uydulardan gerekse yer ölçüm istasyonlarından toplanan verileri içinde bulunduran bir veri tabanıdır. Bu bağlamda örneğin Şekil 5.15'deki gibi uydudan alınan bir görüntü kıymetlendirilmeyi müteakip askeri kullanıma uygun ölçekteki haritalar raster haritalar ile sayısal kullanıma uygun ölçekteki vektörel haritalara dönüştürülmektedir. Haritaların askeri harekâtta önemi şüphesiz olduğundan bu veri tabanının sağladığı bilgiler de planlamanın temel taşlarından birini oluşturmaktadır.



Şekil 5.15. Örnek Arazi Veri Tabanı Bilgi Paketi

5.4.3.4. Düşman doktrin, taktik ve teknikleri veri tabanı

Düşman doktrin, taktik ve tekniği veri tabanı düşmanın her seviyedeki harekât tarzını etkileyen ve onun temel askeri düşünce ve muharebe direktiflerini içeren verileri saklar. Söz konusu veriler düşmanın hareket tarzlarının tahminini kolaylaştırmakta ve dolayısı ile de mukabil hareketler yapma olasılığını artırmaktadır. Örnek düşman birliklerinin kuruluşu onların muharebe planlarını doğrudan etkileyen bir özellik taşımaktadır. Benzer şekilde bazı durumlardaki davranış şekilleri taktikleri tarafından belirlenmektedir. Bu kapsamda, veri tabanında saklana örnek bir düşman kuruluşu Şekil 5.16’da sunulmaktadır.



Şekil 5.16. Örnek Düşman Kuruluşu UML Diyagramı

5.4.3.5. Dost doktrin, taktik ve teknikleri veri tabanı

Yukarıda ele alınan veri tabanına benzer konular dost birliklerin harekâtında da gerekli olduğundan bu veri tabanında birinci katmandaki bilişsel etmenlerin kullanımı için dost birliklerin uyguladığı doktrin, taktik ve tekniklere ilişkin bilgiler saklanmaktadır.

5.4.3.6. Lojistik veri tabanı

Lojistik veri tabanı harekâtın devamı açısından oldukça önemli olan tüm lojistik bilgilerin saklandığı veri tabanıdır. Bu bilgileri stoktaki ve birliklerin üzerinde bulunan yiyecek, su, akaryakıt, yağ, özel görev malzemeleri mühimmat gibi ikmal maddeleri ile teçhizat, araç ve gerecin bakım onarım durumlarının saklamaktadır. Veri tabanı bilgilerinin gerçek zamanlı tutulması bu veri tabanından yararlanan etmenlerin doğru analizleri yapmasına yardımcı olacak ve bu sayede de oluşturulan harekât planının gerçekçi verilerle benzetimini sağlayacaktır. Bu kapsamda, Lojistik Veri Tabanının örnek ekran görüntüsü Şekil 5.17’de sunulmuştur.

İKMAL SINIFI	MALZEMENİN CİNSİ	STOK KODU	ENVANTERE GİRİŞ ZAMANI	SON KULLANMA TARİHİ	MİKTARI (KG)	İLAVE BİLGİ
1	Barbunya Fasulye	17968	14.05.2009	14.08.2009	32	
1	Bulgur	18752	05.05.2009	01.06.2009	12	
1	Et (Siğir)	15590	01.06.2009	10.06.2009	350	Depolama Şartları iyi izlenmeli (Kod 15)
1	Et (Tavuk)	15590	25.05.2009	05.09.2009	236	Depolama Şartları iyi izlenmeli (Kod 15)
1	Konserve Bamya	13554	02.02.2008	02.10.2010	155	31 adet
1	Konserve Bezelye	13553	02.02.2008	25.09.2010	50	10 adet
1	Konserve Taze Fasulye	13552	02.02.2008	13.07.2009	60	12 adet
1	Kuru Fasulye	17966	01.01.2009	01.01.2010	362	
1	Kuru İncir	13215	04.04.2009	04.02.2010	162	
1	Kuru Üzüm	13214	05.03.2009	08.10.2009	201	
1	Makama (Burgu)	18750	06.06.2009	23.11.2009	11	
1	Makama (Çubuk)	18751	01.03.2009	01.10.2009	36	
1	Margarin	19872	26.05.2009	27.07.2009	32	
1	Mercimek (Kırmızı)	17968	23.05.2009	02.03.2010	98	
1	Mercimek (Yeşil)	17969	23.05.2009	01.11.2009	69	
1	Nohut	17967	02.03.2009	09.09.2010	233	
1	Patates	18552	06.05.2009	21.07.2009	86	
1	Peynir (Beyaz)	15585	03.04.2009	17.06.2009	74	
1	Peynir (Kaşar)	15585	13.04.2009	18.06.2009	62	
1	Pirinç	18753	02.03.2009	14.07.2009	56	
1	Poşet Bal	14256	30.03.2009	18.07.2009	23	4600 adet
1	Poşet Fındık Ezme	14252	25.02.2009	17.05.2009	10	2000 adet
1	Poşet Reçel	14257	01.03.2009	14.11.2009	9	1800 adet
1	Salça	19872			0	
1	Soğan	18551	06.05.2009	09.09.2009	32	
1	Süt	12564	16.05.2009	07.06.2009	152	
1	Şeyriye	18752			0	
1	Tereyağ	19870	01.06.2009	01.07.2009	20	2000 Paket
1	Toz Şeker	19862			0	
1	Un	11111	14.05.2009	14.05.2010	360	
1	Yoğurt	12562	01.05.2009	23.05.2009	36	
1	Zeytin (Siyah)	15554	05.05.2009	21.06.2009	13	

Şekil 5.17. Lojistik Veri Tabanı Örnek Ekran Görüntüsü

5.5. Model/Mimari Geliştirme

Gereksinim analizi ve kavramsal tasarım neticesinde ortaya konan yapıların amaca uygun bir mimaride birleştirilmesi ile Çoklu Etmen Tabanlı Asimetrik Muharebe Benzetim Mimarisi (Multi-Agent Based Asymmetric Combat Simulation Architecture-ACOMSIM) ortaya konmuştur. Söz konusu mimari Şekil 5.18'de sunulmuştur.

Mimari oluşturulurken önceki bölümlerde sırasıyla ele alınan yöntemlerden en etkin olanı seçilmiştir. Bu kapsamda, muharebenin çok boyutlu, karmaşık ortamında, karar verici için birbiri ile çelişen hedeflerle arasında, hızlı, insan düşünme metodolojisine uygun ve amacı karşılayan kararlara ulaşmak için Çoklu Etmen yapılardan yararlanılmıştır.

ACOMSIM iki katmanlı bir çoklu etmen yapısı kullanan bir karar destek mimarisidir. Mimarinin ilk katmanı bilişsel etmenlerden ikinci katmanı ise reaktif etmenlerden oluşmaktadır. Mimariye tamamıyla gereksinim analizi doğrultusunda oluşturulan kavramsal tasarımdan yararlanarak ortaya konduğundan her bir etmenin görevi burada tekrar ayrıntıları ile ele alınmayacak, genel olarak açıklanmaya çalışılacaktır. Ancak, iki katmanlı mimari kullanılmasında güdülen hedefi bir kez daha tekrar etmekte yarar vardır. Burada amaç hem bilişsel etmenlerin planlama yeteneklerinden faydalanmak, hem de reaktif etmenlerin tasarım kolaylıklarından yararlanarak optimum fayda maliyet değerine sahip bir sistem geliştirmektir.

Mimariye göre planlama süreci iki şekilde başlayabilmektedir. Bunlar hem üst komutanlığı niyet ve maksadı ile ortaya çıkan durumdan ve buna bağlı olarak bir emir ile veya tamamıyla durumdan, başka bir ifade ile karar vericinin kendi niyet ve maksadından olabilir. Bu bağlamda, başlatma esası itibariyle RPD veya benzeri bilişsel bir sürecin işlediği bir zihinsel faaliyetin neticesinde tetiklenmektedir.

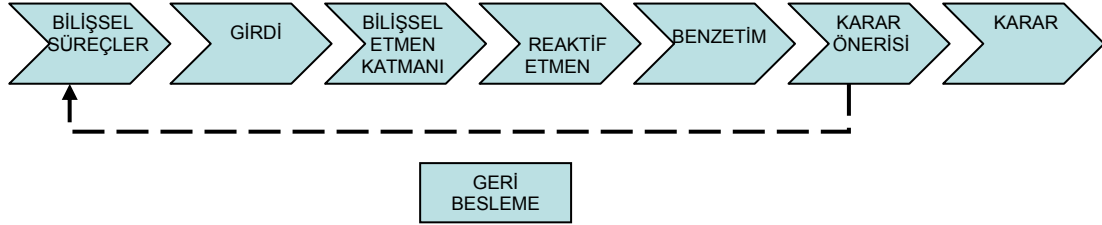
Girdi olarak bahse konu bilgileri alan yapı bundan sonra bilişsel katmanında bulunan yedi etmenin yardımı ile zeki planlama sürecini başlatmaktadır. Söz konusu etmenler daha öncede ele alındığı üzere Vazife Analiz Etmeni, Zaman Planlama Etmeni, Düşman Durumu Analiz Etmeni, Dost Durum Analiz Etmeni, Arazi Analiz Etmeni, Lojistik Etmeni ve Hareket Tarzı Oluşturma Etmenidir. Bilişsel katman mimarinin alt uzmanlar yardımı ile genel planlama, koordinasyon ve karar verme işlemlerinin yapıldığı yeri olarak da görülebilir. Bu karar verme işleminin ise oluşturulan alt veri tabanı ile desteklenmektedir. Veri tabanlarının her birinin kritik öneme sahip fonksiyonları olduğu daha önce belirtilmişti.

Söz konusu alt etmeden gelen bilgi paketleri Hareket Tarzı oluşturma etmeninin yardımı ile nihai hale getirilmektedir. Nihai hale gelen karar önerisi Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeline (RPD) uygun olarak benzetim uygulanmak üzere ikinci katman olan reaktif etmen katmanına gönderilmektedir.

Reaktif etmen katmanında yetenekleri ihtiyacı karşılayabileceği değerlendirilen ve özellikleri beşinci bölümde ele alınan hazır bir sistem olan MANA kullanılmıştır. MANA sistemi bilişsel katmandan aldığı uygun formattaki bu verileri kullanarak ihtiyaca göre tekli ama mümkünse çoklu benzetim yaparak planın istenen hedefi gerçekleştirmeye yeterli olup olmadığı ve bunun maliyetinin ne olacağına ilişkin bir benzetim yapar. Çoklu koşturmanın modunun kullanılması ile de uzun vadeli ortalamalar ve dolayısı ile de daha isabetli eğilimlere ulaşılabilirlik mümkündür:

Reaktif katmandaki benzetimden elde edilen sonuçlar karar vericiye karar önerisi olarak sunulmaktadır. Karar vericinin planı tadil etme veya yeniden değerlendirilmesi için baştan süreci başlatma imkânı vardır. Böyle bir durumda karar vericinin ana fikrinin de girdi kabul edilerek mimarinin buna göre yeniden koşturulması gerekmektedir. Planlama sürecinin özeti Şekil 5.19'da yer almaktadır. Burada da görülebileceği gibi sistem aslında kendi içinde bir geri besleme süreci

barındırdığından öğrenmeye açıktır. Bu ise onun daha sonraki kararlarda daha etkin olacağını işareti olarak görülebilir.



Şekil 5.19. ACOMSIM Süreci

Sonuç olarak ortaya konan mimari ile hedeflenen karmaşık bir yapıya sahip muharebe ortamının çoklu etmen tabanlı bir mimari ile desteklenmiş askeri karar vericiyi, yükünü azaltarak onun hata olasılığını düşürecek bir karar destek sistemi ortaya konmasıdır. Ayrıca, her askeri karar vericinin uygun yeterlilikte ve tecrübeye olabileceğindende hareketle oluşturulan bu sistemin bilişsel karar verme yapısını desteklemesi ile önemli kazanımların da sağlanacağı söylenebilir.

Müteakip kısımda oluşturulan mimarinin doğrulanması ve geçerlemesi yapılacaktır.

5.6. Doğrulama ve Geçerleme

Doğrulama ve geçerleme model/mimarî oluşturmanın temel konularından birini oluşturmaktadır. Doğrulama, modelin sistem tanımlamalarına ve özelliklerine uygun olarak oluşturulup oluşturulmadığının tespiti [162]. Yani başka bir deyişle doğru modelli/mimarinin oluşturulup oluşturulmadığının ve oluşturulan yapı ile gereksinimlerin karşılanıp karşılanmadığının tespiti doğrulamadır. Geçerleme ise son kullanıcının bakış açısı ile modelin gerçek dünyayı temsil edip etmediğinin teyit edilmesi olarak tanımlanabilir [162]. Bu bağlamda geçerleme doğru ürünün üretilip

üretildiğinin ve operasyonel ihtiyaçların karşılanıp karşılanmadığının tespiti olarak açıklanabilir.

Doğrulama ve geçерleme için çeşitli çalışmalarda kullanılan birçok model vardır [162, 163, 164, 165, 166]. Yapılan inceleme neticesinde çalışma kapsamında Sargent'in modelinin [164] kullanılmasının uygun olacağı değeriendirilmektedir.

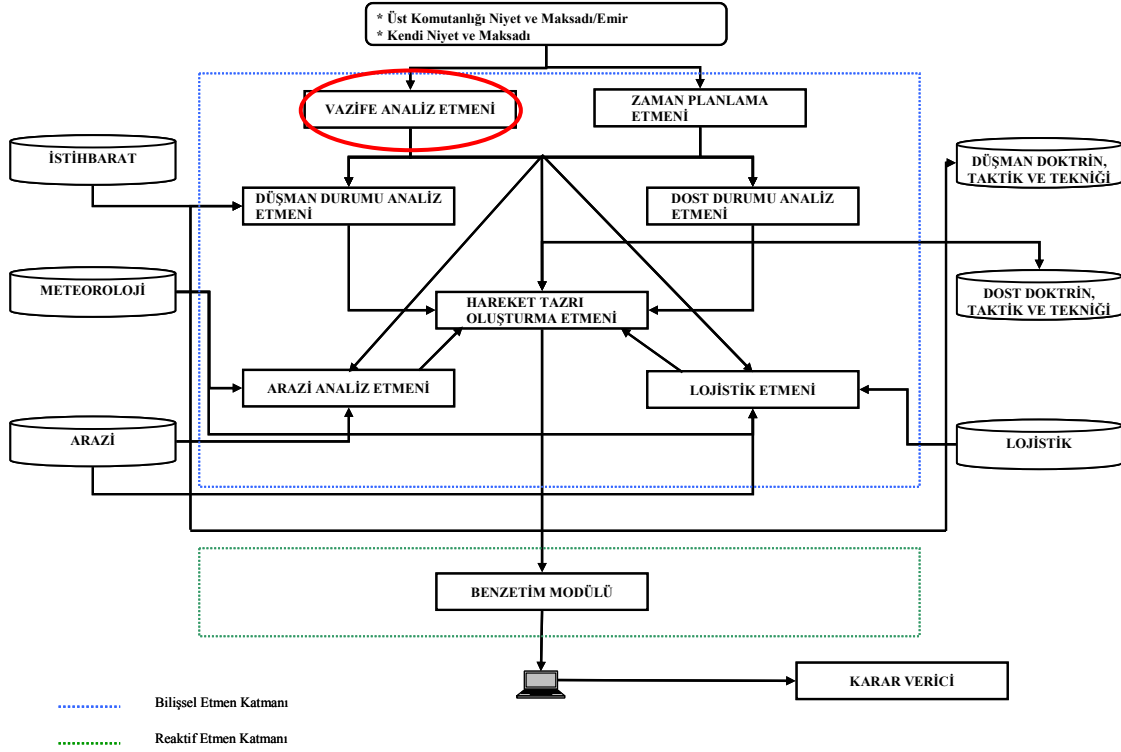
Bu kapsamda yapılan çalışmalar neticesinde, ACOMSIM Mimarisi alanla ilgili bir ekibin de desteğı alınarak Şablona Uygunluk, Bağımlılık Matrisi, Girdi Çıktı Tanımlama Analizi, Zihinsel Koşurma gibi teknikler kullanılarak doğrulanmış ve geçerielenmiştir. Ayrıca, elde edilen değeriendirmelerin halen kullanılmakta olan JANUS gibi sistemlerle karşılaştırılması neticesinde, ACOMSIM'in karar vericinin zihinsel benzetimine daha yakın sonuçlar ürettiğı tespit edilmiştir. Bu açıdan da ACOMSIM kullanılmakta olan yapılara göre üstün esnek ve karmaşıklıkla mücadelede muharebe alanındaki karar vericiye yeni bir karar desteğı sağlayacaktır.

5.7. Örnek Senaryo

Önceki kısımda kavramsal olarak tasarladığımız modelin uygulaması bu senaryo ile şekillenmektedir. Bu bağlamda, sistemin gerçekleştirilmesinde Nesne Yönelimli bir yazılım olan JAVA ve reaktif etmenlerden oluşan bir benzetim yazılımı olana MANA'dan yararlanılmaktadır. Etmenlerin birbiri ile iltişimi için kullanılan standart daha önceki bölümlerde bir alternatif olarak sunulan FIPA ACL standardıdır. Veri tabanları ise durma göre ilişkilendirilmiş SQL, MS Access ve MS Excel programları kullanılarak oluşturulmuştur.

Bu çerçevede JAVA kullanılmak suretiyle Bilgi Tabanı yapısına sahip bir etmen olarak gerçekleştirilen Vazife Analiz Etmeni ayrıntıları ile müteakip bölümde

incelenecektir. Örnek olması açısından bilişsel katmanın sadece Şekil 5.20’de gösterilen daire içerisindeki kısmıyla ilgili uygulama yapılmaktadır.



Şekil 5.20. Sistem Gösterimi Yapılacak Etmen

Yukarıdaki açıklamalar ışığında sistemin gösterimi amacıyla örnek bir senaryo altında koşurulması açıklanacaktır. Kullanılacak senaryo özellikle karmaşıklığın yoğun olarak mevcut olduğu ve bir asimetrik muharebe ortamı olarak tanımlanan, birçok ülkenin aktif olarak iştirak ettiği, dünya kriz bölgelerinden birinde yürütülen Barış Gücü Harekâtı esas alınarak oluşturulmuştur.

Sistem gösterimi çok düşük ölçekli birlikler için yapılmıştır. Bunun başlıca sebebi çalışmadaki hedefin etmen tabanlı yapıların muharebe ortamında, bir karar destek vasıtası olarak kullanılabileceğinin ortaya konması olarak belirlenmiş olmasıdır. Bu bağlamda birlik sayısında yapılacak artışın bu gösterime ilave bir katkı sağlamayacağı değerlendirilmiştir. Zira senaryodaki birlik sayısının veya boyutunun artırılması sadece işlem zamanını etkileyeceği kıymetlenmiştir.

Bu yaklaşım çerçevesinde oluşturulan senaryoda,

- Dost (mavi) unsurlar 15 personelden oluşan ve bir bölgede faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşlarının emniyetinin sağlanması görevini alan bir birlik olarak,
- Kırmızı unsurlar ise bu bölgede bulunan hakim bir arazi kesiminin konumundan yararlanarak sivil toplum kuruluşlarının emniyetini sağlamak için gelmesi muhtemel askeri birliğe pusu faaliyeti icra eden bir silahlı yerel grup olarak,
- Her iki kuvvetin elindeki silahlar hafif silahlar olarak kısıtlanmış, ancak dost unsurların görmeyerek ateş desteği var olmasına rağmen kullandırılmamak üzere kısıtlanmış olarak,
- Arazi verisi ise Barış Gücü Harekâtının yürütüldüğü bir ülkenin coğrafi verileri kullanılarak oluşturulmuştur.

Söz konusu kısıtların modelin alternatif çözümler üretmesi önünde bir kısıt oluşturduğuna şüphe yoktur. Ancak, muharebe ortamında da bazen bu tip tehditlerin olabileceğini göz önünde bulundurmakta gerekmektedir. Bu kısıtların sebepleri arasında, taktik gereksinimler, teknik kısıtlamalar ve doğanın zorlamaları sayılabilir.

Aslında yukarıda kısaca açıklan veri girdileri mimari de üst komutanlığın niyet ve maksadı/emir olarak ifade edilen verilerdir. Daha önce de açıklandığı gibi bu veriler genelde salt bilişsel süreçlerden elde edilen ve RPD merkezli yaklaşımlar neticesinde üst karar vericiler tarafından oluşturulan veri paketleridir. Dolayısı ile bu bilgileri alan alt katandaki karar verici burada ifade edilen hususları kendine kısıt olarak kabul etmesi kaçınılmazdır.

Bu kapsamda, ACOMSIM Mimarisi ile çalışan sistemin çalıştırılması ile veriler eş zamanlı olarak Vazife Analiz ve Zaman Planlama Etmenlerine iletilmektedir. Vazife Analiz Etmeni daha önce anlatıldığı üzere gelen bu bilgilerden vazife analizini yaparak diğer etmenlere yol direktif olarak verilecek alt görevleri tespit etmektedir. Geliştirilen Vazife Analiz Etmeni Modülü veri girdi ekranı Şekil 5.21’de gösterilmiştir. Etmen kendisine öncelikle harekâtın şeklinin tanımlanmasını talep

etmektedir. Seçim olarak ise Taarruz, Savunma, İntikal, Barış Gücü gibi harekât şekillerini, sunmaktadır.

