

**HAVA HAREKATINDA GÖRÜŞ ÖTESİ ANGAJMAN İÇİN GENETİK
ALGORİTMA UYGULAMASI**

Hamit TOKGÖZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2007

ANKARA

Hamit TOKGÖZ tarafından hazırlanan HAVA HAREKATINDA GÖRÜŞ ÖTESİ
ANGAJMAN İÇİN GENETİK ALGORİTMA UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek
Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç.Dr. M.Ali AKCAYOL
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Bilgisayar Mühendisliği Anabilim
Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof.Dr. M. Sezai DİNÇER

Üye : Prof.Dr. Hadi GÖKÇEN

Üye : Doç.Dr. M.Ali AKCAYOL

Tarih : 25/01/2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hamit TOKGÖZ

HAVA HAREKATINDA GÖRÜŞ ÖTESİ ANGAJMAN İÇİN GENETİK ALGORİTMA UYGULAMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hamit TOKGÖZ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2007

ÖZET

Bu çalışmada, hava hareketında önemli bir yer tutan ve savaş pilotlarının kabiliyetlerini en üst düzeyde kullanmalarını gerektiren görüş ötesi angajman için alternatif hareket tarzlarının üretilmesi genetik algoritma ile gerçekleştirilmiştir. Yerde ve havada konuşlu radarlar tarafından elde edilen verilerin işlenmesiyle oluşturulan hareket ortamı taktik resmindeki bilgiler, genetik algoritma ile değerlendirilmiştir. Geliştirilen uygulama ile hareket ortamı iki boyutlu olarak simule edilmiş ve hedef seçiminde etkileyici faktör olarak değerlendirilen yön açısı, hız, irtifa, füze atma kararı ve hedefe uzaklık mesafesi parametreleri genetik algoritma ile değerlendirilmiştir. Simülasyon sonuçları, çok sayıda parametrenin bulunduğu ve sürekli değiştiği bu tür uygulamalarda genetik algoritmanın başarılı olduğunu göstermiştir.

Bilim Kodu : 902.1.056
Anahtar Kelimeler : Ağ Merkezli Harp, Optimizasyon Teknikleri, Genetik Algoritma ,Görüş Ötesi Angajman
Sayfa Adedi : 112
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. M. Ali AKCAYOL

**A GENETIC ALGORITHM APPLICATION FOR BEYOND VISION
ENGAGEMENT IN AIR OPERATION**

(M.Sc. Thesis)

Hamit TOKGÖZ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2007

ABSTRACT

In this study, alternative courses-of-actions for beyond-vision engagement, which is essential in air operations and require fighter pilots to use their capabilities at the maximum level, are produced with genetic algorithm. Information of tactical picture of the operation area created by processing data gathered from early warning agents has been evaluated by genetic algorithm. Operation area has been simulated in two dimensional with developed application and important factors such as aspect angle, speed, fire missile decision and distance from target for selection of target have been evaluated with genetic algorithm. Simulation results show that genetic algorithm is successful of dynamic applications with many parameters.

Science Code : 902.1.056
Key Words : Network Centric Warfare, Genetic Algorithm, Optimization Techniques, Beyond Vision Engagement
Page Number : 112
Advisor : Assoc. Prof. Dr. M. Ali AKCAYOL

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımda yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocam Doç.Dr. M. Ali AKCAYOL'a, hava harekatı konusundaki her türlü sorularıma yorulmadan ve sabırla cevap veren Hv.Plt.Kur.Bnb. Ahmet ÖZÇETİN ve Hv.Plt.Kur.Bnb. İbrahim DÜLGER'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, başarılı olacağıma kayıtsız inanmış olan ailem ile sevgili eşim Seher ITİR'a, hayatımızın en güzel rengi biricik oğlumuz Murat'a ve sürekli desteğini arkamda hissettiğim ancak 1 Şubat 2007'de ani bir şekilde vefat ederek aramızdan ayrılan biricik Cemile Ablama teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. AKILLI KOKPİT ORTAMI.....	7
2.1. Akıllı Kokpit Ortamı Çalışmaları	9
2.2. Uçuş Otomasyonunda Yapay Zeka	11
2.3. Bilgisayar Oyunlarında Yapay Zeka	12
2.4. Uçuş Otomasyonu.....	13
3. AĞ MERKEZLİ HARP	15
3.1. Ağ Merkezli Harp Konseptinin Ortaya Çıkış Süreci.....	15
3.1.1. Askeri alanda devrim kavramı	15
3.1.2. Sistemlerin sistemi konsepti.....	22
3.1.3. Manevra harbi konsepti.....	24
3.1.4. Ağ merkezli harp konseptinin ortaya çıkışı	25
3.2. Ağ Merkezli Harp Kavram ve Konsepti.....	26
3.2.1. AMH konseptini etkileyen faktörler	27
3.2.2. Ağ Merkezli Harp	39

Sayfa

3.3. Hava Kuvvetlerinde AMH	55
4. OPTİMİZASYON TEKNİKLERİ	58
4.1. Optimizasyon Problemlerinin Çözüm Teknikleri	58
4.2. Evrimsel Algoritmalar	61
4.3. Genetik Algoritmanın Klasik Optimizasyon Algoritmalarından Farkı	63
4.4. Genetik Algoritma	64
4.5. Genetik Algoritmanın Çalışma Prensipleri	65
4.5.1. Popülasyon büyüklüğü ve kromozom uzunluğu	67
4.5.2. Çaprazlama ve mutasyon	68
4.5.3. Seçim	70
4.5.4. Uygunluk fonksiyonunun tanımlanması	72
5. GÖRÜŞ ÖTESİ ANGAJMAN UYGULAMASI	73
5.1. Hava Harekatında Hava-Hava Angajmanları	73
5.2. Örnek Görüş Ötesi Angajman Senaryosu	75
5.3. Uygulamanın Tanımı	79
5.4. Uygulamada Kullanılan Parametreler	80
5.5. Kromozom Yapısı	81
5.6. İlk Bireyin Oluşturulması	82
5.7. Süper Kromozomun Oluşturulması	83
5.8. Uygunluk Fonksiyonu	83
6. UYGULAMANIN DENEYSEL SONUÇLARI	87
6.1. Uygulamanın Farklı Parametreler İle Test Edilmesi	87
6.2. Uygulama Sonuçları	103