Şekil 5.21. Vazife Analiz Etmeni Veri Giriş Ekranı

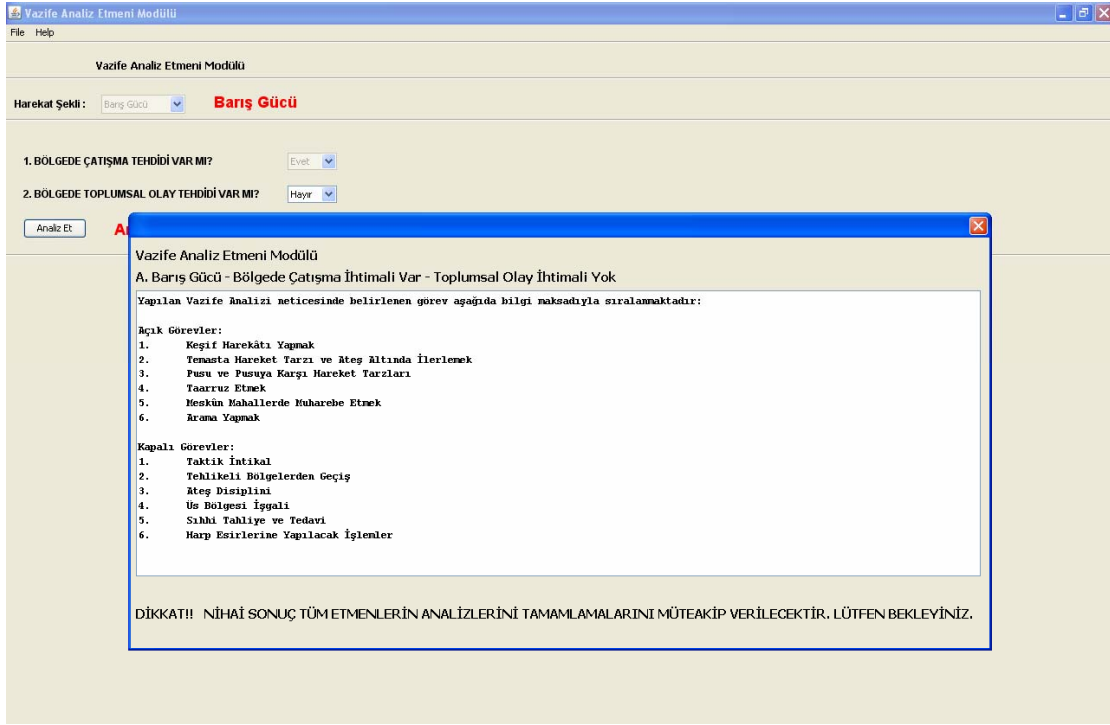
İfade edilen hususlar ve senaryo çerçevesinde etmene harekât şeklinin Barış Gücü Harekâtı olarak verilmesi neticesinde etmen bu harekâta özgü iki konuda ilave bilgi ihtiyacı duymaktadır. Bunlardan birincisi harekât icra edilecek bölgede silahlı bir çatışmanın çıkma olasılığının bulunup bulunmadığıdır. İkincisi ise herhangi bir toplumsal olay beklentisinin olup olmadığıdır.

Her iki sorunun cevabının analiz edilecek vazifeye doğrudan etkisi vardır. Özellikle kullanılacak taktik, teknik, teçhizat ile lojistik ihtiyaçlar bu sorulara değişebilmektedir. Bunu bir örnekle açıklamak gerekirse; yapılacak harekât esnasında silahlı çatışmadan ziyade toplumsal olayla karşılaşılabilceği düşünülüyorsa, ağır silahlı birlikler yerine toplumsal olaya müdahale edecek teçhizatla teçhiz edilmiş birlikler ile görevi icra etmek daha uygun bir çözüm olacaktır. Aynı şekilde arazinin değerlendirilmesi de toplumsal olay beklentisinde konvansiyonel muharebe beklentisine göre farklı olacaktır. Bu çerçevede ana göreve ilişkin alt görevlerde de farklılıklar olması gerekmektedir.

Vazife Analiz Etmeni yukarıda kısaca açıkladığımız değerlendirmeleri içinde barındırdığı ve bir kısım kuralları Şekil 5.22’de sunulan Bilgi Tabanı vasıtası ile gerçekleştirmektedir. Söz konusu kurallar konusunda uzman kişiler tarafından oluşturulmuştur. Bu bağlamda ana vazifesi Barış Gücü olarak verilen etmen yaptığı analiz neticesinde, söz konusu görevin başarılması için icra edilmesi gereken alt görevleri Şekil 5.23’de sunulduğu şekilde belirlemektedir.

<p>R-1: <i>IF</i> Harekât Şekli Barış Gücü <i>AND</i> Bölgede Çatışma Tehdidi Var mı? Evet <i>AND</i> Toplumsal Olay İhtimali Var mı? Hayır <i>THAN</i></p> <p>Açık Görevler :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Keşif Harekâtı Yapmak 2. Temasta Hareket Tarzı ve Ateş atında İlerlemek 3. Pusu ve Pusuya Karşı Hareket Tarzları 4. Taarruz Etmek, Meskûn Mahallerde Muharebe Etmek 5. Arama Yapmak <p>Kapalı Görevler :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Taktik İntikal 2. Tehlikeli Bölgelerden Geçiş, Ateş Disiplini, Üs Bölgesi İşgali 3. Sıhhi Tahliye ve Tedavi 4. Harp Esirlerine Yapılacak Görevler <p>R-2: <i>IF</i> Harekât Şekli Barış Gücü <i>AND</i> Bölgede Çatışma Tehdidi Var mı? Hayır <i>AND</i> Toplumsal Olay İhtimali Var mı? Evet <i>THAN</i></p> <p>Açık Görevler :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Keşif Harekâtı Yapmak 2. Arama Yapmak 3. Toplumsal Olaylarda Yol Kapaması Yapmak 4. Toplumsal Olayda Topluluğu Dağıtmak 5. Aktif Devriye Faaliyeti İcra Etmek <p>Kapalı Görevler :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Taktik İntikal 2. Üs Bölgesi İşgali 3. Sıhhi Tahliye ve Tedavi

Şekil 5.22. Bilgi Tabanı Kuralları



Şekil 5.23. Vazife Analiz Etmeni Sonuç Ekranı

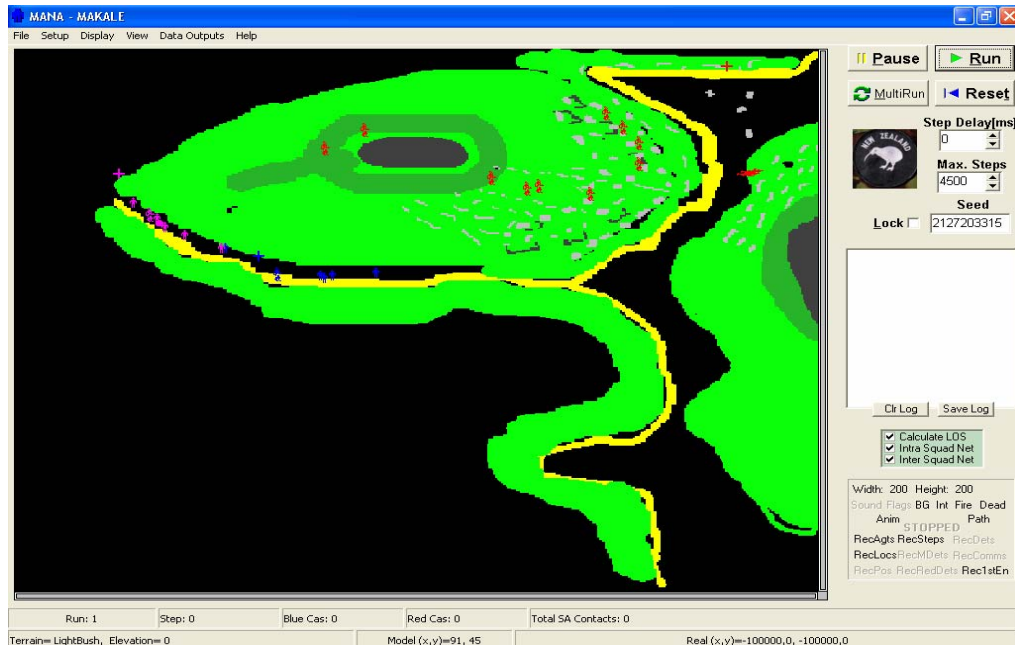
Belirlenen bu görevler FIPA ACL formatına getirilerek her bir ilişkili etmene gönderilmektedir. Etmenler derlenip gönderilirken formatın bir gereği olarak etmenler bilgilerinin kendilerine hangi amaçla gelindiğine göre faaliyetlerini sürdürmektedirler. Vazife Analiz Etmenin elde ettiği analiz sonucunu Dost Durumu Analiz Etmenine gönderirken kullandığı ACL mesaj formatı Şekil 5.24'de sunulmaktadır.

```
(INFORM
: sender (Vaz_An_Et)
: receiver (DD_An_Et)
: content
(vaz (açık_kapalı) görev)
: in -reply-to (hto_e)
: language sl)
```

Şekil 5.24. ACL Mesaj Formatı

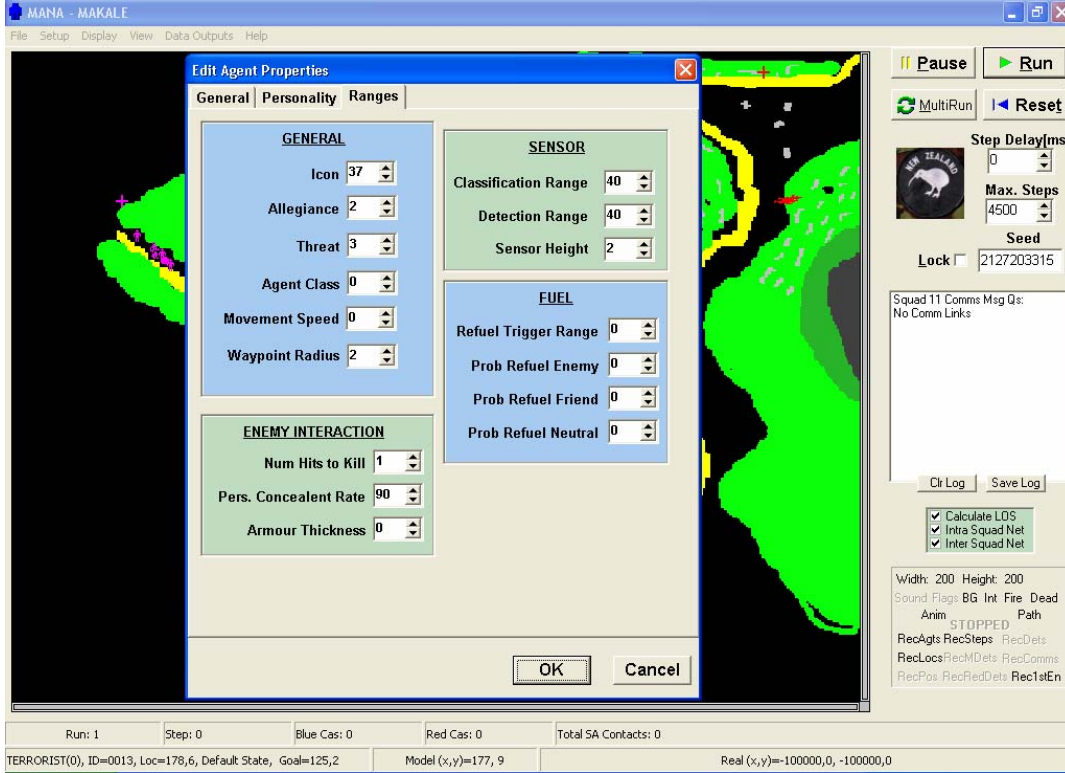
Diğer etmenler de yukarıda ifade edildiği şekilde birbiri ile haberleşmelerini sürdürerek nihai değerlendirmelerini Hareket Tarzı Oluşturma Etmenine göndermektedir. Hareket Tarzı Oluşturma Etmeni gelen tüm bilgileri değerlendirmek üzere toplamaktadır. Toplanan bilgiler etmenin sahip olduğu çıkarsama mekanizması vasıtası ile nihai hareket tarzı haline getirilmektedir. Bu işlemin tamamlanmasını müteakip bilişsel katman görevini tamamlamış olmaktadır.

Oluşturulan bu hareket tarzı daha önce ifade edilen mesaj aktarma formatı kullanılarak reaktif etmenlerden oluşan katman olan MANA destekli benzetim modülüne aktarılmaktadır. Benzetimin başlangıç durumunda oluşan ekran görüntüsü Şekil 5.25’de görülmektedir (muharebe sahası ve etmenlere ilişkin örnek XML yazılım kodu EK-C’de sunulmuştur.). Buradan da kolaylıkla anlaşılacağı üzere analiz neticesinde bilişsel katman tehlikeli olarak bir arazi kesimi belirlemiştir. Ayrıca, her iki unsurun da arazide muhtemel konuşlanmaları ve etmenlerin üzerinde taşıyacağı teçhizat bildirilmiştir.



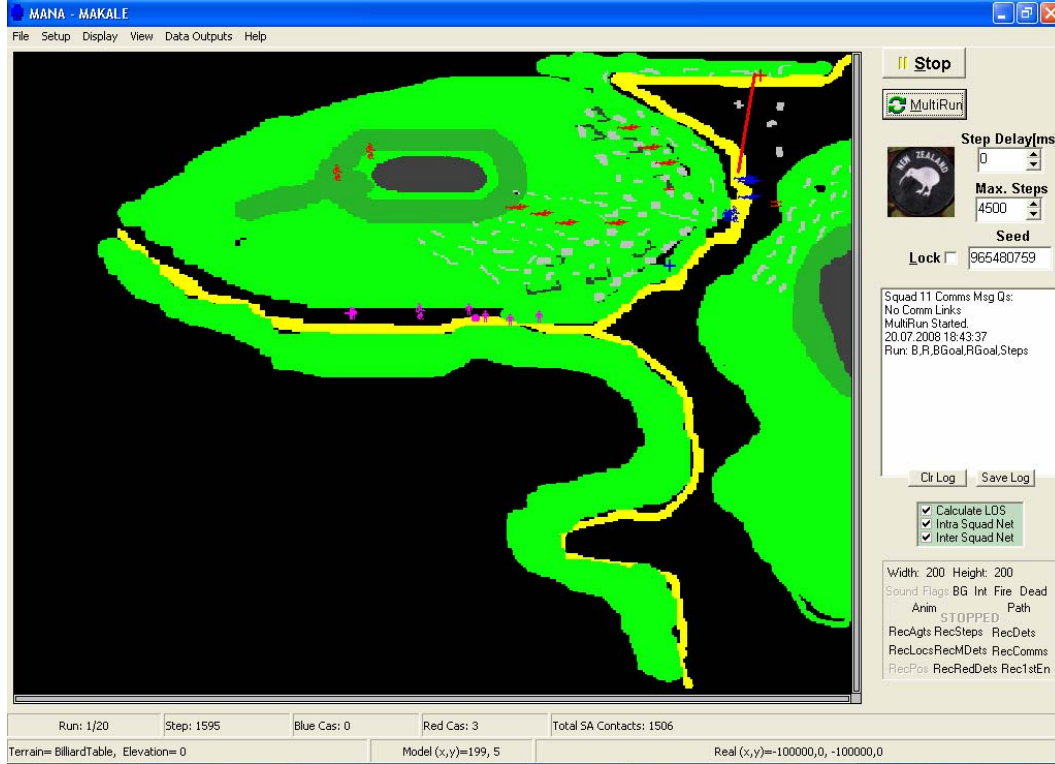
Şekil 5.25. MANA Başlangıç Durumu Ekran Görüntüsü

MANA bunları etmen özellikleri olarak sisteme girdi olarak almaktadır. Aslında her bir parametre harekât modellemesinde gerçekçiliği dolayısı ile de çıktılarının geçerliliğini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda MANA'ya girdi olarak aktarılan parametrelerin bir kısmı Şekil 5.26'de sunulmuştur.



Şekil 5.26. MANA Etmen Parametreleri

Veri girdisi ve benzetim hazırlıklarının tamamlanmasını müteakip benzetim koşturulmaktadır. Koşturma esnasında daha önce açıklanan senaryoya uygun olarak harekât icra eden dost barış gücü birliği, görevini yapmak üzere hedef bölgesine doğru intikal ederken silahlı çatışmaya girmek zorunda kalmaktadır. Birlik planlanan şekilde buna mukabil hareketleri icra etmektedir. Hareketin bir kısmına ilişkin anlık benzetim ekran görüntüsü Şekil 5.27'de görülmektedir.



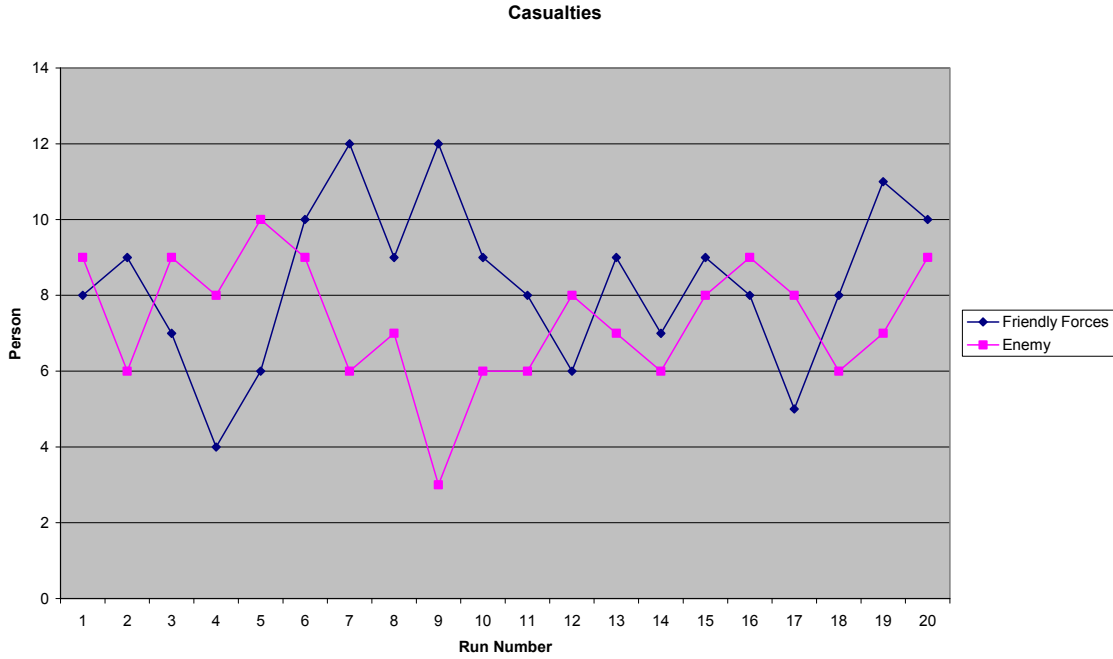
Şekil 5.27. Benzetimin Koşturulması Ekran Görüntüsü

Sonuç olarak benzetim bize mutlak suretle icra edilmesi gereken bu göreve yönelik muhtemel sonuçları sunmaktadır. Bu sonuçlar arasında başlıca öne çıkanları şunlardır:

-Öncelikle bilişsel etmen katmanı tarafından oluşturulan harekât planı zayıat verilebileceğini göstermektedir. Sonuçlar incelendiğinde ortalama mavi zayıatının 8,35 ve standart sapmasının 0,48 olduğunu göstermektedir. Ortalama kırmızı zayıatı ise 7,35 ve standart sapması ise 0,37 olarak tespit edilmiştir. Zayıatlara ilişkin olarak oluşturulan grafik Şekil 5.28’de yer almaktadır.

-Benzetim bize aynı zamanda mavi (Şekil 5.29.) ve kırmızı (Şekil 5.30) birliklerinin zayıatlarını verdikleri bölgeleri/koordinatları göstermektedir.

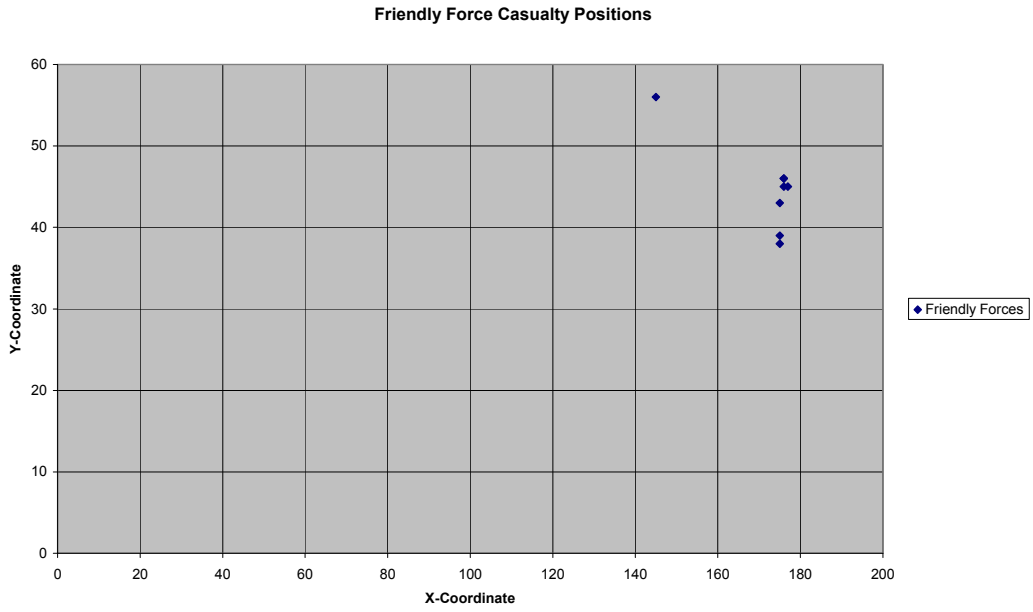
-Diğer taraftan sensörlerin değerlendirilmesi maksadıyla tespit ve teşhis mesafe ve noktalarına ilişkin bilgilerde benzetim neticesinde elde edilen başlıca kritik bilgiler arasında sayılabilir.



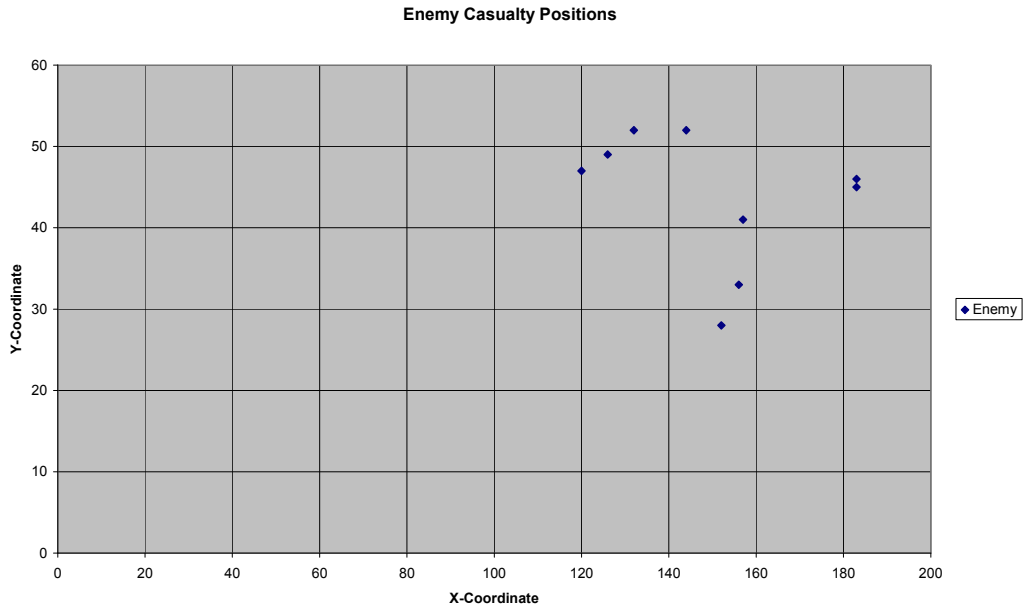
Şekil 5.28. Tarafların Zayıt Miktarları Grafiği

Yukarıda ifade edilen sayısal bilgiler karar vericiye sonuç olarak sunulmaktadır. Ancak salt bu bilgiler nihai kararı vermek için yeterli değildir. Zira bu verilerin yorumlanması ile plana ilişkin bazı sonuçları doğurmaktadır.

Örneğin ilk elde edilen veri olan zayıt miktarı bizi başta taktik olmak üzere arazinin kullanımı konusunda uyarmaktadır. Başka bir ifade ile planın yönün veya intikal yönteminin değiştirilmesi muhtemel farklı sonuçlar ortaya koyabilecektir. Ayrıca, personelin kişisel koruma tedbirlerinin artırılması veya etki derecesi farklı silahlarla teçhiz edilmeleri zayıt oranlarında değişikliğe neden olabilecektir.



Şekil 5.29. Mavi Zaiyat Bölgeleri Grafiği



Şekil 5.30. Kırmızı Zaiyat Bölgeleri Grafiği

Aynı şekilde zaiyat noktalarının analizi ise farklı yaklaşma istikametleri için ipucu sağlayabileceği gibi farklı tespit ve teşhis vasıtalarının kullanılması gerektiği konusunda bir uyarı niteliği taşıyabilir.

Tüm bu etkenler nihai değerlendirmeyi yapacak karar vericiye sunulmaktadır. Kendisi planı uygulama veya tadil etme konusunda son kararı verecektir. Ancak, planın tadil edilmesi mimarının yeniden koşturulması anlamına gelmektedir. Söz konusu koşturma esnasında kısıtların ilk elde edilen sonuçlardan kaynaklı ve sistemin geri beslemesinden dolayı artma ihtimali yüksektir. Yinede sistemin çoklu koşturulması ile daha uygun çözümlerin bulunma olasılığı oldukça yüksektir.

5.8. Sonuç

ACOMSİM örnekte de görülebileceği gibi olgun, karmaşık muharebe ortamının ihtiyaçlarına cevap verebilen, bu bağlamda iki katmanlı çoklu etmen yapısı ile donatılmış askeri harekâtın planlanmasına yönelik bir karar destek mimarisidir. Mimari muharebe sahasına bilişsel süreçlerin yansıtılması bu bakımdan bilgi işlem sistemlerinin zorlamasından çok bilişsel yapının zorlaması doğrultusunda geliştirilmiştir.

Mevcut ve halen kullanılmakta olan benzer yapılara göre daha ayrıntılı bir bilişsel katmana sahip olmasına rağmen işlem hızı açısından her hangi bir kayba neden olmayacak tarzda oluşturulmuştur. Bu bağlamda etmenler karmaşıklıkla mücadele edecek şekilde ilişkilendirilmiş ve veri tabanı desteğinden yararlanılmıştır. Dışsal veri kaynakları ise sistemin sürekli güncel bilgiler ile değerlendirme yapmasına yardımcı olmaktadır.

Doğrulama ve geçerlemesi de başarı ile tamamlanan mimari ile muharebe modellemesine yeni bir bakış getirildiği düşünülmektedir.

BÖLÜM 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Savaşlar ve muharebeler tarih boyunca toplumların bazen mecburi bazen de ihtirasları sebebiyle vazgeçilmez gerçekleri olmuşlardır. Galip gelenin belli bir süre için üstünlük kurduğu bu olgu neticesinde mağlup olan psikolojik sonuçlar bir yana bırakılacak olursa ağır koşullarla yaşamak zorunda bırakılmıştır. Gerçi savaşın her iki taraf için de maliyetleri gerek psikolojik ve sosyolojik açıdan gerekse ekonomik açıdan tarih boyunca olduğu gibi bugünde hep yüksek olmuştur. Ulu önder Mustafa Kemal Atatürk 1923 yılında Adana’da yaptığı bir konuşmada savaşla ilgili düşüncesini “Mutlaka şu veya bu sebepler için milleti savaşa sürüklemek taraftarı değilim. Savaş zorunlu ve hayati olmalıdır. Hakiki düşüncem şudur: Milleti savaşa götürünce vicdan azabı duymamalıyım. Öldüreceğiz diyenlere karşı, "ölmeyeceğiz" diye savaşa girebiliriz. Lakin milletin hayatı tehlikeye girmedikçe, savaş bir cinayettir.” diyerek açıklamıştır.

Bu nedenle de neredeyse tüm ülkelerin silahlı kuvvetleri mevcut muharebe güçlerini muhafaza etmek ve daha da ileriye götürmek maksadıyla harp silah/teçhizatı tedariki ve modernizasyonu, personel eğitimi ile yeni doktrin, taktik ve tekniklerin geliştirmesine yönelik durmaksızın yoğun bir tempo ile çalışmalar yürütmektedir.

Çalışmanın temel hedefi günümüzde asimetrik, değişken ve hızla şekil değiştiren tehditleri içeren muharebe alanında karar vermek zorunda kalacak karar vericiye bilişsel karar teorisi ve çoklu etmen sistemleri yardımıyla sayısal ortamda çalışan ve çok boyutlu veriyi hızla işleyerek mümkün olduğunca optimum sonuçları önerebilecek bir modelleme ve benzetim mimarisi oluşturulması olarak belirlenmiştir.

Muharebenin benzetim vasıtasıyla tahlil edilmesi gerek insanlı harp oyunları gerekse bilgisayar destekli sistemlerle oldukça uzun bir süredir kullanılmaktadır. İnsanlı harp oyunları bu çalışmanın dışında tutulmuştur. Ancak, çalışma kapsamında yapılan incelemede bilgisayar destekli benzetimlerin çoğunun katı ve homojen karar verme modelleri ile çalıştıkları tespit edilmiştir. Şöyle ki, girdi tümüyle aynı verildiğinde sürekli aynı çıktılarına ulaşılmaktadır. Bu ise muharebenin doğasına aykırı bir durum oluşturmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde öncelikle geleneksel karar verme modelleri incelenmiştir. Bu bağlamda, sayısal karar verme yöntemlerinden olan geleneksel karar teorisi ele alınmış, belirlilik, belirsizlik ve risk altında karar vermeye ilişkin literatürde kullanılan modeller incelenmiştir. Müteakiben karar vermenin salt sayısal bir faaliyet olmadığından ve insanlı karar vermede bilişsel süreçlerin iyi karar vermeye örnek oluşturduğundan hareketle Doğal Karar Teorisi, Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modeli incelenmiştir. Çalışmanın kapsamının askerî alandaki karar verme süreci olduğundan ve bunun bilişsel süreçleri içermesi nedeniyle de hemen bilişsel modellerin akabinde Askerî Karar Verme süreci incelenmiştir. Tüm bu incelemelerden sonra ise bilgisayar destekli süreçlerden geleneksel karar destek sistemleri ele alınmıştır. Bu bölümde varılan başlıca sonuç ise yapılacak tasarımda mutlaka bilişsel modellerin, bu bağlamda Tanımlama Yönelimli Karar Verme Modelinin de göz önünde bulundurulmasının gerekliliği oldu.

Üçüncü bölümde Karar Destek Sistemlerinin yetersizliklerini ve gerçek dünya problemleri karşısındaki kısıtlamalarını gidermek için bir çözüm olarak görülmesi mümkün yapay zekâ destekli teknikler bu bağlamda özellikle zeki etmenler incelenmiştir. Bu kapsamda, zeki etmenlerle desteklenecek sistemlerin veya başka bir ifade ile zeki karar destek sistemlerinin karmaşık, çok boyutlu, yoğun veri yığınları işlemek zorunda olan ve hızlı, makul karar vermenin optimum karar vermeye göre daha fazla önem kazandığı durumlarda çok etkili çözümler yarattıkları tespit edilmiştir.

Dördüncü bölümde mevcut çözümlere ilişkin bir literatür taraması yapılmıştır. ELAN, JANUS, CASTFORME, ModSAF ve One SAF gibi çoğu geleneksel bilgisayar destekli benzetim özellikle Lanchester Denklemleri gibi matematiksel modellere dayanmaktadır. Söz konusu modellerin bir sistemin etkinliğini ölçmede başarılı bir şekilde kullanılabilmesi şüphesizdir. Ancak bu modellerde, insan faktörünün tam modellenememesi nedeniyle karar vermeye ilişkin çalışmaların yapılması güçlük arz etmektedir.

Günümüzde muharebenin Karmaşık Uyarlanabilir Sistem olarak çalışmasına yönelik literatürde büyük ölçüde fikir birliği oluşmuştur. Aynı şekilde Karmaşık Uyarlanabilir Sistem olarak algılanan muharebe modellemesinin çoklu etmen sistemler vasıtasıyla etkin olarak yapılabileceği de üzerinde uzlaşılan diğer bir konudur.

Hâlen kullanılmakta olan çoklu etmen mimarileri bilişsel, reaktif ve hibrit çoklu etmen mimarileri olarak belirlenmiştir. Bunlardan her birinin hem faydalı hem de mahzurlu yanları olmasına rağmen mahzurların en aza indirgenebildiği mimarî hibrit mimarî olarak tespit edilmiştir. Konuya ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde muharebenin modellenmesi ve benzetimi için geliştirilen benzetim yazılımlarından bazıları olarak ISAAC, EINSTEIN, MANA, CROCODILE ve BactoWars belirlenmiştir. Bunlardan ISAAC ve EINSTEIN muharebeyi karmaşık uyarlanabilir sistem olarak modelleyen ve bunu muharebe analizinde kullanan ilk sistemler olarak ortaya çıkmışlardır. Bundan sonra geliştirilen tüm sistemler bu yaklaşımı esas alarak ve söz konusu yazılımlarda eksik gördükleri bazı ihtiyaçları gidermek için geliştirilmiştir. Adı geçen modeller düşük çözünürlüklü modeller olmalarına rağmen muharebenin analizindeki değerleri yüksektir. Zira bütün modeller zaten belli bir oranda gerçek sistemin soyutlanmış halleridir. Bu bağlamda, modellere amaca doğrudan hizmet etmeyen gereksiz detaylar eklemek muharebe analizinde ilave bir yetenek doğurmaktan ziyade karmaşıklığın artmasına ve modelleme güçlüklerine sebep olmaktadır. Benzer şekilde doğrulama modelin en ince ayrıntısı ile sistemi tasvirinden çok onun istene amaca uygun olarak sistemi tasvir edip etmediği ile

ilgilenmektedir. Sonuç olarak yapılan inceleme neticesinde etmen tabanlı muharebe modelleme yaklaşımının gerçek muharebe alanındaki davranışları temsil etmede diğer yaklaşımlardan çok daha gerçekçi ve başarılı olduğu ortaya konmuştur.

Bir kısmı yukarıda da zikredilen mevcut etmen tabanlı modelleme ve benzetim sistemleri reaktif etmen mimarilerine dayanmaktadır. Bunun ise başlıca sakıncası “muharebede hangi sistemler arası etkileşim kilit rol oynadı?”, “muharebenin çeşitli boyutlarını temsil eden unsurlar arasındaki hangi davranışlar tüm muharebenin gidişatında etkili oldu?”, “tüm muharebenin benzetimindeki davranışları hangi kararlar tarafından ne şekilde etkilendi?” gibi sorulara yanıt bulmada reaktif etmen mimarileri ile yapılandırılmış modelleme ve benzetim sistemlerinin yetersiz kalmalarıdır.

Tüm bu eksiklikleri ortadan kaldırıp gerçek muharebe ortamında karar desteği sunabilecek yeni ve mevcut olanlardan üstün ACOMSIM mimarisi bu çalışma kapsamında geliştirilmiştir. ACOMSIM geleceğin asimetrik muharebe ortamında gerçek zamanlı veya gerçek zaman yakın karar desteği sağlayabilecek esneklikte, mevcut modellerin üstünlüklerini içinde barındıran, ancak, onların zayıf yönlerine çözüm üreten bir mimaridir.

ACOMSİM, muharebe sahasındaki tecrübeli karar vericinin uyguladığı bilişsel süreçler ve askeri karar verme mekanizmasına uygun yapay zekâ tekniklerinden etmen tabanlı bir mimari kullanan ve etmenleri hibrit mimari yapısı sayesinde en optimum şekilde yapılandıran bir mimaridir. Bu bağlamda karar vericinin zihinsel süreçleri bilişsel etmenlerle, muharebe aktörlerinin davranışları ise reaktif etmen yapısı ile geliştirilmiş, MANA benzetimi ile modellenmiştir. Modelleme gerçeğe uygun veri akışını sağlamak amacıyla gerçek zamanlı veriler ile desteklenen veri tabaları ile güçlendirilmiştir. Söz konusu yapı başka bir açıdan ele alınacak olursa hem üst seviyede yani operatif seviyede bir bakışı içinde bulundururken aynı zamanda taktik seviyede de karar desteği sunma yeteneğine sahiptir.

Gerçek muharebe koşullarında uykusuzluk, gürültü ve ölüm tehlikesi gibi etkilere maruz kalan karar vericilerin yorgunluk ile stresin yıpratıcılığı nedeniyle karar verme kabiliyetlerinin zayıflaması, bu nedenle de hatırlama, seçme, değerlendirme, düşünme ile problem çözme gibi yeteneklerinin olumsuz etkilenmesi söz konusu olabilir. ACOMSIM mimarisi ile desteklenmiş bir sistem ise tüm bu olumsuzluklara rağmen en uygun karar önerisini karar vericiye sunma becerine sahip olacaktır. Bir diğer üstünlük ise önerilen karar ile yapılacak benzetim ile kararın zayıf ve güçlü yönlerinin ortaya konması ve karar vericiye zamanında değişiklik yapma ve öngörme yeteneğinin sağlanmasıdır. Tüm bu açılardan bakıldığında çalışma kapsamında geliştirilen ACOMSIM mimarisi mevcut muharebe modelleme sistemleri arasında gerçek muharebe koşullarında bile karar desteği üretebilen tek mimari olma özelliğini taşımaktadır.

Müteakip çalışmalarda mimarinin stratejik seviyede de karar verebilmesi için gereken alt bilişsel etmenler ile buna uygun veri tabanları ile güçlendirilmesi durumunda muharebe sahasının hatta harp alanının tüm boyutlarını entegre şekilde görebilen bir mimarinin ortaya konması sağlanabilecektir. Ayrıca, reaktif katmanda kullanılan etmen sistemlerinde bulunan ve geliştirilmeye ihtiyaç duyulan bazı hususlarda vardır. Bu bağlamda etmen hareketlerinde kullanılan konumlara ilişkin ağırlık atamalı modellerin bazı uç durumlarda karmaşıklığa neden olabileceği bu nedenle de burada kullanılan algoritmaların risk, hedef ve öz amaçları entegre edecek şekilde yeniden yapılandırılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca, reaktif katmanda bulunan lojistik modellerin geliştirilmesi gerekmektedir. Zira ACOMSIM buradaki açığı bilişsel katmanda örtmeye çalışsa da reaktif katmanda yapılacak bir iyileştirme bilişsel katmanın yükünü azaltacağından sistem kaynakları üzerindeki yük de bu oranda hafifleyecektir.

Sonuç olarak çalışma kapsamında geliştirilen ACOMSIM çoklu etmen tabanlı karar destek mimarileri arasında birçok açıdan yenilik getiren bir mimaridir. Bu bağlamda yapılacak müteakip çalışmalarda bir temel olarak alınması ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] MOORE, S., Joint Warfighting Center Command Briefing. Presented to Congressional Staff Members, June 1999.
- [2] PEW, R. W., MAVOR A. S., Modeling Human and Organizational Behavior: Application to Military Simulations. National Academy Press, Washington D. C., 1998.
- [3] http://akademik.maltepe.edu.tr/~engin_oguzay/Sistem/DersNotlar%fd_B%f6l%fcm4.doc (Erişim Tarihi 01 Eylül 2008)
- [4] TAHA, H., Yöneylem Araştırması, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2000.
- [5] HALAÇ, O., Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması), Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2001.
- [6] BEACH, L. R., LIPSHITZ. R., Why Classical Decision Theory is an Inappropriate Standard for Evaluating and Aiding Most Human Decision Making. In Klein, G., J. Orasanu, R. Calderwood, and C. E. Zsombok, editors, Decision Making in Action: Models and Methods. Ablex Publishing Corporation, Norwood, pp 21-35 New Jersey, 1993.
- [7] von NEUMANN, J., MORGENSTERN, O., Theory of Games and Economic Behavior. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1953.
- [8] CLEMEN, R. T., Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis. Duxbury Press, Pacific Grove, CA, 1996.
- [9] LEHTO, M. R., Decision Making,. In Handbook of Human Factors and Ergonomics. pp 1201-1248, John Wiley and Sons, Inc, New York, 1997.
- [10] KEENEY, R. L., RAIFFA. H., Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley and Sons, Inc, New York, 1976.
- [11] KAHNEMAN, D., Tversky, A.. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. Econometrica, 47(2):263-291, 1979.
- [12] KLEIN, G., Sources of Power: How People Make Decisions. The MIT Press, Cambridge, MA, 1998.

- [13] TVERSKY, A., KAHNEMAN D., Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185:1124-1131, 1974.
- [14] KLEIN, G., Strategies of Decision Making. *Military Review*, 69(5):56-64. 1989.
- [15] KLEIN, G., A Recognition-Primed Decision (RPD) Model of Rapid Decision Making. In Klein, G., J. Orasanu, R. Calderwood, and C. E. Zsombok, editors, *Decision Making in Action: Models and Methods*. Ablex Publishing Corporation, pp 138-147. Norwood, NJ, 1993.
- [16] PASCUAL, R., HENDERSON. S., Evidence of Naturalistic Decision Making in Military Command and Control. In Zsombok, C. E. and G. Klein, editors, *Naturalistic Decision Making*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, pp 217-226, NJ, 1997.
- [17] SIMON, H. A., *Models of man: social and rational mathematical essays on rational human behavior in a social setting*. John Wiley and Sons, Inc, New York, 1957.
- [18] SIMON, H. A., *The Sciences of the Artificial*. John Wiley and Sons, Inc, New York, 1981.
- [19] ORASANU, J., CONNOLLY T., The Reinvention of Decision Making. In *Decision Making in Action: Models and Methods*. Ablex Publishing Corporation, pp 3-20, Norwood, NJ, 1993.
- [20] ZSAMBOK, C. E., Naturalistic Decision Making: Where are We now? In Zsombok, C. E. and G. Klein, editors, *Naturalistic Decision Making*, pp 3-16. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, NJ, 1997.
- [21] ENDSLEY, M. R., The Role of Situational Awareness in Naturalistic Decision Making. In *Naturalistic Decision Making*, pp 269-284, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, NJ, 1997.
- [22] RANDEL, J. M., PUGH., H.L., Differences in Expert and Novice Situation Awareness in Naturalistic Decision Making. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45:579-597, 1996.
- [23] KURZWEIL, R., *The Age of Spiritual Machines*. Penguin Books, New York, NY, 1999.
- [24] ZHANG, W., FORD, Jr. R. W, Situation Awareness and Assessment - An Integrated Approach and Applications. In *Proceedings of the Ninth Conference on Computer Generated Forces and Behavioral Representation*, pp 365-376, May 16-18 Orlando, FL, 2000.
- [25] BRUNSWICK, E., Representative Design and Probabilistic Theory In a Functional Psychology. *Psychological Review*, 62:193-217, 1955.