	Sayfa
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR	107
ÖZGEÇMİŞ	112

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Optimizasyon tekniklerine örnekler.....	59
Çizelge 4.2. Bir evrimsel algoritmanın temel adımları.....	62
Çizelge 4.3. Kromozomların seçilme olasılıkları.....	71
Çizelge 6.1. Senaryo -1 deneme -1 için genetik parametreleri	88
Çizelge 6.2. Senaryo -1 deneme -2 için genetik parametreleri	89
Çizelge 6.3. Senaryo -1 deneme -3 için genetik parametreleri	89
Çizelge 6.4. Senaryo -1 deneme -4 için genetik parametreleri	90
Çizelge 6.5. Senaryo -1 deneme -5 için genetik parametreleri	91
Çizelge 6.6. Senaryo -1 deneme -6 için genetik parametreleri	92
Çizelge 6.7. Senaryo -1 deneme -7 için genetik parametreleri	92
Çizelge 6.8. Senaryo -2 deneme -1 için genetik parametreleri	94
Çizelge 6.9. Senaryo -2 deneme -2 için genetik parametreleri	95
Çizelge 6.10. Senaryo -2 deneme -3 için genetik parametreleri	95
Çizelge 6.11. Senaryo -2 deneme -4 için genetik parametreleri	97
Çizelge 6.12. Senaryo -2 deneme -5 için genetik parametreleri	98
Çizelge 6.13. Senaryo -2 deneme -6 için genetik parametreleri	99
Çizelge 6.14. Senaryo -3 deneme -1 için genetik parametreleri	101

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. MSCFS'in çok kişilik oyun sürümünde iki oyuncu.....	8
Şekil 3.1. AAD ve gelişmekte olan yeni kavramlar.....	18
Şekil 3.2. Metcalfe kanunu.....	30
Şekil 3.3. Ağ merkezli işletme	31
Şekil 3.4. Ağ merkezli bir işletme olarak silâhlı kuvvetler.....	41
Şekil 3.5. Platform merkezli silah sistemi.....	45
Şekil 3.6. Platform merkezli angajman alanı	46
Şekil 3.7. Platform merkezli silah sistemleri ve komuta kontrolü	47
Şekil 3.8. AMH Uygulamalarının PM uygulamalara sağlayacağı katkı	48
Şekil 3.9. Ağ merkezli silâh sistemi ve komuta kontrolü	49
Şekil 3.11. AMH'te muharebe ortamı unsurları arasındaki ilişkiler	53
Şekil 3.12. Kosova Harekatında AMH'te taarruz zinciri.....	57
Şekil 4.1. Genetik algoritmanın genel akış diyagramı	67
Şekil 5.1. Görüş ötesi angajman senaryosu -1	75
Şekil 5.2. Görüş ötesi angajman senaryosu –2.....	76
Şekil 5.3. Görüş ötesi angajman senaryosu –3.....	77
Şekil 5.4. Görüş ötesi angajman senaryosu –4.....	77
Şekil 5.5. Görüş ötesi angajman senaryosu –5.....	78
Şekil 5.6. Görüş ötesi angajman senaryosu –6.....	79
Şekil 5.8. Süper kromozom yapısı	83
Şekil 5.9. Uzaklığa bağlı uygunluk fonksiyonu grafiği	84

Şekil	Sayfa
Şekil 5.10. Angle of açısai değeriine bağı uygunluk fonksiyonu grafiğı.....	85
Şekil 5.11. Aspect Angle açısai değeriine bağı uygunluk fonksiyonu grafiğı.....	85
Şekil 6.1. (1:1) Görüş ötesi angajman.....	88
Şekil 6.2. Senaryo -1 deneme -1 için füzenin atılması anı.....	88
Şekil 6.3. Senaryo -1 deneme -2 için füzenin atılması anı.....	89
Şekil 6.4. Senaryo -1 deneme -3 için füzenin atılması anı.....	90
Şekil 6.5. Senaryo -1 deneme -4 için füzenin atılması anı.....	91
Şekil 6.6. Senaryo -1 deneme -5 için füzenin atılması anı.....	91
Şekil 6.7. Senaryo -1 deneme-6 için füzenin atılması anı.....	92
Şekil 6.8. Senaryo -1 deneme -7 için füzenin atılması anı.....	93
Şekil 6.9. (2 : 2) Görüş ötesi angajman.....	94
Şekil 6.10. Senaryo -2 deneme -1 için füzenin atılması anı.....	94
Şekil 6.11. Senaryo -2 deneme -2 için füzenin atılması anı.....	95
Şekil 6.12. Senaryo -2 deneme -3 için ilk füzenin atılması anı.....	96
Şekil 6.13. Senaryo -2 deneme -3 için ikinci füzenin atılması anı.....	96
Şekil 6.14. Senaryo -2 deneme -4 için ilk füzenin atılması anı.....	97
Şekil 6.15. Senaryo - 2 deneme -4 için ikinci füzenin atılması anı.....	97
Şekil 6.16. Senaryo -2 deneme -5 için ilk füzenin atılması anı.....	98
Şekil 6.17. Senaryo -2 deneme -5 için ikinci füzenin atılması anı.....	99
Şekil 6.18. Senaryo -2 deneme -6 için ilk füzenin atılması anı.....	100
Şekil 6.19. Senaryo -2 deneme -6 için ikinci füzenin atılması anı.....	100
Şekil 6.20. (3:3) Görüş ötesi angajman.....	101
Şekil 6.21. Senaryo -3 deneme -1 için ilk füzenin atılması anı.....	102

Şekil	Sayfa
Şekil 6.22. Senaryo -3 deneme -1 için ikinci füzenin atılması anı.....	102
Şekil 6.23. Senaryo -3 deneme -1 için ikinci füzedden sonraki durum	102

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
AAD	Askeri Alanda Devrim
ADY	Ağ Destekli Yetenek
AMH	Ağ Merkezli Harp
AWACS	Air Warning and Control System
C2	Command and Control
C3	Command, Control and Consultancy
C4I	Command, Control, Communications, Computer, Intelligence
C4ISR	Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance
GA	Genetik Algoritma
HGE	Hava Görev Emri
HİK	Havadan İhbar ve Kontrol
ICE	Intelligent Cocpit Environment
İHA	İnsansız Hava Aracı
KTP	Karma Tamsayı Problemi
MSCFS	Microsoft Combat Flight Simulator
NADY	NATO Ağ Destekli Yetenek
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NCW	Network Centric Warfare
TA	Tabu Arama
THK	Taktik Hava Kontrolörü

1. GİRİŞ

Geçmişte teknolojinin gelişmesinde ve uygulanmasında büyük oranda askerî organizasyonlar öncülük etmişken, bugün bu durum tam tersine dönmüş ve ticarî sektördeki teknolojik değişimler askerî gelişmeleri etkilemeye başlamıştır. Önce iş dünyasında devrim yapan bilişim teknolojileri ve iletişim ağları yaygınlaşmış ardından muharebenin doğası gelişen teknoloji ile birlikte, köklü bir şekilde değişmeye başlamıştır. Ağ Merkezli Harp-AMH (Network Centric Warfare-NCW) buna en güzel örnek olup, mevcut muharebe usullerini köklü biçimde değiştirme potansiyeline sahiptir.