- [26] BREHMER, B., HAGAFORS R., Use of Experts in Complex Decision Making: A Paradigm for the Study of Staff Work. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 38:181-195, 1986
- [27] HOLLENBECK, J. R., D. R. ILGEN, D. J. SEGO, J. HEDLUND, D. A. Major, and J. Phillips. Multilevel Theory of Team Decision Making: Decision Performance in Teams Incorporating Distributed Expertise. *Journal of Applied Psychology*, 80(2):292-316, 1995.
- [28] Joint Staff. Joint Pub 3-0: Doctrine for Joint Operations. Government Printing Office, Washington D. C., 1995.
- [29] Joint Staff.. Joint Pub 5-0: Doctrine for Planning Joint Operations. Government Printing Office, Washington D. C., 1995
- [30] BOYD, J. R. A Discourse on Winning and Losing. Tech Report MU 43947, Air University Library, 1987.
- [31] Joint Staff. Joint Pub 3-13.1: Joint Doctrine for Command and Control Warfare (C2W). Government Printing Office, Washington D. C., 1996.
- [32] DRILLINGS, M., SERFATY, D., Naturalistic Decision Making in Command and Control, *Naturalistic Decision Making*, pp 71-80.. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, NJ, 1997.
- [33] KAEMPF, G. L., G. KLEIN, M. L. THORSDEN, and S. WOLFE, Decision Making in Complex Naval Command-and-Control Environments. *Human Factors*, 38(2):220–231, 1996.
- [34] SERFATY, D., MACMILLAN J., ENTON E., The Decision-Making Expertise of Battle Commanders, *Naturalistic Decision Making*, pp 233-246, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, NJ, 1997.
- [35] GORRY, G.M., SCOTT-MORTON, M.S., A Framework for Management Information Sytems, *Sloan Management Review*, Fall 1971.
- [36] LITTLE, J.D.C., Models and Managers: The Concept of Decision Calculus, *Management Science*, Vol.16, No.8, 1970.
- [37] ALTER, S.L., *Decision Support Systems: Current Practices and Continuing Challenges*. Reading MA: Adisson Wesley, 1980.
- [38] MOORE, J.H., CJANG, M.G. Design of Decision Support Systems , *Data Base*, Vol.12,Nos.1 ve 2 , 1980.
- [39] BONCZEK, R.H., HOLSAPPLE, C.W., WHINSTON, A.B., The Evolving Roles of Models in Decision support Systems, *Decision Science* Vol. 11, No.2, 1980.

- [40] KEEN, P.G., Adaptive Design for Decision Support Systems, Database, Vol.12, No 1 ve 2, 1980.
- [41] TURBAN, E. , Decision Support Systems and Expert Systems, Prentice-Hall International, New Jersey, 1995.
- [42] MATEŠKI, M., Toward a red teaming taxonomy, 2.0, Red Team Journal,2004.
- [43] SANDOZ, J.F., Red Teaming: A means to military transformation. IDA Paper P-3580, Institute for Defense Analyses, 2001.
- [44] DOD, Defence Science Board Task Force On The Role and Status of DoD red teaming activities, Technical Report, Office of the Under Secretary of Defence For Acquisition, Technology and Logistics Washington D.C, 2003.
- [45] SAĞIROĞLU, Ş., BEŞDOK E., ERLER M., Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-I Yapay Sinir Ağları, Ufuk Yayıncılık, Kayseri, 2003.
- [46] GILL, A, Introduction To The Theory Of Finite-State Machines. McGraw-Hill, New York, 1962.
- [47] CALDERR, B., COURTEMANCHE, A. J., MAR, A. M. F, CERANOWICZ, A. Z., ModSAF Behavior Simulation and Control. In Proceedings of the Third Conference on Computer Generated Forces and Behavioral Representation, March 17-19, Orlando, FL, sayfa 347-356, 1993
- [48] DOWNES-MARTIN, S., A Survey of Human Behavior Representation Activities for Distributed Interactive Simulations: Final Report. 1995., http://www.msiac.dmsi.mil/hobm_documents/!FINALE.WRD.doc.
- [49] ÖZTEMEL, E., Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2003.
- [50] RUSSELL, S., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice-Hall International, New Jersey, 1995.
- [51] GALLANT, S. I., Neural Network Learning and Expert Systems. The MIT Press, Cambridge, MA, 1995.
- [52] LAIRD, J., NEWELL, E. A., ROSENBLUM P. S., SOAR: Architecture for General Intelligence. Artificial Intelligence, 33: sayfa 1-64, 1987.
- [53] JONES, R., LAIRD, J., NEILSON, P. E., COULTER, K.J., KENNY, P., KOSS, F.V., Automated Intelligent Pilots for Combat Flight Simulations. AI Magazine,20(1):27.

- [54] KOLODNER, J. L., Improving Human Decision Making through Case-Based Decision Aiding. *AI Magazine*, 12(2):52-68,1991.
- [55] KOLODNER, J. L., Case-based reasoning. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1993
- [56] ARDITI D., TOKDEMİR, O. B., Comparison of Case-Based Reasoning and Artificial Neural Networks. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 13(3):162–169, 1999.
- [57] BAYKAL, N., BEYAN, T., Bulanık Mantık: Uzman Sistemler ve Denetleyiciler, Bıçaklar Kitapevi, Ankara, 2004.
- [58] MITCHELL, T. M., Machine Learning. McGraw-Hill, Boston, MA, 1997.
- [59] LIANG Y., ROBICHAUD F., FUGERE B. J., ACKLES K. N., Implementing a Naturalistic Command Agent Design. In *Proceedings of the Tenth Conference on Computer Generated Forces*, May 15-17, Norfolk, VA, sayfa 379-386, 2001.
- [60] ROBICHAUD, F., Implementing a Naturalistic Command Agent Design, *Workshop on Computerized Representation of RPD*, Boulder, CO, 23 October 2001.
- [61] GEORGE G. R., Cardullo F., Application of Neuro-Fuzzy Systems to Behavioral Representation in Computer Generated Forces, *Proceedings of the Eighth Conference on Computer Generated Forces and Behavioral Representation*, 11-13 May 1999, Orlando, FL, pp 575- 585.
- [62] HEWITT, C., Viewing control structures as patterns of passing messages. *Artificial Intelligence*, 8(3), 323–364, 1977.
- [63] GUILFOYE, C., Vendors of agent technology. UNICOM Seminar on Intelligent Agents and their Business Applications, 8-9 November, London sayfa 135-145, 1995.
- [64] JENNINGS, N., WOOLDRIDGE, M., *Agent Technology: Foundations, Applications and Markets*, Springer Verlag, Berlin, 1998
- [65] WOOLDRIDGE, M., Agent based software engineering. *IEE Proceedings on Software Engineering*, 144 (1) 26–37, 1997.
- [66] FERBER, J., *Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Intelligence*, Edinburgh, Addison-Wesley, 1999.
- [67] BROOKS, R.A., A robust layered control system for a mobile robot. *IEEE Journal Robotics and Automation*, 2 (1), 14–23, 1986.

- [68] AGRE, P.E. CHAPMAN, D., Pengi: An Implementation of the Theory of Activity. Proceedings of the Sixth National Conference on Artificial Intelligence, San Mateo, Canada, 268–272, Morgan Kaufman, 1987.
- [69] FERBER, J., Simulating with reactive agents . E.Hillebrand, J.Stender (Eds.) Many Agent Simulation and Artificial Life, 8-28. IOS Press, Amsterdam, 1994.
- [70] WOOLDRIDGE, M., JENNINGS, N., Intelligent Agents : Theory and Practice. The Knowledge engineering Review, 10(2), 115–152, 1995.
- [71] BATES, J., The role of emotion in believable characters. Communication of the ACM, 37 (7), 122–125, 1994.
- [72] RAO, A.S., GEORGEFF, M.P., BDI agents: from theory to practice. Proceedings First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS–95) , San Francisco, CA, June, 312–319, 1995.
- [73] JENNINGS, N.R., Specification and implementation of belief desire joint-intention architecture for collaborative problem solving. Journal of Intelligent and Cooperative Information Systems, 2 (3), 289–318, 1993.
- [74] BOND, A.H., GASSER, L., An Analysis of Problems and Research in Distributed Artificial Intelligence. In Readings in Distributed Intelligence, A.H. Bond and L. Gasser (Ed.), Morgan Kaufman, 1988.
- [75] DEMAZEAU, Y., MÜLLER J.P., Decentralized A.I 2, Elsevier. N.Holland, 1991.
- [76] CHAIB-DRAA, B., MOULIN, M., Mandiau R., Millot P., Trends in Distributed Artificial Intelligence, Artificial Intelligence Review, 6, sayfa 35-66.
- [77] WOOLDRIDGE, M.J., JENNINGS, N.R.: Intelligent Agents: Theory And Practice. Knowledge Engineering Review, 10, 115–152, 1995.
- [78] Nwana, H.S., Software Agents: An Overview. Knowledge Engineering Review 11 (3), 205-244, 1996.
- [79] WOOLDRIDGE, M.J., Intelligent agents, In Multi-Agent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, sayfa 3-44, MIT Press, 1999.
- [80] D'INVERNO, M., KINNY, D., LUCK, M., WOOLDRIDGE, M.J., A Formal Specification of Dmars. In Intelligent Agents IV: proceedings of Forth International Workshop on agent Theories, Architecture and Languages LNAI 1365, sayfa 155-176, Springer Verlag, 1997.
- [81] SYCARA, K.P., Multiagent Systems. AI Magazine 19 (2), 79–92, 1998.

- [82] BRYSON, J., Cross-Paradigm Analysis Of Autonomous Agent Architecture. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 12, 165–189, 2000,
- [83] DENEUBOURG, J.L, GROSS, S., SENDOVA-FRANKS, A., Detrain C., Chretien L., “The Dynamics of Collective Sorting Robot-Like Ants and Ant-like Robots”; *From Animals to Animats*, sayfa 356-363, MIT Press, 1991
- [84] STEELS, L., Cooperation Between Distributed Agents Through Self Organization. In *Decentralized AI*, Elsevier, N.Holland,1989.
- [85] FERBER, J., DROGOUL, A., Using Reactive Multi-Agent Systems in Simulation and Problem-Solving, In *Distributed Artificial Intelligence: Theory and Practice*, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [86] GEORGEFF, M.P., LANSKY, A.L., Reactive Reasoning And Planning. In *Proceedings of Sixth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-87)*, Seattle, WA, sayfa 677-682, 1987.
- [87] REYNOLDAS, C.W., Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model. *Computer Graphics* 21 (4), 25.34, 1987.
- [88] BONASSO, R.P., FIRBY, R.J., GAT, E., KORTENKAMP, D., MILLER, D.P., SLACK, M.G., Experiences With An Architecture for Intelligent, Reactive Agents, *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence* 9 (2), 237-256, 1997.
- [89] CHAPMAN D., Planning for Conjunctive Goals, *Artificial Intelligence* 32 (3), 1987.
- [90] PNUELI, A., Specification and development of reactive systems. In: *Information Processing 86*, Elsevier/North Holland, 1986.
- [91] BOND A.H., GASSER L., *Readings in Distributed Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann, 1988.
- [92] NEGROPONTE, N., *Being Digital*. Hodder and Stoughton,1995.
- [93] HUANG, J., JENNINGS, N.R., Fox J., An Agent Based Approach to Health Care Management, *International Journal of Applied Artificial Intelligence*, 9 (4),401-420, 1995.
- [94] GENESERETH, M.R., KETCHPEL, S.P., *Software Agents*, *Communications of the ACM*, 37(7), 48-53, 1994.
- [95] MAES, P., Modelling Adaptive Autonomous Agents, *Artificial Life*, Volume1, No.1, 135-162, 1994.

- [96] KARRAY, F., DE SILVA C., Soft Computing and Intelligent Systems Design, Addison Wesley, Harlow-England, 2004.
- [97] TURBAN, E., ARONSON, J., Decision Support Systems and Intelligent Systems, A .Simon and Schuster Company, New Jersey, 1998.
- [98] BROWN C. O'LEARY D., Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems, 1995. <http://accounting.rutgers.edu/raw/aies>, erişim tarihi 15 Mayıs 2007.
- [99] ALBUS, J., MEYSTEEL, A., Engineering of Mind, John Wiley and Sons, New York, 2001.
- [100] POHL, J., Intelligent Software Systems in Historical Context, Intelligent Decision Support Systems in Agent Mediated Environments, IOS Press, 2005.
- [101] FORIGONNE, G., MORA, M., CERVANTES, F., GELMAN, O., I-DMSS: A Conceptual Architecture for the Next Generation Of Decision Support Systems in the Internet Age, Decision-making and Decision Support in the Internet Age, Proceedings of the DSIage2002, Cork, Ireland, Sayfa 154-165, 4-7 July 2002.
- [102] GUPTA, J., FORIGONNE, G., Mora M., Intelligent Decision-making Support Systems, Springer Verlag, London,2006.
- [103] PHILLIPS-WREN G., ICHALKARANJE N., LAKHMI C., Intelligent Decision Making: An AI-Based Approach, Sringer Verlag, Berlin, 2008.
- [104] HARTMAN, J., PARRY, S., CALDWELL, W., High Resolution Combat Modeling, 1992.
- [105] YILMAZ T., Muharebe Simülasyonları ve Modelleme Teknikleri, Kara Harp Okulu, Ankara, 2007.
- [106] YANG A., A Networked Multi-Agent Combat Model: Emergence Explained, Unpublished Ph.D. Dissertation, 2006.
- [107] MATESKI, M., Toward a Red Teaming Taxonomy, Red Team Journal, 2004.
- [108] DOD, Defense Science Board Task Force On The Role And Status of DoD Red Teaming Activities, Technical Report, Washington D.C., 2003.
- [109] SANDOZ, J., Red Teaming: A Means To Military Transformation, IDA Paper P-3580, Institute for Defense Analyses, 2001.
- [110] DOLANSKY, L., Present State of The Lanchester Theory of Combat, Operations Research 12(29), 344-258, 1964.

- [111] LEPINGWELL, J.W., The Laws of Combat? Lanchester Reexamined, *International Security* 12 (1),89-134,1978.
- [112] CHEN, P.S., CHU P., Applying Lanchester Linear Law To Model The Ardennes Campain. *Naval Resaearch Logistics* 48 (8), 653-661, 2001.
- [113] SHELDON, B., Comparing The Results of a Nonlinear Agent-Based Model to Lanchester Linear Model, *ManeuverWarfare Science*, 2002
- [114] LUCAS, T., TÜRKEŞ, T., Fitting Lanchester Equations To The Battle Of Kursk and Arennes, *Naval Rearch Logistics* 51 (1),95-116, 2003.
- [115] LANCHESTER F.W., *Aircraft in Warfare, the Dawn of The Fourth Arm*, London, Constable, 1916.
- [116] BATTLEGA, J.A., GRAUGE, J.K., *The Military Applications of Modeling*, Wright-Patterson AFB, 1984.
- [117] HARTLEY, D.S., *A Mathematical Model of Attrition DATA*, Warfare Modeling, John Wiley and Sons, 1995
- [118] FRICKER, R.D., Attrition Models of The Ardennes Campaign, *Naval Research Logistics* 45 (1) 1-22, 1998
- [119] CERANOWICZ, A., Modular Semi-automated Forces, *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference-Florida*, ACM POress, 1994.
- [120] CALDWELL, W.J., WOOD, R., Junk-Janus Fast Movers, *Proceedings of The 1995 Winter Simulation Conference*, sayfa 1237-1243, New York, 1995
- [121] SAWYERS, W.A., Marine Corps Analytic Modeling and Simulation, *Proceedings of the 1998 Winter simulation Conference*, Washington D.C., sayfa 855-858.
- [122] WITTMAN, R.L., HARRISO , C.T., Onesaf: A Product Line Approach To Simulation Development, *Proceedings of the European Simulation Interoperability Workshop*, Harrow, 2001.
- [123] FIELDS M., Representing Ground Robotic Systems in Battlefield simulations, *Proceedings of the 2002 Per MIS Workshop*, Gaithersburg, 2002.
- [124] MSRR, Combined arms and support task force evaluation model, http://www.msrr.army.mil/index.cfm?RID=MNS_A_1000185, Erişim Tarihi 22 Mart 2008.
- [125] ILACHINSKI A., *Artificial War: Multiagent-Based Simulation of Combat*, World Scientific Publishing Company, Singapore, 2004

- [126] CACI, Joint Warfare System, <http://www.caci.com/business/systems/simulation/jwars.shtml>, Erişim tarihi 05.07.2008
- [127] CACI, Joint Modelin and Simulation System, <http://www.caci.com/business/systems/simulation/jmass.shtml>, Erişim tarihi 05.07.2008
- [128] MAES P., The Agent network Architecture, SIGART Bulletin 2 (49, 115-120, 1991.
- [129] KAELBING, L.P., A Situated-AutomataApproachto the Design of Embedded Agents, SIGART Bulletin 2 (49.85-88, 1991.
- [130] MINAR, N.R., BURKHART, C., Langton C., Askenaz M., The Swarm Simulation System: A Toolkit For Building Multi-Agent Simulation, Santa Fe, 1996.
- [131] COLLIER, N., HOWE, T., NORTH, M., Onward and upward: The transition to repast 2.0, First Annual North American Association for Computational Social and Organizational Science Conference, Pittsburg, 2003.
- [132] NORTH M., COLLIER N.T., VOS J.R., Experiences creating three implementations of the repast agent modeling toolkit, ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation 16 (1), 1-25, 2006.
- [133] KOTA, R., Survey report on JACK: A framework tool for building multi-agent software systems for CMIF Projects, Bufalo New jersey, 2002.
- [134] JACK Agent Manual, Agent Oriented Software Pty.Ltd, Australia, 2005.
- [135] DIAS, The Dynamic Information Architecture System: A high level architecture for modeling and simulation. White Paper, Advanced Computer Application Center, Argonne National Laboratory, 1995.
- [136] CAMPBELL, A.P., HUMMERL, J.R., The Dynamic Informayion Architecture System: An advanced simulation framework for military and civilian applications, [http:// www.Dis.anl.gov/DIAS/paper/SCS/SCS.html](http://www.Dis.anl.gov/DIAS/paper/SCS/SCS.html), erişim tarihi 15 Şubat 2007.
- [137] INCHIOSA, M.E., PARKER, M.T., Overcoming design and development challenges in agent based modeling using ASCAPE, Proceedings National Academy of Sciences, Volume 99 (39 sayfa 7304-7308, 2002.

- [138] WILESNSKY, U., STROUP, W., Learning through participatory simulations: Network-based design for systems learning in classrooms, Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning Conference, Stanford University, sayfa 667-676, 1999.
- [139] TISUE, S., WILESNSKY, U., NetLogo: A simple environment for modeling complexity, Proceedings of the International Conference on Complex Systems, Boston, 2004.
- [140] LUKE S., CIOFFI-REVILLA, C., PANAIT L. SULLIVAN K., MASON: A new multi-agent simulation toolkit , Proceedings of the 2004 SwarmFest Workshop, 2004.
- [141] BEYERCHEN, A., Clausewitz, nonlinearity and the unpredictability of war, International Security 17 (3)59-90, 1992.
- [142] BECKERMAN L., The non-linear dynamics of war, http://www.belisarius.com/modern_business_strategy/beckerman/non_linear.htm, erişim tarihi Nisan 2008.
- [143] ILACHINSKI, A., Irreducible semi-autonomous adaptive combat (ISAAC): An artificial life approach to land combat, Military Operations Research 5 (3) 29-46, 2000.
- [144] ILACHINSKI, A., Irreducible semi-autonomous adaptive combat (ISAAC): An artificial life approach to land combat, Center for Naval Analyses, 1997.
- [145] BAR-YAM, Y., A mathematical theory of strong emergence using multiscale variety, Complexity 9 (6), sayfa 15-24, 2004.
- [146] HOLLAND, J.H., Emergence: From Chaos to Order, Addison Wesley Publishing Company, Boston, 1998.
- [147] BAR-YAM, Y., Dynamics of Complex Systems, Westview Press, 2003.
- [148] DE WOLF T., HOLVOET T., Emergence versus self-organization: different concepts but promising when combined, Self Organizing System: Methodologies and Applications, Volume 3464 of Lecture Notes in Computer Science (LNCS) sayfa 1-15, Springer Verlag, 2005.
- [149] LAUREN, M.K., Modeling combat using fractals and statistics of scaling systems, Military Operations Research 5 (3), 47-58, 2000.
- [150] ILACHINSKI, A., Enhanced ISAAC Neural Simulation Toolkit (EINStein), An Artificial-Life Laboratory for Exploring Self – Organized Emergence in Land Combat, Center for Naval Analyses, 1999.

- [151] ILACHINSKI, A., Exploring self-organized emergence in an agent-based synthetic warfare lab, *The International Journal Of Systems And Cybernetics* 32 (1-2), 36-76, 2003.
- [152] LAUREN, M.K., STEPHAN, R.T., MANA: Map aware non-uniform automata, A new Zealand Approach to Scenario Modelling, *journal of Battlefield Technology* 5 (1),27-31, 2002.
- [153] GALLIGAN D., LAUREN, M., Operational aspects of imaging radar systems in maritime reconnaissance aircraft, *Journal of Battlefield Technology* 6(3), 29-32, 2003.
- [154] BARLOW, M., JBOTS, CROCODILE&TDSS:3 conflict driven multi-agent systems for education, experimentation and decision support, *The Australian Conference on Artificial LIFE ACAL 2003*, sayfa 1-12.
- [155] BALOW, M., EASTON, A., CROCODILE-an open, extensible agent-based distillation engine, *Information & Security*8 (1), sayfa 17-51, 2002.
- [156] WHITE, G., The mathematical agent-a complex adaptive system representation in bactowars, *First Workshop on Complex adaptive Systems for Defence*, Adalaide-Australia, 2004.
- [157] LACY, L. W. et al., “Developing a Consensus Perspective on Conceptual Models for Simulation Systems”, *Proceedings of the Spring 2001 Simulation Interoperability Workshop*, Orlando, FL, March 26-30, 2001
- [158] SARGENT, R. G., “An Overview of Verification and Validation of Simulation Models”, *Proceedings of the 1987 Winter Simulation Conference*, 1987
- [159] DAVIS, P. K., “Generalizing Concepts and Methods of Verification, Validation and Accreditation (VV&A) for Military Simulations”, Paper R-4249-ACQ, RAND, Santa Monica, CA, 1992
- [160] PACE, D. K., “Conceptual Model Descriptions”, Paper 99S-SIW-025, *Proceedings of the Simulation Interoperability Workshop*, Spring 1999.
- [161] SCHMULLER, Joseph, *Sams Teach yourself UML in 24 Hours*, Sams Publishing,USA,2004.
- [162] CAUGHLIN, D. An Integrated Approach To Verification, Validation, and Accreditation Of Models And Simulation. In Joines, J.A., Barton, R.R., Kang, K., Fishwick, P.A., eds.: *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, Orlando, FL, USA; 2000, 872–881.

- [163] BALCI, O. Validation, Verification, and Testing Techniques Throughout The Life Cycle of A Simulation Study. In Tew, J.D., Manivannan, S., Sadowski, D.A., Seila, A.F., eds.: Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, Lake Buena Vista, FL, USA; 1994, 215–220.
- [164] SARGENT, R.G. Validation and Verification of Simulation Models. In Farrington, P.A., Nembhard, H.B., Sturrock, D.T., Evans, G.W., eds.: Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, Phoenix, AZ, USA; 1999, 39–48.
- [165] COYLEA, G., EXELBY, D. The Validation of Commercial System Dynamics Models. System Dynamics Review; 2000, 16, 27–41.
- [166] WALTON, G.H., PATTON, R.M., PARSONS, D.J. Usage Testing of Military Simulation Systems. In Peters, B.A., Smith, J.S., Medeiros, D.J., Rohrer, M.W., eds.: Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, Arlington, VA, USA; 2001 771–779.

EK-A Karar Destek Sistemleri Yetenek Seviyeleri Çizelgeleri

Tablo A.1. Kullanıcı Ara Yüzü Yetenek Seviyeleri

Kullanıcı Ara Yüzü Yetenek Seviyesi	Yeteneğin Tanımlaması
I	Karar Destek Sistemine erişim yapısal komutlar ve/veya menülerle sağlanabilmekte, sunum metin tabanlı olup dinamik olmayan, bu bağlamda hareketli grafik içermeyen yapıdadır.
II	Karar Destek Sistemine erişim yapısal komutlar ve/veya menülerle sağlanabilmekte, sunum hypertext, görsel (multimedya) grafik, ses, animasyon ve video vasıtası ile veya dinamik grafikler ile benzetim tabanlı çıktılar vasıtasıyla sağlanmaktadır.
III	Karar Destek Sistemine doğal dil ile erişimi olanaklı kılmakta ve sanal gerçekliğe dayalı sunum yapabilmektedir.

Tablo A.2. Veri ve Bilgi Gösterimini Yetenek Seviyeler

Veri ve Bilgi Gösterimi Yetenek Seviyesi	Yeteneğin Tanımlaması
I	Karar Destek Sistemi veri/bilgi gösterimi için, basit dosya yapıları, basit veri yapıları ve/veya tek boyutlu veri tabanı şemaları kullanmaktadır.
II	Karar Destek Sistemi veri/bilgi gösterimi için, karmaşık ve iyi yapılandırılmış veri yapıları ve/veya çok boyutlu veri tabanı şemaları kullanmaktadır.
III	Karar Destek Sistemi yapılandırılmış veri, bilgi ve tahmin modelleri benzetim modelleri, istatistiksel modeller gibi sayısal modellerdeki işlenmiş bilgiye erişebilmektedir.

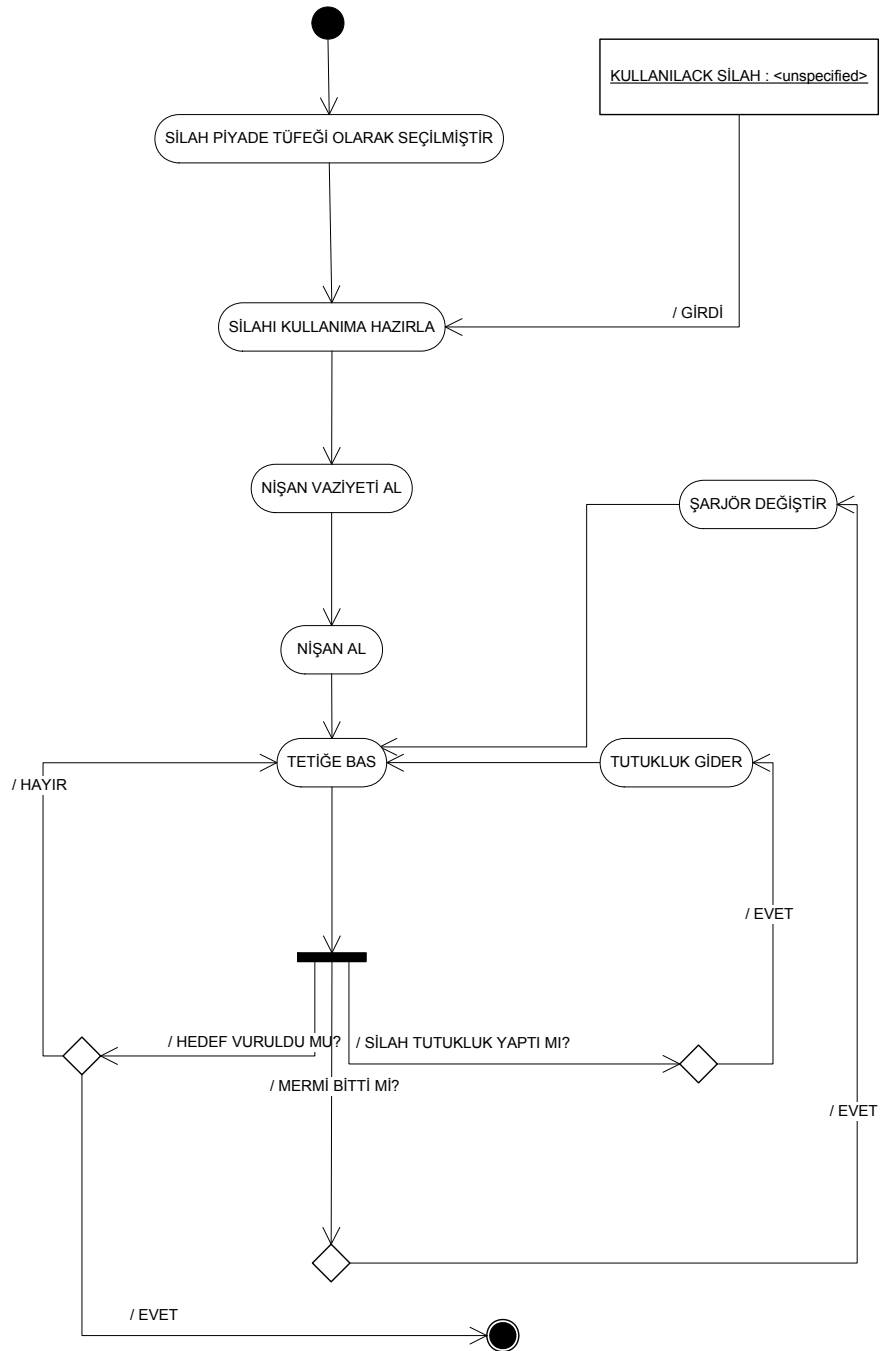
Tablo A.2. (Devam) Veri ve Bilgi Gösterimini Yetenek Seviyeleri

Veri ve Bilgi Gösterimi Yetenek Seviyesi	Yeteneğin Tanımlaması
IV	Karar Destek Sistemi yarı yapılandırılmış veri, bilgi ve yığın halindeki işlenmiş bilgiye erişebilmektedir. Örnek olarak “eğer... ise” kuralları, “eğer.....ise” bulanık kuralları, semantik ağlar sayılabilir.
V	Karar Destek Sistemi bir ağ yapı içindeki yapılandırılmamış veri, bilgi ve ile bilgi tabanında sınıflandırılan bilgiye erişebilmektedir. Örnek olarak dağıtık bilgi tabanları verilebilir.

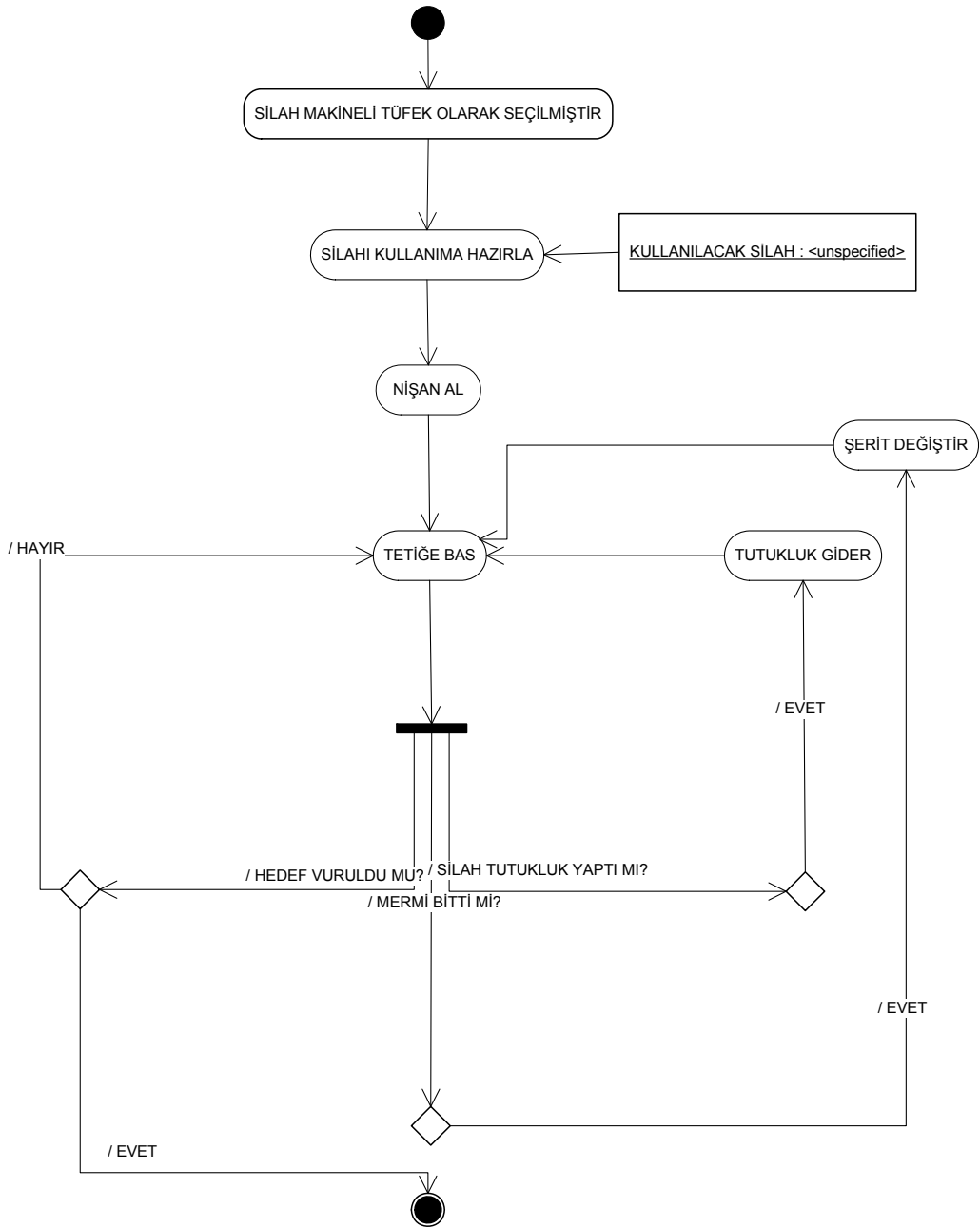
Tablo A.3. İşlem Yapma Yeteneği Seviyeleri

İşlem Yapma Yeteneği Seviyesi	Yeteneğin Tanımlaması
I	Karar Destek Sistemi SQL benzeri yeteneklerin (arama, ekleme, güncelleme, silme ve sıralama) tamamını olanaklı kılmaktadır. Aynı zamanda OLAP benzeri yetenekleri de sunabilmektedir.
II	Karar Destek Sistemi OLAP benzeri yeteneklerin tamamını olanaklı kılmaktadır. Aynı zamanda SQL (arama, ekleme, güncelleme, silme ve sıralama) benzeri yetenekleri de sunabilmektedir.
III	Karar Destek Sistemi sınıflandırma, ilişkilendirme, kümeleme, trend analizi, sayısal veriler için tahmin yapmaya ilişkin tüm yetenekleri sunmaktadır. Buna örnek olarak Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar, Veri Madenciliği ve istatistik tabanlı algoritmalar verilebilir.
IV	Karar Destek Sistemi hem sayısal hem de sayısal olmayan verileri kullanarak bünyesindeki algoritmalar ve sezgiseller vasıtasıyla sınıflandırma, teşhis, yorumlama, takip ve kontrol gibi karmaşık analizlerinin yapılmasını olanaklı kılmaktadır. Örnek olarak kural tabanlı çıkarsama algoritmaları, durum tabanlı teknikler ile semantik ağların çıkarsama teknikleri verilebilir.
V	Karar Destek Sistemi hem sayısal hem de sayısal olmayan verileri kullanarak bünyesindeki algoritmalar ve sezgiseller vasıtasıyla ortaya çıkarma, açıklama, planlama tasarlama ve öğrenme gibi bütünleşik görevlerin yürütülmesini olanaklı kılmaktadır. Örnek olarak etmen tabanlı davranış algoritmaları ile hibrit/bütünleşik zeki algoritmalar verilebilir.

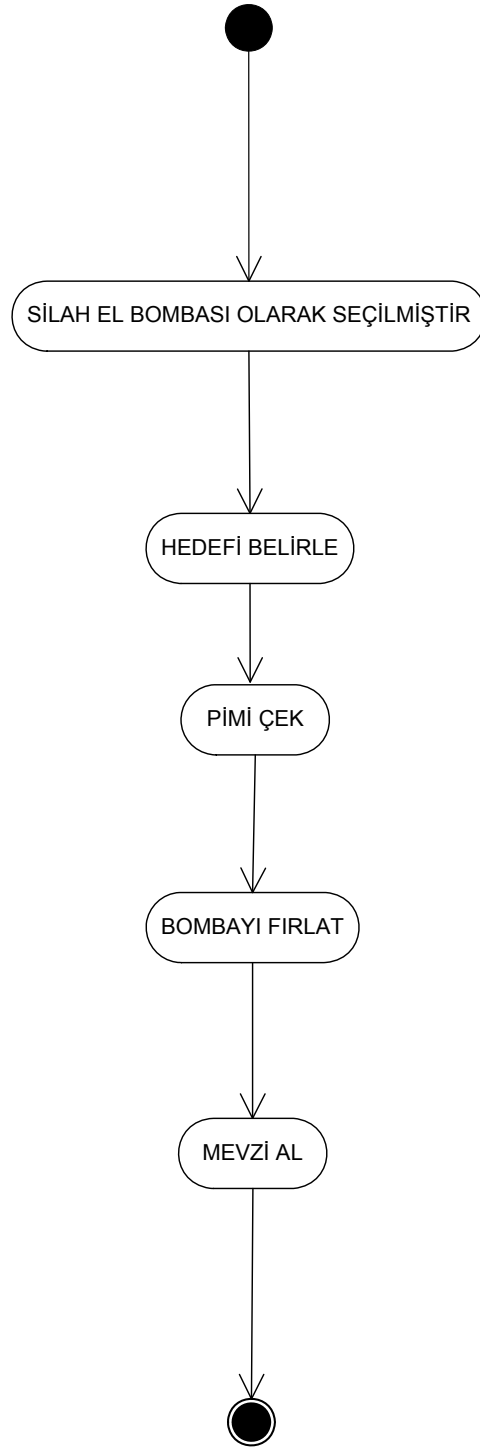
EK-B MODELLEMEDE KULLANILAN ÖRNEK DİYAGRAMLAR