AMH temel olarak, ABD'nin küresel emellerini ve çıkarlarını koruyabilecek şekilde silâhlı kuvvetlerinin transformasyonunu gerçekleştirmek için kendi ihtiyaçları doğrultusunda, muharebe gücünü artırmak için geliştirdiği bir konsepttir. NATO, ABD'nin geliştirdiği AMH ve ABD'nin yakın müttefiki İngiltere'nin ortaya attığı Ağ Destekli Yetenek-ADY'ten (Network Enabled Capability-NEC) etkilenerek, AMH'ten daha az iddialı, daha yakın zamanda gerçekleştirilebilecek, NATO'nun transformasyonunda ve yeni kuvvet yapısında kullanmak üzere NATO Ağ Destekli Yetenek-NADY (NATO Network Enabled Capability-NNEC) çalışmalarını başlatmıştır.

ABD ve NATO ağ merkezliliği transformasyonun merkezine yerleştirmiş olup, bunu kuvvet yapılandırması, müşterek ve birleşik harekât, daha etkin teşkilat ve sorumluluklar, yeni doktrin ve konseptlerin uygulanması için fırsat olarak görmektedirler. Ağ merkezlilik kavramı ve AMH konsepti, ABD'de 1990'lı yıllardan itibaren gündemde olup, simülasyon ortamlarında ve gerçek harekât şartlarında denenmektedir. NATO yakın zamanda sınırlı da olsa, ülkelerin “plug and play (tak ve çalıştır)” tarzında katılacağı ağ merkezli müttefik harekât icra edebilme yeteneğini geliştirmeyi düşünmektedir.

Bilgi teknolojilerinin hızla gelişmesi, ülkelerin hava ve silah gücünü geliştirmek için

büyük paralar harcadığı klasik platform merkezli harp mantığının bırakılarak ağ merkezli harp (AMH) kavramının gündeme gelmesi sonucunu doğurmuştur.

AMH, bilgi sistemlerinin hareket ortamının tüm boyutlarına entegre edilmesini gerektirmektedir. Burada bilgi sistemlerinden beklenen sadece veri tabanı hizmetleri sunması değildir. Veri tabanında tutulan verilerin işlenerek “işlenmiş veriye” dönüştürülmesi ve “işlenmiş verinin” yorumlanarak “bilgi”ye dönüştürülmesi AMH açısından önemli bir gereksinimdir. Ancak bilgi sistemlerinden beklenenler bununla da sınırlı kalmamaktadır. “Veri”nin çeşitli süreçlerden geçtikten sonra “bilgi”ye dönüşmesinin ardından karar vericinin önüne “akıllı tahminlere” dayanan alternatif hareket tarzlarının konması, askeri harekate bilgi sistemleri tarafından sağlanması beklenen asli katkı olarak tanımlanmaktadır. Bu süreci hava hareketi açısından inceleyecek olursak genel olarak aşağıdaki adımlar karşımıza çıkmaktadır:

1. İhbar ve kontrol vasıtaları ile elde edilen tespitlerin veri ambarlarında depolanması, tasniflenmesi ve tüm birimler tarafından paylaşılabilme imkanının oluşturulması,
2. Elde edilen tespitlerin işlenerek teşhislerin oluşturulması ve bu sayede dost ve düşman ayrımının yapılması,
3. Dost düşman ayrımının, havada angajman gerçekleştirme durumu olan pilota görsel bir ortamda renk kodları ile kolay anlaşılır bir şekilde iletilmesi,
4. Savaş pilotunun angajman kararı aldığı noktada kendisinin önüne akıllı manevra tahminlerinin konulması,
5. Angajman sonunda düşman uçaklarında oluşan hasar konusunda pilota bilgi aktarılması.

Bu çalışmada 4.ncü adım olan pilotun önüne akıllı manevra tahminlerinin konulması hedeflenerek hava hareketinde önemli bir yer tutan ve savaş pilotlarının kabiliyetlerini limitlerinde kullanmalarını gerektiren görüş ötesi angajmana odaklanılmıştır. Yerde ve havada konuşlu radarlar tarafından elde edilen çeşitli verilerin işlenmesiyle oluşturulan hareket ortamı taktik resminde bir takım bilgilere

ulaşıldığı varsayılmıştır. Bu noktadan itibaren hareket ortamı taktik resminde bir takım bilgiler, optimizasyon tekniklerinden genetik algoritma kullanılarak geliştirilen bir uygulama ile değerlendirmiştir. Böylece görüş ötesi angajman sürecinde savaş pilotlarına, uygulayabilecekleri alternatif hareket tarzları üretilmiştir.

Yapılan çalışmada hareket ortamı iki boyutlu olarak simule edilmiş ve hedef uçakların nasıl takip edilerek hareket ortamında etkisiz hale getirileceğine optimizasyon tekniklerinden en yaygın olan Genetik Algoritma kullanılarak karar verilmiştir.

Problemin tanımı

Bir pilot uçuş görevini icra ederken pek çok göstergeyi kontrol etmek ve ona göre değişik manevralar yapmak durumunda kalmaktadır. Dolayısıyla pilota yardımcı olacak dönmesi gereken yönü veya kilitlenmesi gereken hedefi bildiren yardımcı sistemler geliştirilmektedir. İki uçak karşılaştığı zaman Görüş Ötesi Mesafe (Beyond Vision Range-BVR) ya da Kızılötesi (Infrared-IR) şeklinde iki çeşit füze atma durumu oluşmaktadır. Füze atmak için “aspect angle” ve “angle-off” diye adlandırılan iki uçağın birbirine göre pozisyonunu belirten açısal değerler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada avcı (dost) uçağın amacı angle-of değeri 30 dereceden daha küçük bir değerde ve ayrıca düşman uçağına karşıdan veya arkadan yaklaşabilmek için de aspect-angle değerini ise 0 ile 30 derece ya da 150 ile 180 derece arasında tutmaya çalışmaktır. İki uçak arasında verilen füze atım mesafesine göre de avcı uçağın füze atıp atmama kararını vermesi hesaplanmaktadır. İki avcı ve iki düşman uçağı karşılaştığında ise iki farklı uçağı kilitlendiklerinde optimum hareketlerini bulmaya çalışmaktadır. Geliştirilen algoritma ile N-N karşılaşmaların hepsi ele alınabilmektedir. Bu çalışmada asimetrik karşılaşmalar incelenmemiştir.