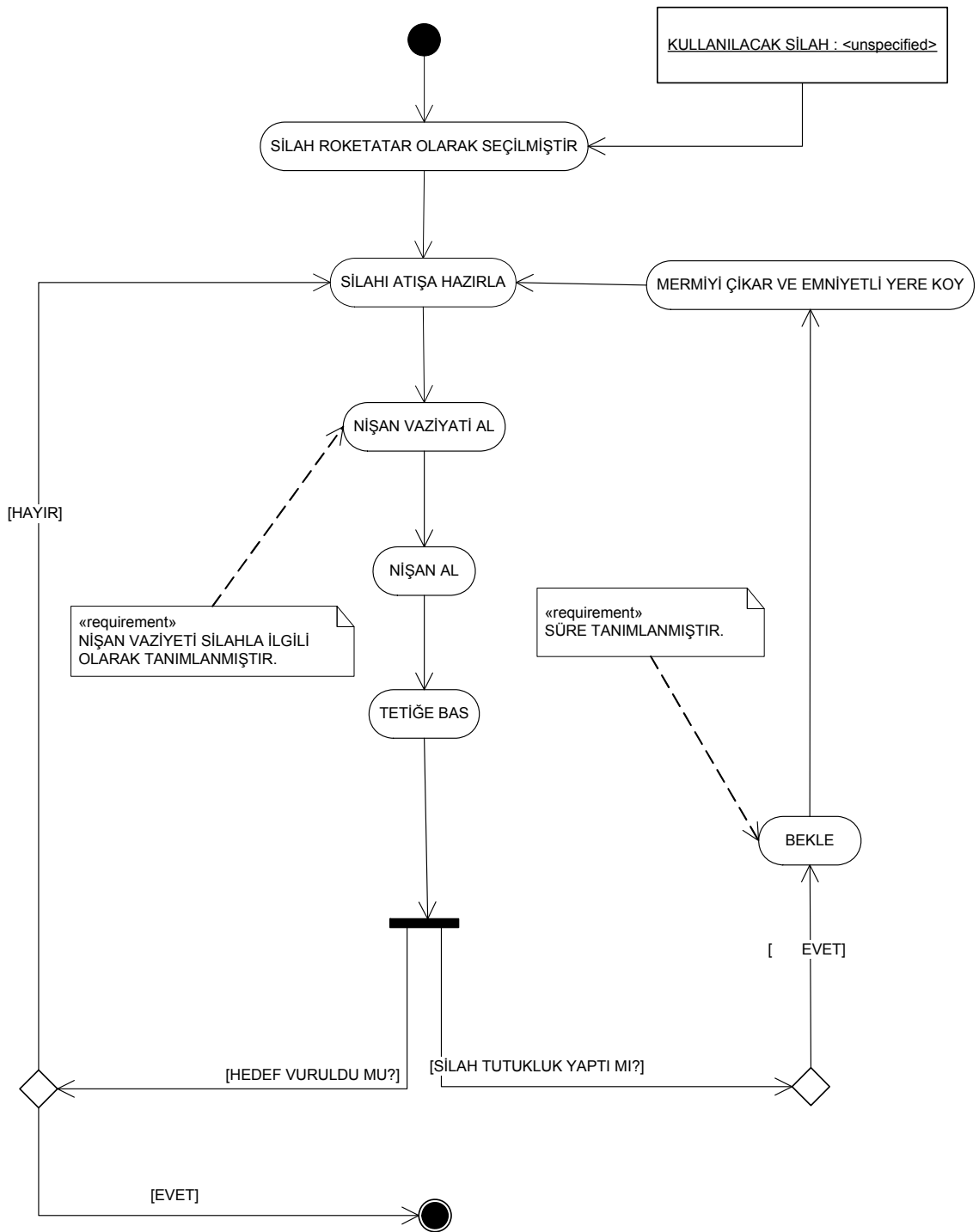
Şekil B.1. Piyade Tüfeği ile Atış



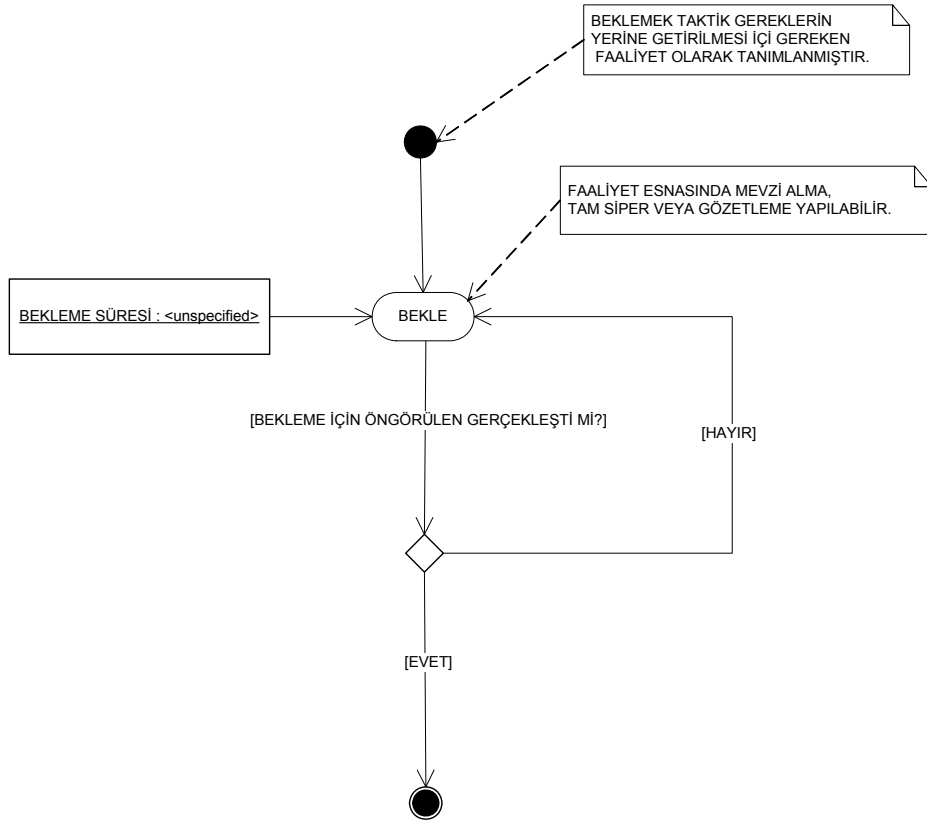
Şekil B.2. Makineli Tüfek ile Atış



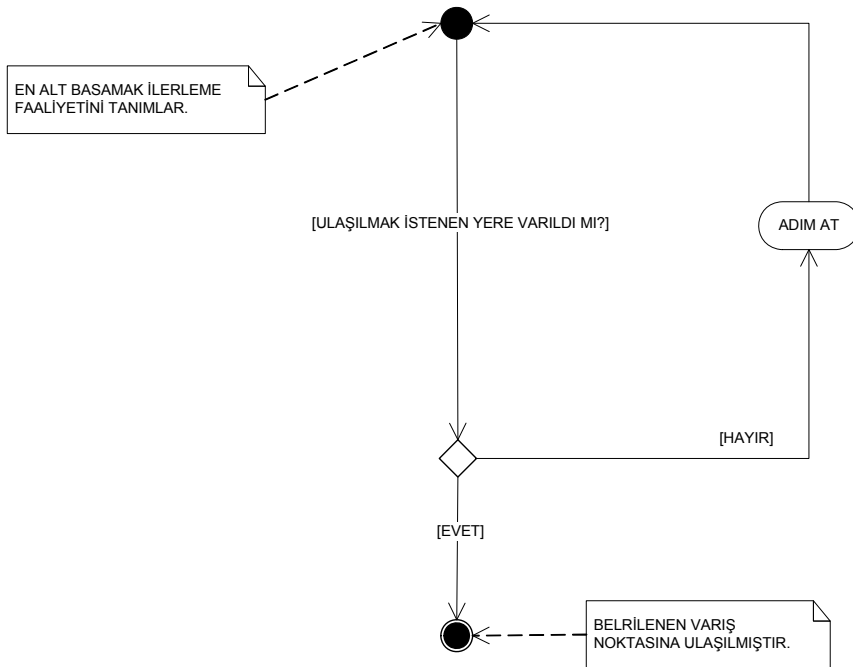
Şekil B.3. El Bombası ile Atış



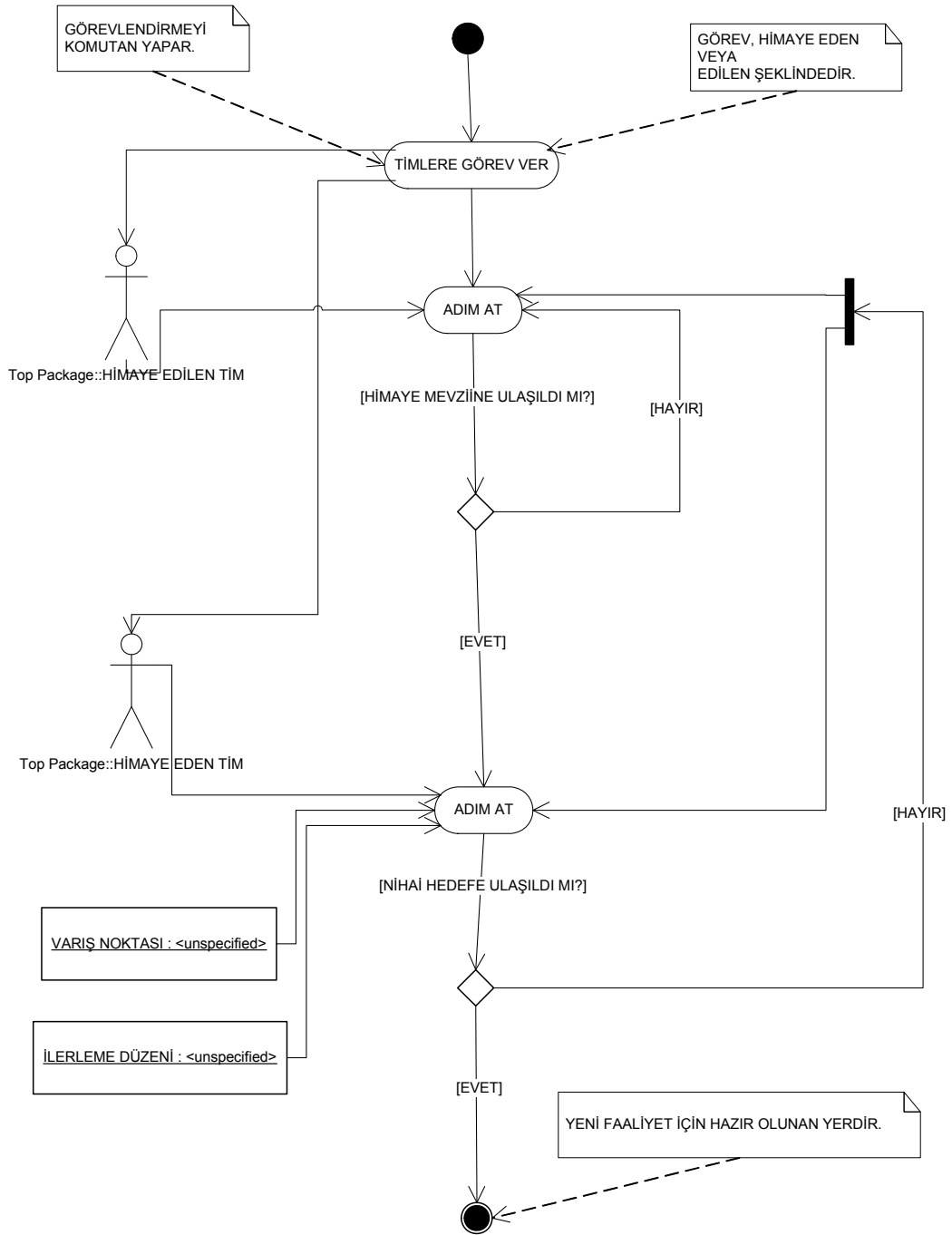
Şekil B.4. Roketatar ile Atış



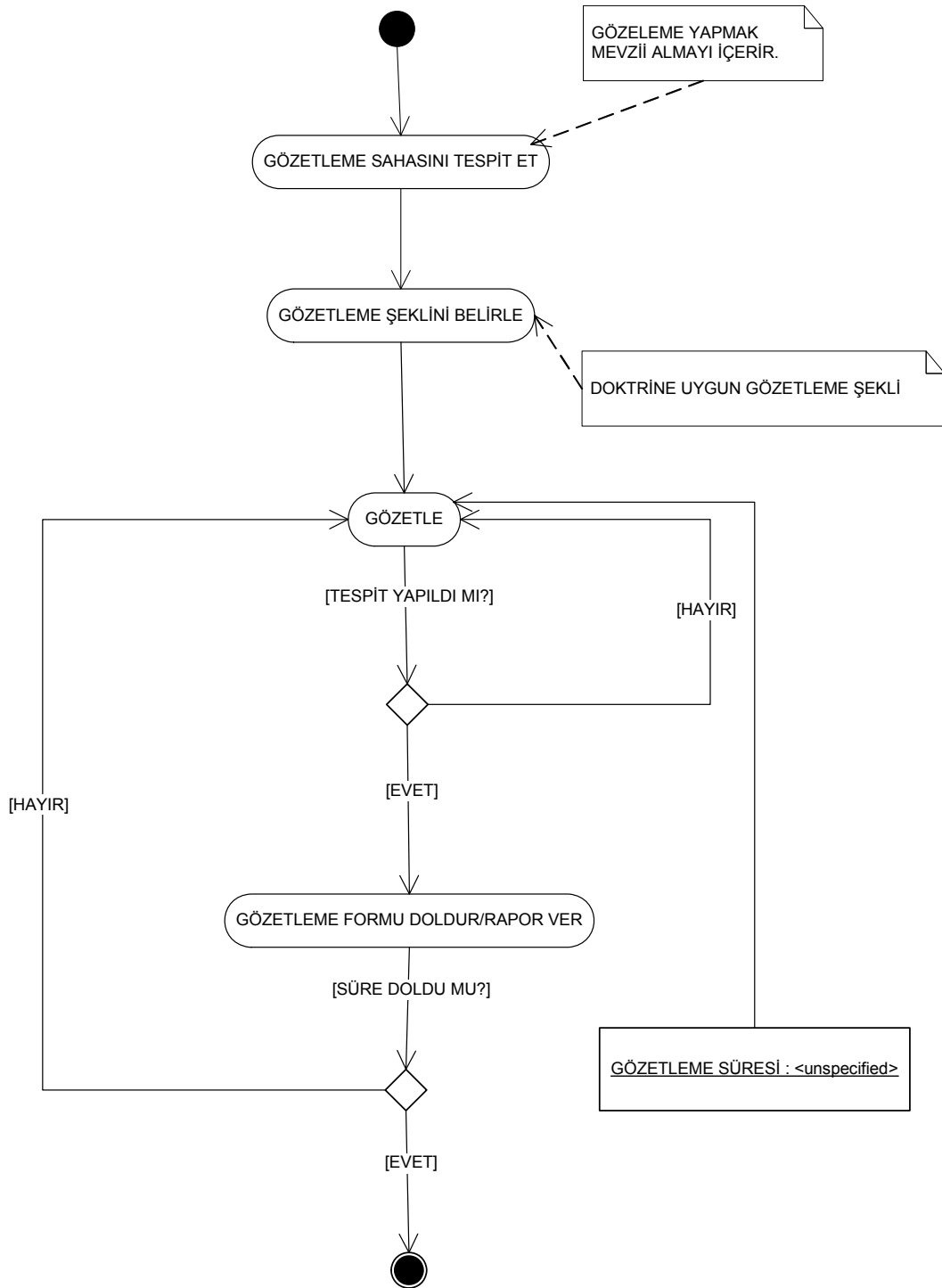
Şekil B.5. Beklemek



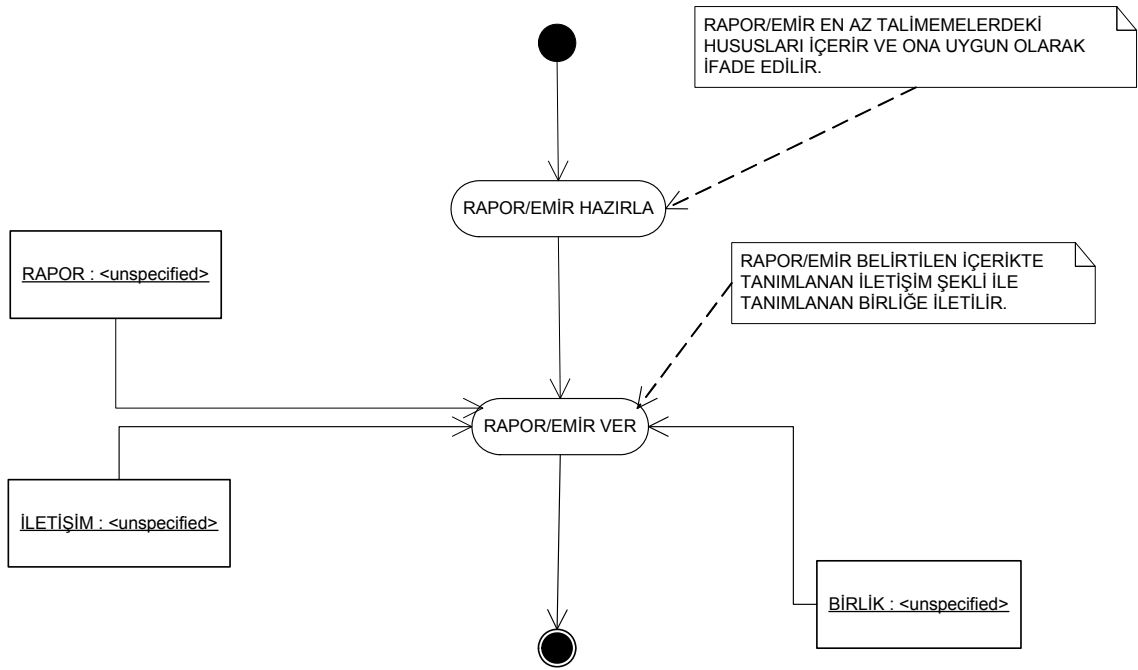
Şekil B.6. İlerlemek



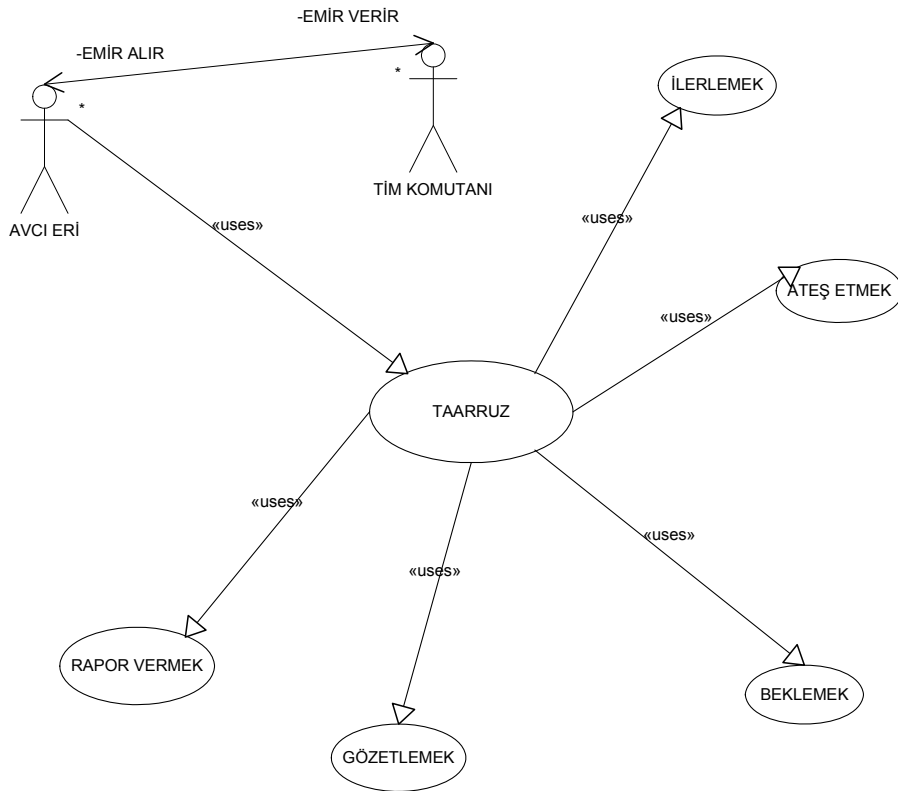
Şekil B.7. Himayeli İlerleme



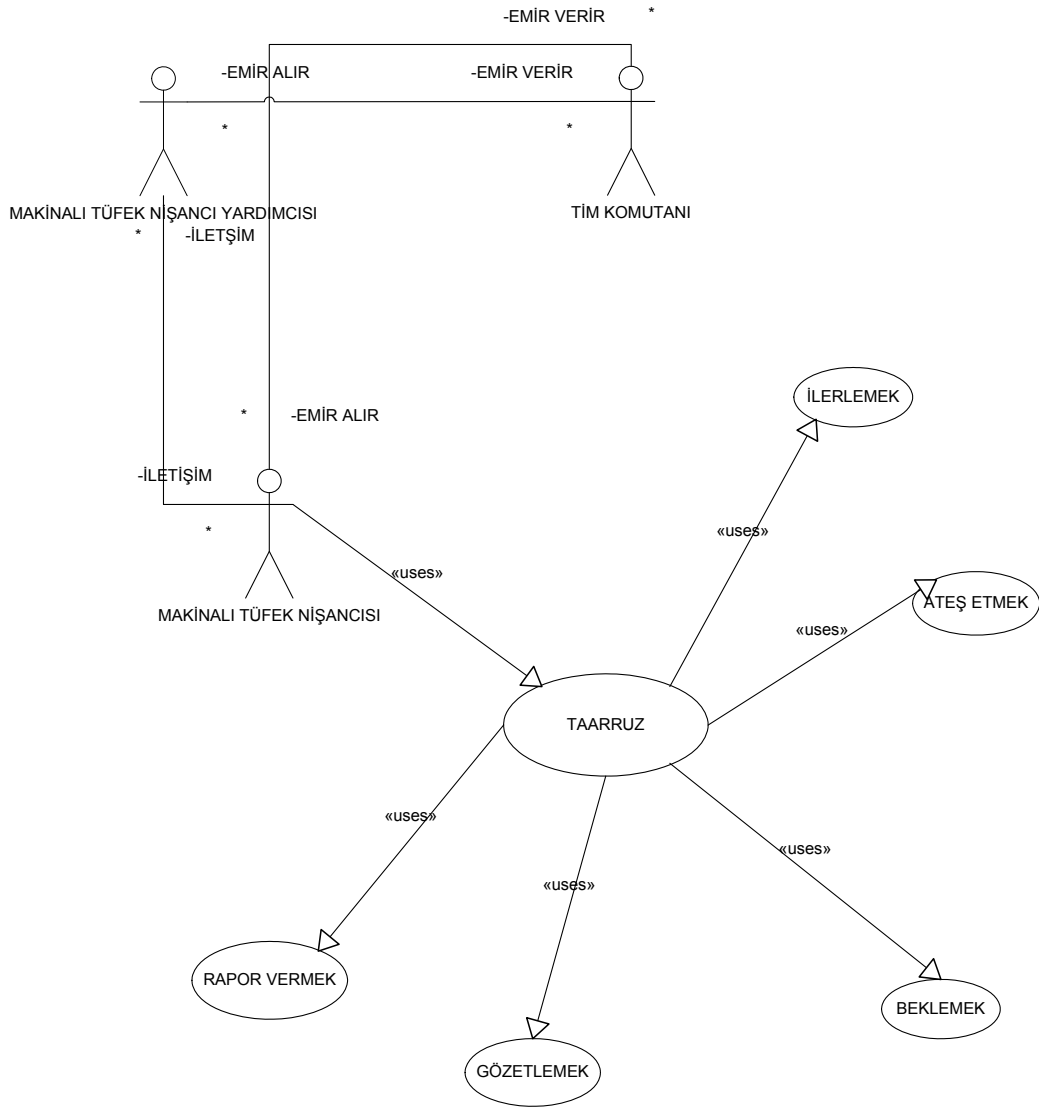
Şekil B.8. Gözetleme Yapmak



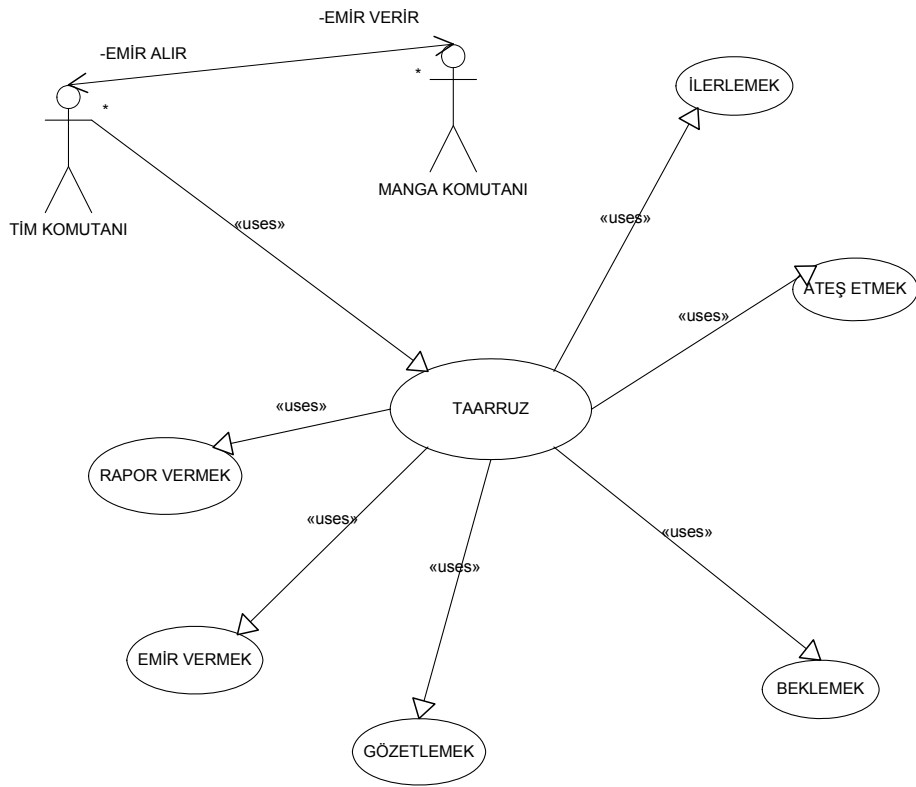
Şekil B.9. Rapor/Emir Vermek



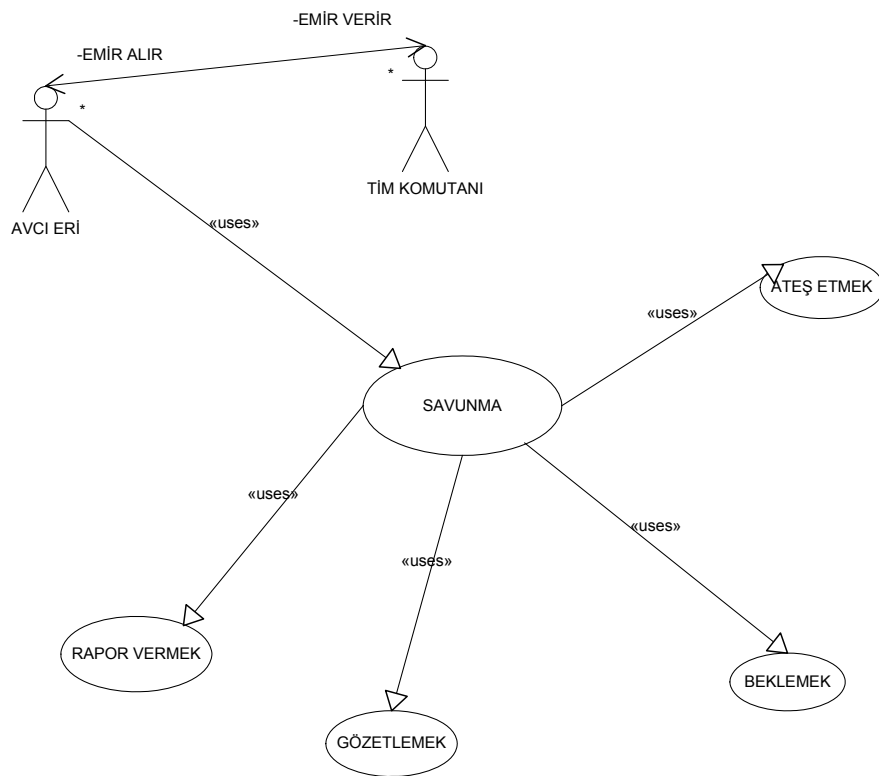
Şekil B.10. Avcı Eri Kullanım Durumu



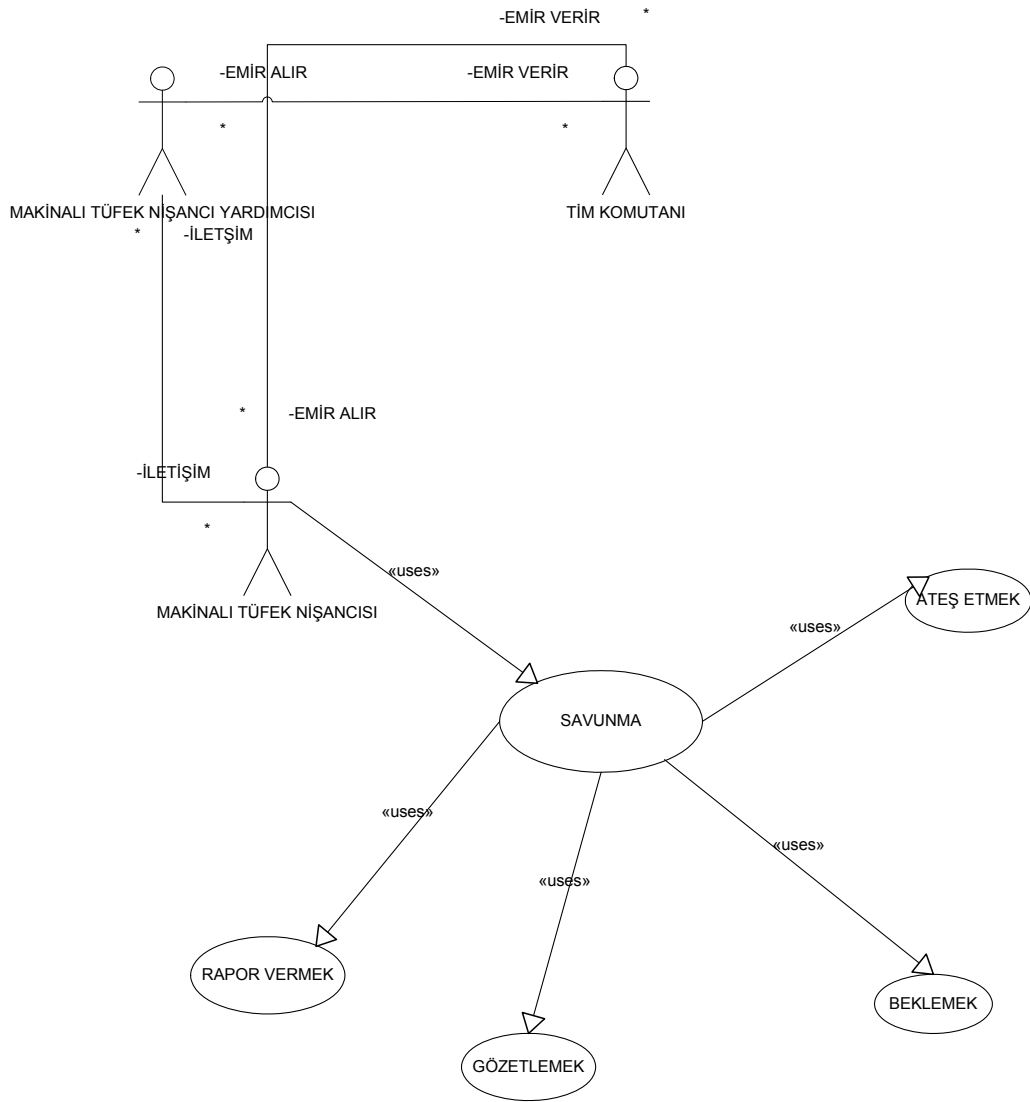
Şekil B.11. Makineci Tüfek Nişancısı Kullanım Durumu



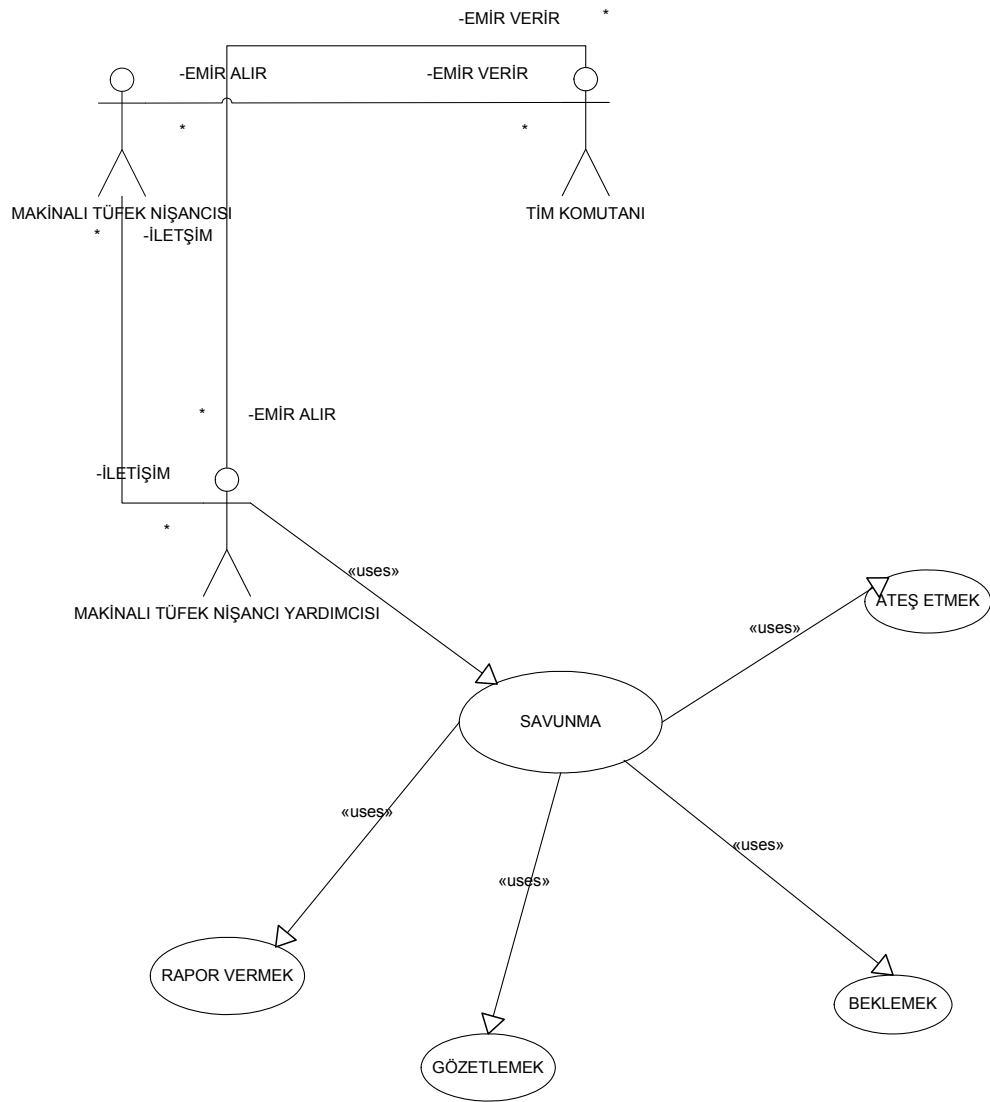
Şekil B.12. TİM Komutanı Kullanım Durumu



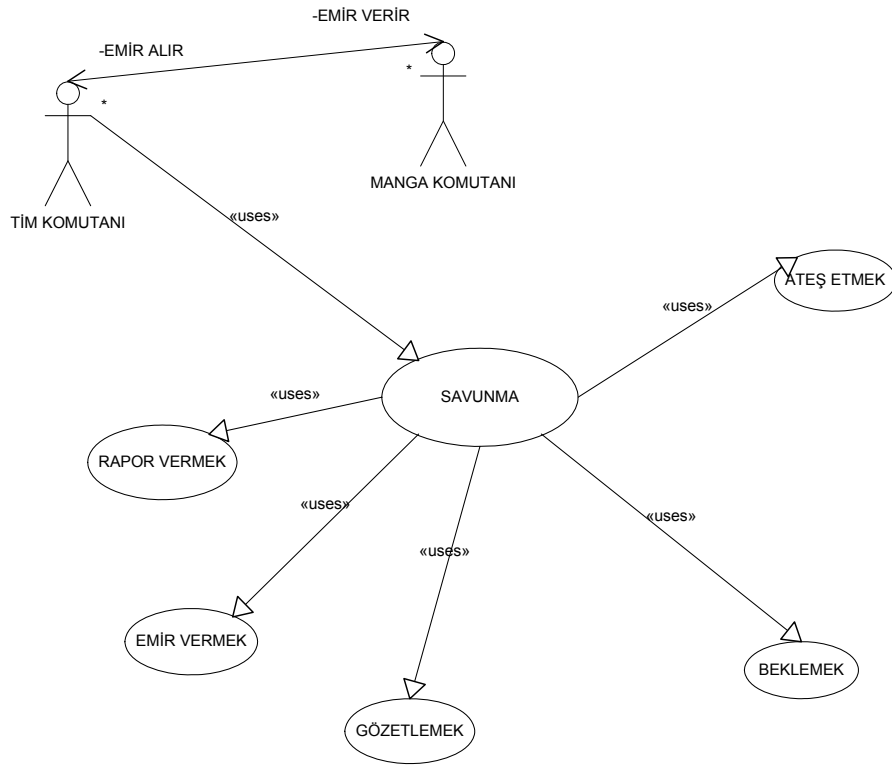
Şekil B.13. Avcı Eri Kullanım Durumu (Savunma)



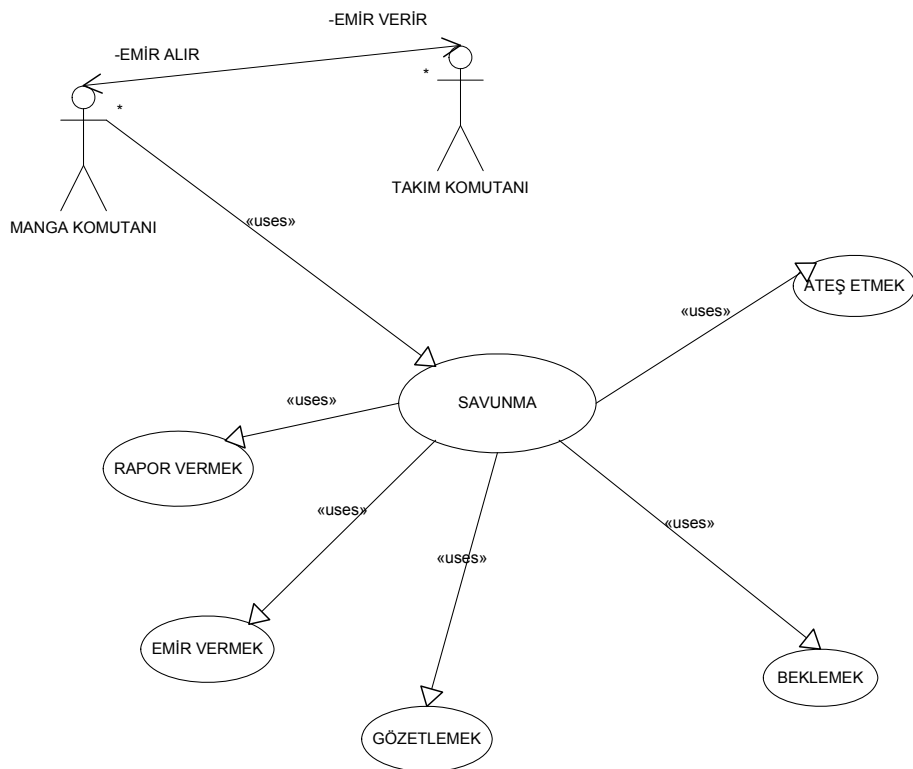
Şekil B.14. Makinalı Tüfek Nişancı Kullanım Durumu (Savunma)



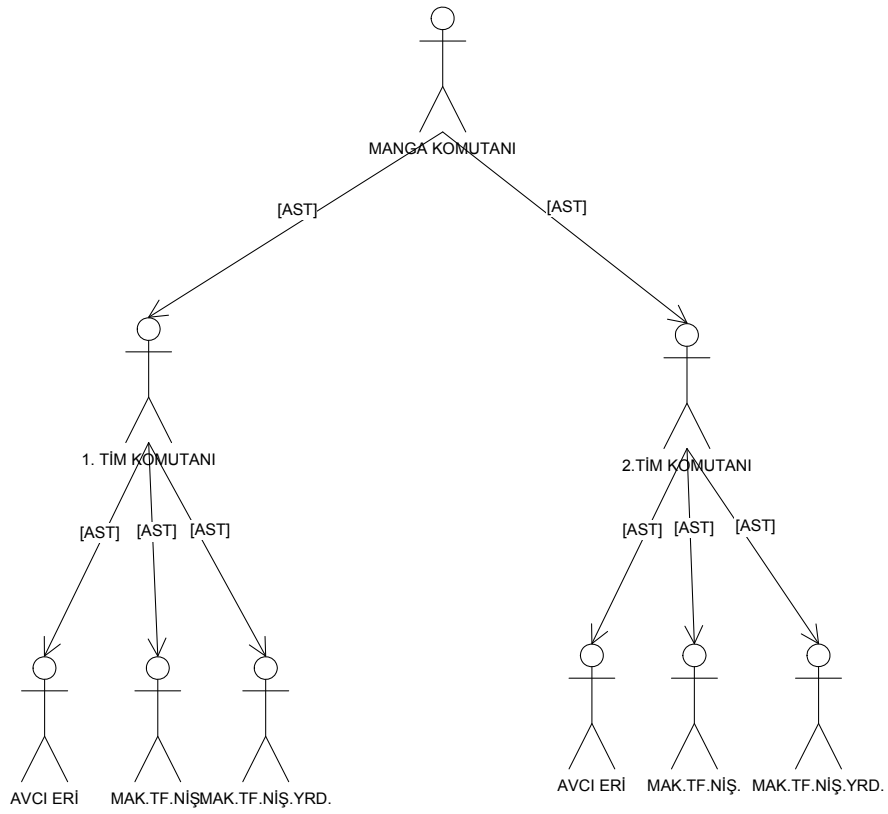
Şekil B.15. Makinalı Tüfek Nişancı Yardımcısı Kullanım Durumu (Savunma)



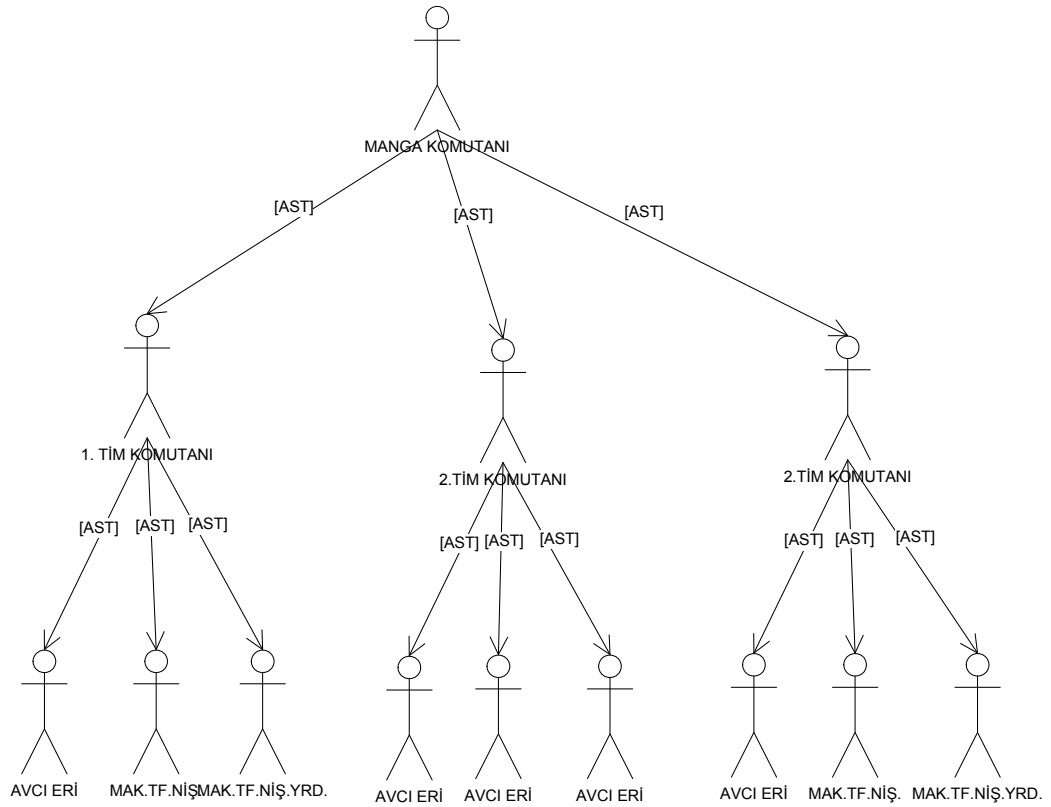
Şekil B.16. Tim Komutanı Kullanım Durumu (Savunma)



Şekil B.17. Manga Komutanı Kullanım Durumu (Savunma)



Şekil B.18. Örnek Mavi Kuruluşu



Şekil B.19. Örnek Kırmızı Kuruluşu

EK-C MANA İÇİN HAZIRLANMIŞ ÖRNEK SENARYO XML YAZLIM KODUNUN BİR KISMI

```

.
.
.
<Battlefield>
  <x_range> 200 </x_range>
  <y_range> 200 </y_range>
  <LowRealY> -100000,0 </LowRealY>
  <HighRealY> -100000,0 </HighRealY>
  <LowRealX> -100000,0 </LowRealX>
  <HighRealX> -100000,0 </HighRealX>
  <LowRealElev> 0 </LowRealElev>
  <HighRealElev> 255 </HighRealElev>
  <SAMode> Map Location </SAMode>
  <SAMgNewCt> Contact ID </SAMgNewCt>
  <LOSMode> Advanced </LOSMode>
  <UseNonStdTerrains> No </UseNonStdTerrains>
  <ContactRad> 0,00 </ContactRad>
  <TerrainRange> 5 </TerrainRange>
  <NumSquads> 20 </NumSquads>
  <image type="map" name="terrain.bmp" />
  <image type="background" name="terrain.bmp" />
  <TimeStep> 0 </TimeStep>
  <MaxSteps> 4500 </MaxSteps>
  <settings>
    <ShowPath> Yes </ShowPath>
    <ShowFlags> No </ShowFlags>
    <CalcLOS> Yes </CalcLOS>
    <Networking> Yes </Networking>
    <IntraNet> Yes </IntraNet>
    <RecPositions> Yes </RecPositions>
    <RecFirstEnDetections> Yes </RecFirstEnDetections>
    <RecRedDetections> Yes </RecRedDetections>
    <RecComms> Yes </RecComms>
    <RecMDetects> Yes </RecMDetects>
    <RecSteps> Yes </RecSteps>
    <RecCasLocs> Yes </RecCasLocs>
    <SoundFx> No </SoundFx>
    <LockSeed> No </LockSeed>
    <StopBlueDead> No </StopBlueDead>
    <StopRedDead> No </StopRedDead>
    <ShowBackground> Yes </ShowBackground>
    <ShowInteractions> Yes </ShowInteractions>
    <ShowFiring> Yes </ShowFiring>
    <RecAgentEndState> Yes </RecAgentEndState>
    <ShowDeadIcons> Yes </ShowDeadIcons>
    <RecDetects> Yes </RecDetects>
  </settings>
</Battlefield>
.
.
.
.
.
<Squad>
  <SquadType> Trooper </SquadType>
  <SquadActive> Yes </SquadActive>
  <SquadCommsEnable> Yes </SquadCommsEnable>
  <index> 1 </index>
  <SquadName> 4-Manevra Unsur Komutanı </SquadName>