Literatür taraması

Savaş uçaklarının hedeflere optimum planlamasının ve hedef önceliklendirilmesinin nasıl yapılacağı konusunda genellikle Amerikan Hava ve Deniz Kuvvetlerindeki araştırma merkezleri tarafından yürütülen çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmalardan birisinde Calhoun, hedef programlama yöntemiyle matematiksel olarak modellediği problemi, sezgisel yöntemlerle elde ettiği başlangıç çözümünü kullanarak Tabu Arama (TA) algoritması ile çözmüştür. Yapılan çalışmada oluşabilecek durum değişikliklerine en az planlama değişikliği ile cevap verecek yeni bir planlama modülü yer almaktadır.

Çalışmada yer alan hedeflerin öncelik bilgileri, hedef programlamadaki amaç fonksiyonu değerleridir. Bir üst önceliğe sahip hedeflere planlama yapılmadan alt önceliğe sahip hedeflere planlama yapmama başka bir hedef önceliklendirme yöntemidir. Hedeflere planlama için çözüm tekniği olarak TA kullanılmıştır. Calhoun'un çalışması da Java programlama dili ile geliştirilmiştir [1].

Bir diğer çalışmada ise Koewler, farklı çözüm teknikleri kullanmak sureti ile kabul edilebilir bir zaman içerisinde hedef atama ve planlamayı ayrı ayrı gerçekleştiren yazılımı Java programlama dili ile geliştirmiştir. Koewler çalışmasında hedefleri gruplara ayırarak hedefler arasındaki öncelik ilişkisini grup yapısına uygun şekilde oluşturmuştur.

Aynı gruba ait hedeflerin tamamına yapılan planlama, sonraki gruba planlamaya başlamak için ön şart olarak kabul edilmekte ve bir grup planlaması tamamlanmadan diğer grubun planlamasına geçilmemektedir. Hedeflerin gruplandırılması bir çeşit önceliklendirme yöntemi olarak değerlendirilebilir. Gruplandırılma işlemi tamamlandıktan sonra sezgisel yöntemlerle başlangıç çözümü oluşturularak genetik algoritma ile daha iyi çözümler araştırılmaktadır [2].

Li, Curry ve Boyd ise, hava araçlarından oluşturulan paketleri hedeflere planlarken, problemi bir karma tamsayı problemi olarak etkisiz hale getirilen hedef değerini maksimize etmeyi amaçlayan bir maksimizasyon problemi olarak modellemişlerdir. Problem iki aşamada çözülmüştür. İlk aşamada, harekât alanında yalnızca hedeflerin var olduğu kabul edilmiş, herhangi bir koruma unsuru düşünülmemiş ve planlama bu kabul üzerine gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise hedeflerin çevresinde, hedefleri korumak amacıyla yerleştirildiği varsayılan hava savunma üniteleri de planlama için gözönüne alınması gereken birer faktör olarak değerlendirilmiştir.

Diğer iki çalışmadan farklı olarak bu çalışmada, hedefleri belirli kategorilere ayırarak aynı kategoriye ait bütün hedefleri aynı değerle değerlendirmek yerine, her hedefe farklı bir ağırlık verilmiş ve en yüksek getiriye sağlayan planlamaya ulaşılmaya çalışılmıştır [3].

Castro, hava araçlarının harekât alanında planlaması ile ilgili önemli çalışmalardan birisini yapmıştır. Castro'nun çalışmasında planlamaya başlangıç noktası, hedef önceliklendirmesinin tamamlandığı ve planlama yapılacak hedeflerin belirlendiği noktadır. Problem karma tamsayı problemi olarak planlama yapılmayan hedef değerlerini en aza indirmeyi amaçlayan bir minimizasyon problemi şeklinde modellenmiştir.

Çalışmanın ilk safhasında, statik planlama gerçekleştirilmiştir. Bu planlamada hava araçları bir planlama gününde yalnızca bir kez kullanılabilmektedir. İkinci safhada, dinamik planlama gerçekleştirilmiştir. Bu planlamada hava araçları bir günde birden fazla kullanılabilmektedir. Son safhada ise harekât ortamındaki değişikliklere karşı minimum değişikliği gerçekleştiren planlamayı oluşturan model, hem statik hem de dinamik süreç için oluşturulmuştur [4].

Gürdal, çalışmasını hava-yer görevlerinin planlamasını esas alan yaklaşımla gerçekleştirmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde diğer çalışmalardan farklı olarak hedefleri statik bir yaklaşımla değerlendirmek yerine oluşturduğu hedef grupları

içerisinde hedef tiplerinden bağımsız hedef önceliklendirmesine gitmiştir. Hedef önceliklendirmesinden sonra atama işleminin birinci basamağında böl ve sınırla (branch and bound) tekniğini kullanarak ikinci basamakta kullanacağı GA için başlangıç popülasyonunu elde etmiş, ikinci basamakta GA ile daha iyi çözümlere ulaşmış ve ulaştığı en iyi çözümden hareketle üçüncü basamakta ilk böl ve sınırla algoritmasından daha dar bir arama uzayında arama gerçekleştirerek olası daha iyi bir atamaya ulaşmaya çalışmıştır [5].

2. AKILLI KOKPİT ORTAMI

Wright kardeşlerin ilk uçağı yapmalarının üzerinden 100 yıldan fazla zaman geçmiştir. Bu süreçte uçak teknolojileri muazzam ölçüde gelişmiş, dünya üzerindeki uçak sayısı artmış ve bazı yerlerde hava trafiğı kalabalık hale gelmiştir. Böylece pilot için bilgi yükü sürekli olarak artmıştır. Bu durum askeri pilotlar için daha da belirgindir. Ayrıca, askeri pilot havada ve yerde onlarca millik bir alanda yer alan dost ve düşman uçaklarını izini takip etmek zorundadır.