```

```

<NumAgents> 1 </NumAgents>
<SquadOnly> Yes </SquadOnly>
<Use_Momentum> No </Use_Momentum>
<Use_Diag> Yes </Use_Diag>
<MultiOccupy> No </MultiOccupy>
<AutoRflAgt> No </AutoRflAgt>
<Use_Going> Yes </Use_Going>
<Move_Together> No </Move_Together>
<MoveSelectType> Precision </MoveSelectType>
<Homes>
  <HomeNumberOf> 1 </HomeNumberOf>
  <HomeDistribution> Turns </HomeDistribution>
  <HomePos>
    <Home_x_coord> 75 </Home_x_coord>
    <Home_y_coord> 84 </Home_y_coord>
    <HomeWid> 2 </HomeWid>
    <HomeHgt> 2 </HomeHgt>
    <HomeExclDist> 0 </HomeExclDist>
  <Waypoints>
    <numberOf> 11 </numberOf>
    <loop> No </loop>
    <waypoint>
      <x_coord> 175 </x_coord>
      <y_coord> 21 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 176 </x_coord>
      <y_coord> 41 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 171 </x_coord>
      <y_coord> 51 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 168 </x_coord>
      <y_coord> 56 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 161 </x_coord>
      <y_coord> 62 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 157 </x_coord>
      <y_coord> 68 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 151 </x_coord>
      <y_coord> 73 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 142 </x_coord>
      <y_coord> 79 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 137 </x_coord>
      <y_coord> 85 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 119 </x_coord>
      <y_coord> 83 </y_coord>
    </waypoint>
    <waypoint>
      <x_coord> 108 </x_coord>
      <y_coord> 81 </y_coord>
    </waypoint>
  <HaveAltGoal> No </HaveAltGoal>
</Waypoints>
</HomePos>
</Homes>
<FlagIcon> 1 </FlagIcon>
<Comms>
</Comms>
<SALockoutTime> 0 </SALockoutTime>
<OrgThreatRate> 30 </OrgThreatRate>

```

```

<InorgThreatRate> 30 </InorgThreatRate>
<OrgFuseRad> 0 </OrgFuseRad>
<OrgFuseTime> 0 </OrgFuseTime>
<InorgFuseRad> 0 </InorgFuseRad>
<InorgFuseTime> 0 </InorgFuseTime>
<ForceOrgUpdateByCtID> No </ForceOrgUpdateByCtID>
<ForceInorgUpdateByCtID> No </ForceInorgUpdateByCtID>
<ResOrgUnknown> No </ResOrgUnknown>
<ResInorgUnknown> No </ResInorgUnknown>
<PathWidth> 0 </PathWidth>
<CommsDelay> 0 </CommsDelay>
<Sound> 6 </Sound>
<Precision> 20 </Precision>
<FuelTank> 1000 </FuelTank>
<CommsQuality> Low </CommsQuality>
<Weapon>
  <WpnSAType> AgentKE </WpnSAType>
  <WpnAgtClass> Primary </WpnAgtClass>
  <WpnLOF> Yes </WpnLOF>
  <WpnAmmo> 150 </WpnAmmo>
</Weapon>
<Weapon>
  <WpnSAType> AgentKE </WpnSAType>
  <WpnAgtClass> Primary </WpnAgtClass>
  <WpnLOF> Yes </WpnLOF>
  <WpnAmmo> 14 </WpnAmmo>
</Weapon>
<state>
  <StateName> Default State </StateName>
  <SquadAlleg> 1 </SquadAlleg>
  <DefIcon> 1 </DefIcon>
  <Trigger>
    <fallback_to> Default State </fallback_to>
    <duration> 0 </duration>
    <CanInterrupt> Yes </CanInterrupt>
    <Interrupter> No </Interrupter>
    <OnceOnly> No </OnceOnly>
    <HighestPriority> No </HighestPriority>
  </Trigger>
  <Threat> 3 </Threat>
  <AgtClass> 0 </AgtClass>
  <Sync_Sensors> Yes </Sync_Sensors>
  <ActivateConCombat> No </ActivateConCombat>
  <ActivateConCluster> No </ActivateConCluster>
  <ActivateConAdvance> No </ActivateConAdvance>
  <OnlyRespToMovAgt> No </OnlyRespToMovAgt>
  <Stealth> 0 </Stealth>
  <FuelRate> 0 </FuelRate>
  <WeaponState>
    <WpnEnabled> Yes </WpnEnabled>
    <WpnInterpSSKP> Yes </WpnInterpSSKP>
    <WpnTargetClosest> No </WpnTargetClosest>
    <WpnNumTargets> 100 </WpnNumTargets>
    <WpnShotRadius> 0 </WpnShotRadius>
    <WpnMinRange> 0 </WpnMinRange>
    <WpnMaxRange> 1000 </WpnMaxRange>
    <WpnPenetration> 0 </WpnPenetration>
    <WpnMinThreat> 0 </WpnMinThreat>
    <WpnMaxThreat> 3 </WpnMaxThreat>
    <WpnMaxAge> 100 </WpnMaxAge>
    <WpnTargetUnknownsWait> -1 </WpnTargetUnknownsWait>
    <WpnProtectSelf> No </WpnProtectSelf>
    <WpnProtectSqFr> No </WpnProtectSqFr>
    <WpnProtectOthFr> No </WpnProtectOthFr>
    <WpnProtectNeutrals> No </WpnProtectNeutrals>
    <WpnProtectUnknowns> No </WpnProtectUnknowns>
    <WpnProtectUsingOrgSA> No </WpnProtectUsingOrgSA>
    <WpnProtectUsingInorgSA> No </WpnProtectUsingInorgSA>
  <sskpTable>
    <sskpTablePoint>
      <sskpTableRange> 20 </sskpTableRange>
      <sskpTableProb> 400 </sskpTableProb>
    </sskpTablePoint>
  </sskpTable>

```

```

</sskpTable>
<AgtClassTable>
</AgtClassTable>
<nonTargetTable>
</nonTargetTable>
</WeaponState>
<WeaponState>
  <WpnEnabled> Yes </WpnEnabled>
  <WpnInterpSSKP> Yes </WpnInterpSSKP>
  <WpnTargetClosest> No </WpnTargetClosest>
  <WpnNumTargets> 100 </WpnNumTargets>
  <WpnShotRadius> 0 </WpnShotRadius>
  <WpnMinRange> 0 </WpnMinRange>
  <WpnMaxRange> 1000 </WpnMaxRange>
  <WpnPenetration> 0 </WpnPenetration>
  <WpnMinThreat> 0 </WpnMinThreat>
  <WpnMaxThreat> 3 </WpnMaxThreat>
  <WpnMaxAge> 100 </WpnMaxAge>
  <WpnTargetUnknownsWait> -1 </WpnTargetUnknownsWait>
  <WpnProtectSelf> No </WpnProtectSelf>
  <WpnProtectSqFr> No </WpnProtectSqFr>
  <WpnProtectOthFr> No </WpnProtectOthFr>
  <WpnProtectNeutrals> No </WpnProtectNeutrals>
  <WpnProtectUnknowns> No </WpnProtectUnknowns>
  <WpnProtectUsingOrgSA> No </WpnProtectUsingOrgSA>
  <WpnProtectUsingInorgSA> No </WpnProtectUsingInorgSA>
  <sskpTable>
    <sskpTablePoint>
      <sskpTableRange> 5 </sskpTableRange>
      <sskpTableProb> 3000 </sskpTableProb>
    </sskpTablePoint>
  </sskpTable>
  <AgtClassTable>
  </AgtClassTable>
  <nonTargetTable>
  </nonTargetTable>
</WeaponState>
<weight><WgtName> Alive Enemy </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alive Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Injured Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alive Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Next Waypoint </WgtName><WgtVal> 50 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alternate Waypoint </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Easy Terrain </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Cover </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Concealment </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Centre </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 2 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 3 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Squad Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Other Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Unknowns </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 2 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 3 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Unknowns </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Ideal </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<range><RangeName> Sensor Range </RangeName><RangeVal> 20 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Detection Range </RangeName><RangeVal> 20 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Movement Speed </RangeName><RangeVal> 8 </RangeVal></range>
<range><RangeName> No. of Hits Required to Kill </RangeName><RangeVal> 1 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Enemies </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Friends </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Neutrals </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Next Waypoint </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>

```



```

    <range><RangeName> Min Distance to Enemy Threat 2 </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Min Distance to Enemy Threat 3 </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Min Distance to Ideal Enemy </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Enemy Threat 1 </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Enemy Threat 2 </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Enemy Threat 3 </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Ideal Enemy </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Ideal Enemy Class </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance for Combat Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance for Cluster Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance for Advance Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Sensor Height </RangeName><RangeVal> 2 </RangeVal></range>
</state>

<state>
<StateName> Shot At State (Pri) </StateName>
<SquadAlleg> 1 </SquadAlleg>
<Deflcon> 3 </Deflcon>
<Trigger>
  <fallback_to> Default State </fallback_to>
  <duration> 20 </duration>
  <CanInterrupt> Yes </CanInterrupt>
  <Interrupter> No </Interrupter>
  <OnceOnly> No </OnceOnly>
  <HighestPriority> No </HighestPriority>
</Trigger>
<Threat> 3 </Threat>
<AgtClass> 0 </AgtClass>
<Sync_Sensors> Yes </Sync_Sensors>
<ActivateConCombat> No </ActivateConCombat>
<ActivateConCluster> No </ActivateConCluster>
<ActivateConAdvance> No </ActivateConAdvance>
<OnlyRespToMovAgt> No </OnlyRespToMovAgt>
<Stealth> 90 </Stealth>
<FuelRate> 0 </FuelRate>
<WeaponState>
  <WpnEnabled> Yes </WpnEnabled>
  <WpnInterpSSKP> Yes </WpnInterpSSKP>
  <WpnTargetClosest> No </WpnTargetClosest>
  <WpnNumTargets> 100 </WpnNumTargets>
  <WpnShotRadius> 0 </WpnShotRadius>
  <WpnMinRange> 0 </WpnMinRange>
  <WpnMaxRange> 1000 </WpnMaxRange>
  <WpnPenetration> 0 </WpnPenetration>
  <WpnMinThreat> 0 </WpnMinThreat>
  <WpnMaxThreat> 3 </WpnMaxThreat>
  <WpnMaxAge> 100 </WpnMaxAge>
  <WpnTargetUnknownsWait> -1 </WpnTargetUnknownsWait>
  <WpnProtectSelf> No </WpnProtectSelf>
  <WpnProtectSqFr> No </WpnProtectSqFr>
  <WpnProtectOthFr> No </WpnProtectOthFr>
  <WpnProtectNeutrals> No </WpnProtectNeutrals>
  <WpnProtectUnknowns> No </WpnProtectUnknowns>
  <WpnProtectUsingOrgSA> No </WpnProtectUsingOrgSA>
  <WpnProtectUsingInorgSA> No </WpnProtectUsingInorgSA>
  <sskpTable>
    <sskpTablePoint>
      <sskpTableRange> 20 </sskpTableRange>
      <sskpTableProb> 400 </sskpTableProb>
    </sskpTablePoint>
  </sskpTable>
  <AgtClassTable>
  </AgtClassTable>
  <nonTargetTable>
  </nonTargetTable>

```

```

</WeaponState>
<WeaponState>
  <WpnEnabled> Yes </WpnEnabled>
  <WpnInterpSSKP> Yes </WpnInterpSSKP>
  <WpnTargetClosest> No </WpnTargetClosest>
  <WpnNumTargets> 100 </WpnNumTargets>
  <WpnShotRadius> 0 </WpnShotRadius>
  <WpnMinRange> 0 </WpnMinRange>
  <WpnMaxRange> 1000 </WpnMaxRange>
  <WpnPenetration> 0 </WpnPenetration>
  <WpnMinThreat> 0 </WpnMinThreat>
  <WpnMaxThreat> 3 </WpnMaxThreat>
  <WpnMaxAge> 100 </WpnMaxAge>
  <WpnTargetUnknownsWait> -1 </WpnTargetUnknownsWait>
  <WpnProtectSelf> No </WpnProtectSelf>
  <WpnProtectSqFr> No </WpnProtectSqFr>
  <WpnProtectOthFr> No </WpnProtectOthFr>
  <WpnProtectNeutrals> No </WpnProtectNeutrals>
  <WpnProtectUnknowns> No </WpnProtectUnknowns>
  <WpnProtectUsingOrgSA> No </WpnProtectUsingOrgSA>
  <WpnProtectUsingInorgSA> No </WpnProtectUsingInorgSA>
  <sskpTable>
    <sskpTablePoint>
      <sskpTableRange> 5 </sskpTableRange>
      <sskpTableProb> 3000 </sskpTableProb>
    </sskpTablePoint>
  </sskpTable>
  <AgtClassTable>
  </AgtClassTable>
  <nonTargetTable>
  </nonTargetTable>
</WeaponState>
<weight><WgtName> Alive Enemy </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alive Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Injured Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alive Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Next Waypoint </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alternate Waypoint </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Easy Terrain </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Cover </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Concealment </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Centre </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 2 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 3 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Squad Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Other Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Unknowns </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 2 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 3 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Unknowns </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Ideal </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<range><RangeName> Sensor Range </RangeName><RangeVal> 20 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Detection Range </RangeName><RangeVal> 20 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Movement Speed </RangeName><RangeVal> 1 </RangeVal></range>
<range><RangeName> No. of Hits Required to Kill </RangeName><RangeVal> 1 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Enemies </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Friends </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Neutrals </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Next Waypoint </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Alternate Waypoint </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>
<range><RangeName> Cluster Constraint </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Combat Constraint </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Advance Constraint </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Refuel Range </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>

```



```

    <range><RangeName> Max Distance to Enemy Threat 1 </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Enemy Threat 2 </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Enemy Threat 3 </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance to Ideal Enemy </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Ideal Enemy Class </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance for Combat Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance for Cluster Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Max Distance for Advance Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
    <range><RangeName> Sensor Height </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
</state>

<state>
<StateName> Shot At State (Sec) </StateName>
<SquadAlleg> 1 </SquadAlleg>
<Deflcon> 3 </Deflcon>
<Trigger>
    <fallback_to> Default State </fallback_to>
    <duration> 20 </duration>
    <CanInterrupt> Yes </CanInterrupt>
    <Interrupter> No </Interrupter>
    <OnceOnly> No </OnceOnly>
    <HighestPriority> No </HighestPriority>
</Trigger>
<Threat> 3 </Threat>
<AgtClass> 0 </AgtClass>
<Sync_Sensors> Yes </Sync_Sensors>
<ActivateConCombat> No </ActivateConCombat>
<ActivateConCluster> No </ActivateConCluster>
<ActivateConAdvance> No </ActivateConAdvance>
<OnlyRespToMovAgt> No </OnlyRespToMovAgt>
<Stealth> 90 </Stealth>
<FuelRate> 0 </FuelRate>
<WeaponState>
    <WpnEnabled> Yes </WpnEnabled>
    <WpnInterpSSKP> Yes </WpnInterpSSKP>
    <WpnTargetClosest> No </WpnTargetClosest>
    <WpnNumTargets> 100 </WpnNumTargets>
    <WpnShotRadius> 0 </WpnShotRadius>
    <WpnMinRange> 0 </WpnMinRange>
    <WpnMaxRange> 1000 </WpnMaxRange>
    <WpnPenetration> 0 </WpnPenetration>
    <WpnMinThreat> 0 </WpnMinThreat>
    <WpnMaxThreat> 3 </WpnMaxThreat>
    <WpnMaxAge> 100 </WpnMaxAge>
    <WpnTargetUnknownsWait> -1 </WpnTargetUnknownsWait>
    <WpnProtectSelf> No </WpnProtectSelf>
    <WpnProtectSqFr> No </WpnProtectSqFr>
    <WpnProtectOthFr> No </WpnProtectOthFr>
    <WpnProtectNeutrals> No </WpnProtectNeutrals>
    <WpnProtectUnknowns> No </WpnProtectUnknowns>
    <WpnProtectUsingOrgSA> No </WpnProtectUsingOrgSA>
    <WpnProtectUsingInorgSA> No </WpnProtectUsingInorgSA>
<sskpTable>
    <sskpTablePoint>
        <sskpTableRange> 20 </sskpTableRange>
        <sskpTableProb> 400 </sskpTableProb>
    </sskpTablePoint>
</sskpTable>
<AgtClassTable>
</AgtClassTable>
<nonTargetTable>
</nonTargetTable>
</WeaponState>
<WeaponState>
    <WpnEnabled> Yes </WpnEnabled>
    <WpnInterpSSKP> Yes </WpnInterpSSKP>
    <WpnTargetClosest> No </WpnTargetClosest>

```

```

<WpnNumTargets> 100 </WpnNumTargets>
<WpnShotRadius> 0 </WpnShotRadius>
<WpnMinRange> 0 </WpnMinRange>
<WpnMaxRange> 1000 </WpnMaxRange>
<WpnPenetration> 0 </WpnPenetration>
<WpnMinThreat> 0 </WpnMinThreat>
<WpnMaxThreat> 3 </WpnMaxThreat>
<WpnMaxAge> 100 </WpnMaxAge>
<WpnTargetUnknownsWait> -1 </WpnTargetUnknownsWait>
<WpnProtectSelf> No </WpnProtectSelf>
<WpnProtectSqFr> No </WpnProtectSqFr>
<WpnProtectOthFr> No </WpnProtectOthFr>
<WpnProtectNeutrals> No </WpnProtectNeutrals>
<WpnProtectUnknowns> No </WpnProtectUnknowns>
<WpnProtectUsingOrgSA> No </WpnProtectUsingOrgSA>
<WpnProtectUsingInorgSA> No </WpnProtectUsingInorgSA>
<sskpTable>
  <sskpTablePoint>
    <sskpTableRange> 5 </sskpTableRange>
    <sskpTableProb> 3000 </sskpTableProb>
  </sskpTablePoint>
</sskpTable>
<AgtClassTable>
</AgtClassTable>
<nonTargetTable>
</nonTargetTable>
</WeaponState>
<weight><WgtName> Alive Enemy </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alive Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Injured Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alive Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Next Waypoint </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Alternate Waypoint </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Easy Terrain </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Cover </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Concealment </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Centre </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 2 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Threat 3 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Squad Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Other Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Org Unknowns </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 2 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Threat 3 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Friends </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Neutrals </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> Inorg Unknowns </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (Low) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (Medium) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Threat 1 (High) </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<weight><WgtName> En Ideal </WgtName><WgtVal> 0 </WgtVal></weight>
<range><RangeName> Sensor Range </RangeName><RangeVal> 20 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Detection Range </RangeName><RangeVal> 20 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Movement Speed </RangeName><RangeVal> 1 </RangeVal></range>
<range><RangeName> No. of Hits Required to Kill </RangeName><RangeVal> 1 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Enemies </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Friends </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Neutrals </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Min Distance to Next Waypoint </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>
  <range><RangeName> Min Distance to Alternate Waypoint </RangeName><RangeVal> 0
</RangeVal></range>
<range><RangeName> Cluster Constraint </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Combat Constraint </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Advance Constraint </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Refuel Range </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Probability of Refuel Enemy </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Probability of Refuel Friend </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Probability of Refuel Neutral </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Armour Thickness </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
<range><RangeName> Waypoint Radius </RangeName><RangeVal> 2 </RangeVal></range>

```



```
<range><RangeName> Max Distance to Ideal Enemy </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
  <range><RangeName> Ideal Enemy Class </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
  <range><RangeName> Max Distance for Combat Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
  <range><RangeName> Max Distance for Cluster Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
  <range><RangeName> Max Distance for Advance Constraint </RangeName><RangeVal> 10000
</RangeVal></range>
  <range><RangeName> Sensor Height </RangeName><RangeVal> 0 </RangeVal></range>
</state>
</Squad>
```

ÖZGEÇMİŞ

Murat MALA, Almanya'nın Berlin şehrinde 1975 yılında doğdu. İlköğrenimini burada tamamladıktan sonra orta öğrenimini İzmir Yunus Emre Anadolu Lisesi'nde Lise Öğrenimini Bursa Işıklar Askeri Lisesi'nde tamamladı. 1997 yılında Kara Harp Okulu Sistem Mühendisliği programından lisans, 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Savunma Teknolojileri Programından yüksek lisans derecesini aldı. Müteakiben mühendislik sistemlerinde ekonomik parametrelerin önemine ilgi duyması nedeniyle Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalında İktisat yüksek lisans programına başladı ve 2007 yılında mezun oldu. Türk Silahlı Kuvvetlerinin çeşitli birimlerinde görev yapan Murat MALA evli ve üç çocuk babasıdır.