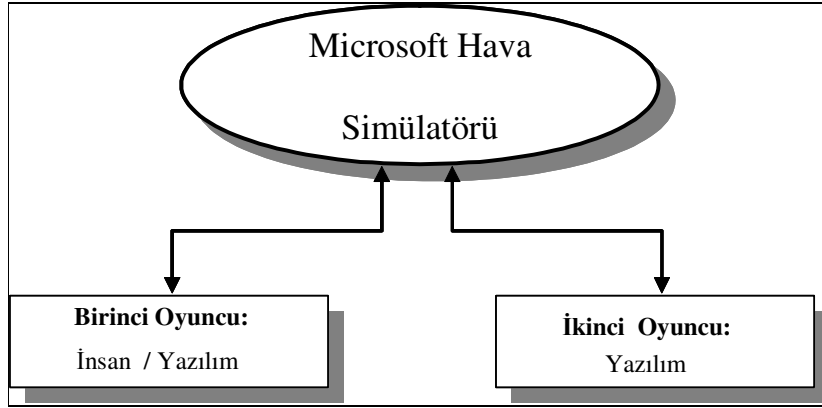
İnsanlar, bu tür durumlarda, doğal olarak bilgisayarın kendilerine yardımcı olabileceğı yolları araştırmışlardır. Böylece, kokpitte insan destek sistemlerinin kullanımına ilişkin araştırma ve tasarım çalışmaları başlamıştır. Akıllı kokpit ortamı (Intelligent Cocpit Environment - ICE) projesi, Delft University of Technology'nin Bilgi Bazlı Sistemler grubunun projesidir. ICE projesinin amacı, akıllı ve durumun farkında olan mürettebata yardımcı sistemlerin geliştirilmesinde kullanılacak hesaplanabilir tekniklerin tasarımı, test edilmesi ve değerlendirilmesidir [6].

ICE projesi kapsamında, konum-tanıma, karar verme, uçuş planlama ve uçuş kontrolü gibi farklı uçuş otomasyon alanları belirtilmiştir. Bu durum, modern uçuş otomasyonu için fikir ve yöntemler doğurmuştur. Bunların bir çoğı, diğer fikirlerle ilişkisiz olarak tek başına, başarılı bir şekilde test edilmiştir. Fikirler birleştirilmemiş ya da birinin diğer üzerindeki etkisi incelenmemiştir. Örneğın, iyi bir konum-tanıma yöntemi karar vermeyi geliştirebilir.

ICE Projesi ile uçuş otomasyonu için yeni yöntemlerin tasarlanıp geliştirilip test edilebileceğı bir yapı ortaya çıkarılmıştır. ICE projesi, tek tek konum-tanıma, karar verme ve uygulama süreçleri üzerine odaklanmıştır.

ICE projesi gibi projeler, genellikle bilgi dağarcığı (corpus) bazlı yaklaşım kullanmaktadır. Yani, otomatik süreç bir insandan-uzmandan, uçuş otomasyonunda ise yine bir insandan (pilot) modellenmiştir. Bu projede tasarım bazlı bir yaklaşım

kullanılmıştır. Süreçler bir pilottan değil, mümkün olan en iyi performans için şimdiye kadar yayınlanmış teknik dokümanlardan modellenmiştir. Öte yandan, daha iyi ve kolay olacağı düşünüldüğünde belli durumlar için insan modeli kullanılmıştır. ICE Projesinin amacı, Microsoft Muharebe Uçuş Simülatorü (Microsoft Combat Flight Simulator – MSCFS) oyununu oynayabilen bir oyuncu veya ajan (agent) oluşturmaktır. Bu simülator oyununda oyuncu, bire bir it dalaşında rekabetçi (competitive) olmalıdır. Oyuncunun düşmanı başka bir insan ya da bilgisayar programı olabilir. Şekil 2.1 ‘de MSCFS’nin çok kişili oyun versiyonunda iki oyuncunun nasıl rol alabileceği durumu gösterilmektedir.



Şekil 2.1. MSCFS’in çok kişilik oyun sürümünde iki oyuncu

Oyuncu, ICE projesinde bulunan yöntemleri, programın gelecekteki araştırmalar için deneme ortamı olarak kullanılabilmesi için, esnek bir tasarım ve iyi bir uygulama ile birleştirmelidir.

Delft University of Technology’nin Bilgi Bazlı Sistemler grubunun geliştirmiş olduğu ICE projesi, ilgili projeler hakkında literatür çalışması, oyuncunun modellenmesi/tasarımı ve oyuncunun C++ uygulaması formatında bir prototipinin oluşturulması aşamalarından oluşmuştur.

Öncelikle, botun gerçekten oyuncu gibi olması önemlidir. Bu, programın algılaması, düşünmesi ve tamamen kendi başına hareket etmesi anlamına gelmektedir.

Geliştirilen Bot MSCFS oyununu oynarken başka bir bilgisayar programı ya da bir insandan yardım almadan bağımsız olarak hareket edebilmektedir.

Geliştirilen modeli zorlaştıran en önemli sebeplerden birisi Bot'un simülatör oyununu insanlar gibi oynamasının istenmesidir. Yani bot hile yapamayacaktır. İnsanlar, oyunda yükseklik, hız ve uçaklar arası uzaklık gibi durum parametrelerini görmektedir. Dolayısıyla, oyuncu da sadece bu parametreleri görebilecektir. Elbette, temel parametreler elde edildikten sonra bir bilgisayar programı diğer parametreleri kendi başına hesaplayabilir. Ayrıca oyuncunun verimi de insanın verimi ile aynı olacaktır. Örneğin, oyuncu konumunu kendiliğinden ayarlayamayacak, tıpkı oyuncuların oyun çubuğukullanmak sureti ile yaptıkları gibi irtifa ve kanatları ayarlayabilecektir.

MSCFS gerçek zamanlı bir oyundur. Dolayısıyla oyuncu da gerçek zamanlı bir oyuncu olmalıdır. Yani, oyunu kaybetme riski olduğu için, program strateji oluşturmak adına ilave zaman kullanamayacaktır. Ayrıca, oyuncu programı çalışırken MSCFS'de çalışmakta ve oyun kendi başına bir sürü CPU zamanı harcamaktadır. Her şeyin düzgün çalışması için program maksimum %20 CPU zamanı kullanmaktadır.

Program, gelecekteki araştırmalar için uygun bir deney alanı olması için, bağımsız parçaların yenileriyle değiştirilebilir, geliştirilebilir ve yer değiştirebilir olması için esnek ve modüler yapılmıştır. Böylece, gerekli olması durumunda yeni modüllerin eklenmesine imkan tanınmıştır.

2.1. Akıllı Kokpit Ortamı Çalışmaları

Uçuş otomasyonu ve zeki bilgisayar oyunları alanlarında yapılmış olan bir çok çalışma vardır. Delft University of Technology'nin Bilgi Bazlı Sistemler grubunun geliştirmiş olduğu ICE projesinin amacı MSCFS oynayabilen bir it dalaşı ajanı geliştirmektir. Ayrıca bu ajanı yaratmakta kullanılabilecek metod ve tekniklerin varolduğunu ispatlaması açısından da ilginç bir çalışma olmuştur.

ICE projesinin amacı, mürettebat yardım sisteminde kullanılabilen bilişsel teknikleri tasarlamak, test etmek ve yapay zekaya sahip durum uyarı sistemi geliştirmektir [6]. Yapay zeka metodlarından faydalanan ICE, öncelikle veri füzyonu, veri işleme ve akıl yürütme konularına odaklanmıştır. ICE projesinde ele alınan konuları şöyle sıralayabiliriz:

1. Durum tanıma
2. Görev veya uçuş plan izleme
3. Saldırı yönetimi
4. Pilot işyükü izlemesi

Şimdiye kadar ICE projesi kapsamında yapılan çalışmaların çoğu, durum tanınması(situation recognition). Farklı çalışmalarda, farklı teknikler ile çalışılmıştır. Örneğin Mouthaan, 2003’de bir Bayesian belief ağını, Capkova ise 2002’de yapay sinir ağını kullanan bir metod ile çalışmışlardır [7,8]. Tespit edilmesi gereken durumlar, bir it dalaşındaki en önemli durumlardan farklıdır. Bir it dalaşında durumların çoğu saldırıya uğrayan ya da saldıran iki uçakla ilgilidir. ICE projesindeki bütün çalışmalar ise şimdiye kadar, 'Taxiing' veya 'Sağa dön' gibi tek hava aracını ilgilendiren durumlarla ilgilenmektedir.

ICE projesinin içinde başka bir ilginç çalışma olarak Andriambololona’nın, 2003’deki çalışması ele alınabilir [9]. Bu çalışma, bir it dalaşı ajanı için karar alma süreçlerini içermektedir. Burada amaç, insan pilotlar tarafından alınan kararlar gibi bir karar örgüsü içeren karar ağacı oluşturmaktır . Yine de bu çalışmanın sonuçları, gerçek zamanlı bir it dalaşı ajanında önerilen bu karar ağacı modelini kullanmak için yeterli neden olarak görülmemiştir. Üstelik teklif edilen metodun yeteri kadar ayrıntılı olmaması onun bu işte dosdoğru kullanılmasını da imkansız hale getirmektedir.

ICE projesinin içinde burada irdelenecek son çalışma otonom bir uçuş botunun yapımıdır [10]. Bu çalışma, tanımlanmış bir uçuş planı çerçevesinde uçabilen bir

uçuş ajanının oluşturulması konusunun irdelemektedir. Ajan ilk olarak, uçuş planının, doğru ve tutarlı olup olmadığını kontrol eder, daha sonra ise uçuş planını uygulamak için zorunlu olan ardışık adımları tanımlar. Son adım, uçuş planının asıl uygulamasıdır. Bir it dalaşında önceden tanımlanan bir uçuş planı, uygun değildir, ama özel adımların uygulaması, bir it dalaşı ajanında zorunludur.

2.2. Uçuş Otomasyonunda Yapay Zeka

ICE'dan başka bir şekilde kendini uçuş otomasyona odaklamış olan birçok proje mevcuttur. Mevcut projeler arasında çok ilginç ve özgün olanlar da bulunmaktadır. Projelerin çoğunda simule edilmiş bir ortam, yeni fikirleri test etmek için kullanılır. ICE projesinde bu yöntem kullanılmaktadır. Simule edilmiş bir ortamda, fikirleri test etmek gerçek dünya koşullarına nazaran çok daha kolay, çok daha hızlı, çok daha az tehlikeli ve çok daha ucuzdur.

Uçuş otomasyonunun birçok farklı yönü ve tabii ki bu konularda yapılmış birçok araştırma vardır. MSCFS hakkındaki en ilginç projeler uçuş simülörleri için otonom ajanlardır. Projelerin birçoğunda ICE projelerinde olduğu gibi karar alma stratejisi üzerinde yoğunlaşmıştır. Durum tanınması (situation recognition), uçuş ajanları ile ilgili projelerde çoğunlukla büyük bir konu olarak ele alınmaz ve hatta çalıştırmadan (execution) bahsedilmez. Bu sebeptir ki uçuş manevralarının otomatik olarak gerçekleştirilmesi, uzun yıllardır gerçek dünya durumlarında kullanılmıştır ve bir problem görülmemiştir.

Birçok projede dinamik, kompleks ve gerçek zamanlı simulasyon ortamı, projenin en büyük tartışılabilir konusu olarak görülmektedir. Uçağın ve rakip(ler)in yerleri, sabit olarak ya da hiçbir sebep olmadan değişir. Uçulan ortam gerçek zamanlıdır yani sebepleri değerlendirecek ve uzun süren algoritmaların çalışabilmesinin ortaya çıkaracağı zaman problemlerini tolere edebilecek bir imkan yoktur.

Bu konudaki ilginç projelerden biri, askeri bir simülörde askeri görevlerle uçabilen

ajanlar hakkındadır [11]. Ajanlar, pilotlara hem düşman hem de müttefik pilotlar yaratmak için kullanılırlar. Ajanlar, Soar sistem içerisinde oluşturulur. Soar sistem, gerçek zamanlı simülasyonlar için ajanları oluşturmak için tasarlanan kural tabanlı(rule-based) bir sistemdir. Bu projedeki kararlar, çoğunlukla bir it dalaşı durumundaki kararlardan daha yüksek bir düzeydedir. Örneğin bu sistemde bir kural, 'Eğer bir düşman uçağı, bizim önümüzdeyse, it dalaşına başla' olabilir. Bu durumda it dalaşının, nasıl uygulanacağı konusu açık değildir. Bu, çoğunlukla uçuş otomasyonlarında karar verme ile ilgili projelerde gerçekleşen durumdur. Birçok projede, ortaya konan tamamlanmış bir çalışma yoktur. Dolayısı ile daha detaylı ve düşük seviyeli kararlar belirlemeye ihtiyaç olmamıştır. Fakat Soar projesinde tamamlanmış gerçek zamanlı bir çalışma vardır. Bundan dolayı bir it dalaşı durumuyla karşılaştırılabilecek durumlar sözkonusudur. Belki de ajanların it dalaşı yeteneği, üzerine çok düşülen ve geliştirilmek istenen bir konu değildir. Projenin amacı gerçek it dalaşı eğitiminden çok farklı askeri görevlerde eğitimidir.

2.3. Bilgisayar Oyunlarında Yapay Zeka

Bilgisayar oyunlarında yapay zeka 70 lerde bilgisayar oyunlarının ortaya çıkmasıyla birlikte görülür.Yakın zaman da bilgisayar oyunlarında yapay zekaya olan ilgi bir kaç sebeple büyümüştür [12]. Bunlardan birisi, teknolojiye paralel olarak gittikçe karmaşıklaşan bilgisayar oyunlarında insan oyuncular için ilginç dijital rakipleri yaratmak zorunluluğudur. Gittikce daha çok zaman ve para, yeni bir bilgisayar oyununu yaratmakta harcanır hale gelmiştir. Bilgisayarda insan unsuruna karşı rakip olarak daha başarılı yapay zekanın sunma uğraşısı, yapay zeka çalışmalarını daha da ileriye götürmüştür.

Bilgisayar oyunlarında yapay zeka kullanımına ilgiyi için başka bir önemli sebep, akademik dünyadan gelir. Bir bilgisayar oyunu gibi simule edilmiş bir çevrenin yeni fikirleri test etmek için çok daha kolay, hızlı ve ucuz olduğu değerlendirilebilir. Buna rağmen, şimdiye kadar bilgisayar oyunlarında yapay zeka'nın en başarılı projelerinin kullanımı yerine karar ağaçları gibi daha basit yapay zeka uygulamaları

kullanılmıştır. Simule bir çevrenin karmaşıklığı, bir gerçek - dünya durumundan daha aşağı olabilir, ama modern görüntü oyunlarının karmaşıklığı, şimdiden yüksek bir hale gelmiştir.

Bu alanda ilginç bir başka proje, Quake III arena için botun geliştirilmesidir [13]. Bu projede Quake oyunu oynayan insan oyuncular için ilginç ve ilgi çekici bir rakip olarak hizmet eden yapay bir oyuncu oluşturulur. Geliştirilen bot bir düzlemin haritasını öğrenmek için normal insanlar gibi oyunu oynamaya ihtiyaç duyar. Quake III arena botu işin içinde ticari maksat olduğu için başarılı bir şekilde geliştirilmiştir. Quake III arena botu, yapay zeka uygulamasının sürprizlerden uzak bir sınırlı makine ve kural-temelli sistemde gerçekleştirilebileceğini kanıtlamıştır.

Bilgisayar oyunlarında tamamen temel yapay zeka tekniklerinin başarısına rağmen, bilgisayar oyunlarında daha ileri yapay zeka tekniklerinin kullanımında sinirsel şebekeler, kalıtsal seçimle birleşiminde kullanıldığı birçok araştırma vardır [14]. Bu proje, bir strateji oyununda, gerçek oyunculara meydan okuyabilecek, yeni stratejileri keşfedebilen yapay zekayı yaratmanın mevcut yapay zeka uygulamaları ile mümkün olduğunu göstermektedir. Yine de projelerin başarısı, daha çok bilgisayar oyununun basitliğine bağlıdır. Şimdiye kadar ileri derecede karmaşık yapay zeka uygulamaları sadece bir kaç oyunda denenmiştir.

2.4. Uçuş Otomasyonu

Uçuş otomasyonu alanında bir çok araştırma yapılmıştır. ICE projesi ve uçuş otomasyonu ile ilgili diğer projeler, uçuş otomasyonunun, durum tanınması, karar gibi bütünüyle farklı görüşlerini de araştırmayı kapsamaktadır. Üstelik kendisi gibi karmaşık bir bilgisayar oyununu oynayabilen başarılı ajanlar (örneğin Quake) da yapılmıştır. Bir görüş ötesi angajman ve yakın angajman ajanının oluşturulabilmesi için yukarıda sayılan her şeyin birleşimi gerekir. Uçuş otomasyonunun birçok farklı yönü, MSCFS'e oynayabilen bir ajanda birleştirilmiştir. Yine de bir görüş ötesi angajman ve yakın angajman ajanının performansı, önceden tahmin edilemez. Neyin

ne olduğuna karar verebilmesi için tek yöntem, görüş ötesi angajman ve yakın angajman ajanını tasarlamak, geliştirmek ve onu bütün yönleri ile test etmektir.

3. AĞ MERKEZLİ HARP

Bu bölümde önce ağ merkezli harp konseptinin ortaya çıkış anlatılmış, ardından AMH konusu detaylı olarak sunulmuştur.

3.1. Ağ Merkezli Harp Konseptinin Ortaya Çıkış Süreci

Soğuk Savaş'ın sona ermesi ve güvenlik ortamının değişmesi üzerine gelişmiş ülke orduları, özellikle ABD Silâhlı Kuvvetleri, geleceğin ihtiyaçlarına cevap verecek bir askerî güç oluşturmak maksadıyla “askerî alanda devrim” ve “transformasyon” çalışmalarını başlatmışlardır. Anılan çalışmalar kapsamında, konsept ve vizyon dokümanlarında öngörülen yetenekleri elde etmede teknolojik uygulamalar ile liderlik ve yönetim uygulamalarının entegre edilmesini öngören “Ağ Merkezli Harp” konsepti son yıllarda ön plana çıkan çözüm yaklaşımlarının en önemlilerinden birisi olmuştur.

AMH kavram ve konseptinin tanımına ve detaylarına geçmeden önce ve bu konsepti daha iyi anlayabilmek için, AMH konseptinin oluşmasına yön veren ve kaynaklık eden “Askerî Alanda Devrim” (AAD) çalışmaları ile, “Sistemlerin Sistemi” ve “Manevra Harbi” konseptlerinden bahsetmek gerekmektedir.

3.1.1. Askeri alanda devrim kavramı

20'nci yüzyılın sonlarına doğru, dünyada meydana gelen siyasî, ekonomik ve teknolojik alandaki köklü değişiklikler sonucu özellikle gelişmiş ülkeler tarafından askerî alanda da bir değişime ihtiyaç duyulmuştur. Özellikle bilgi teknolojilerindeki baş döndürücü gelişme ve sivil ticarî sektördeki inanılmaz başarılar, silâhlı kuvvetlerin sivil organizasyonları örnek alarak muharebe alanında üstünlük sağlamak için bilgi teknolojilerinden istifade etmenin yollarını araştırmaya başlamalarına neden olmuştur.

Yeni kuvvet yapılanması ihtiyacı ve bilgi teknolojilerindeki üstünlükten yararlanma

isteğinin de etkisiyle ABD’de 21’nci yüzyıl silâhlı kuvvetlerinin ihtiyaçları tartışılmaya başlanmış ve bu tartışmalar sonucunda hemen sayısal indirime gitmek yerine öncelikle gelecekteki ordunun nasıl bir yapıda olacağının ve tehditleri ne şekilde bertaraf edeceğinin belirlenmesinin daha uygun olacağına karar verilmiştir. Bu çalışmalar esnasında, mevcut teknolojik imkanlardan en üst seviyede yararlanma fikrinin ilk etapta ön plana çıkmasının nedeni, en güçlü olunan alandan istifadeyle, muhtemel düşmanlara karşı mutlak üstünlük sağlanması isteğidir [15].

Rakiplere karşı elde edilmek istenen mutlak üstünlüğün sadece askerî birliklerin teknolojiyi kullanılmasıyla sağlanamayacağı anlaşılmış ve geniş kapsamlı bir kuvvet yapılanması için yeni vizyon, konsept ve doktrinler ortaya konularak AAD çalışmalarına başlanmıştır. AAD, geleceğin ve yüksek teknolojinin kullanılacağı muharebe ortamının ihtiyaçları sonucu ortaya çıkmış ve beraberinde birçok yenilikler getirmiştir.

Bu konudaki öncü çalışmalar 1970’li yıllarda Sovyet askerî yetkilileri tarafından “Askerî-Teknik Devrim” adı altında yapılmıştır [16]. 1980’li yıllarda ABD’de askerî ve akademik çevreler tarafından tartışılmaya başlanan bu kavram; değişimin sadece askerî teknolojide değil, ayrıca askerî teşkilat, taktik ve konseptlerde de gerekli olduğu gerçeğinin fark edilmesi sonucu “Askerî Alanda Devrim” olarak adlandırılmıştır. Buradaki “devrim” ifadesinde, değişimin mutlaka hızla veya birden bire olmasından ziyade değişimin köklü, etkili ve eskiyle yeni arasındaki farkın büyük olması anlamı ön plana çıkmaktadır.

Askerî alanda devrim ve özellikleri

Günümüzde AAD kavramı, silâh sistemlerindeki yeniliklere ilave olarak, müşterek harekâtı ön plana çıkaran, gelecekteki rakiplere üstünlük sağlamayı hedefleyen komuta, kontrol ve bilgi yeteneklerinin geliştirilmesine yönelik bir girişim haline gelmiştir. Ayrıca, sivil sektörde kullanılan fonksiyonel teknoloji ve konseptlerin askerî alanda kullanılması ve yüksek teknolojiiden istifade edebilen daha küçük bir

silâhlı kuvvetlerin oluşturulması AAD kapsamında düşünülmektedir.

Son yaklaşımlar doğrultusunda AAD kavramını; “yeni teknolojilerin, harekâtın icrasını ve karakterini temelden değiştiren yeni teşkilat, doktrin ve operatif konseptler ile beraber yaratıcı bir şekilde uygulanması sonucu, muharebenin icrasının tabiatındaki ana değişimdir” şeklinde tanımlamak mümkündür.

AAD’nin teknoloji, teşkilat ve doktrin/konsept olmak üzere üç farklı boyutu bulunmaktadır. Bazı düşünürler tarafından devrimin teknik özellikleri ön planda tutulurken bazıları tarafından teşkilat ve doktrin/konsept ile ilgili yönüne vurgu yapılmaktadır. Hangi boyutu ele alınırsa alınsın bunların birbiriyle mutlaka etkileşim içinde olacağı muhakkaktır.

AAD, yeni teknoloji ve sistemlerin etkilerine göre üç farklı yapıda tezahür edebilir. Bunlardan ilki, tek bir teknolojinin devrim niteliğinde değişime neden olduğu “Tekli-AAD”dir [17]. Örneğin, 1940 ve 1950’lerdeki nükleer fizyon ve füzyon teknolojilerinin oluşturduğu AAD tek bir teknolojiye dayanmaktaydı. Aynı şekilde, barutun kullanımı ile oluşan ve kara harbinde sahra topçusu ile piyade tüfeklerini sahneye çıkaran AAD’de teklidir.

AAD’nin ikinci türü “Çoklu-AAD”dir. İki Dünya Savaşı arasındaki dönemde meydana gelen yeniliklerin (yıldırım harekâtı, uçak gemisi, amfibi harekât ve stratejik bombardıman) yarattığı AAD farklı alanlardaki (kara, deniz ve hava kuvvetlerindeki) sistemlerin bir araya gelerek oluşturdukları bir devrimdir. Bu tip AAD’de yeni sistemlerin birbirleriyle etkileşimi çok azdır. Harekâtın değişik safhâlarında ve farklı zaman ve mekanında etkindirler.

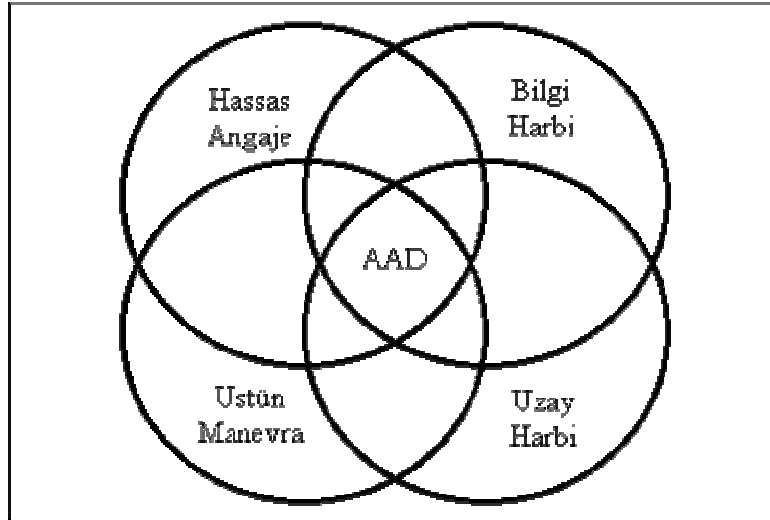
Bugün belirmekte olan üçüncü tür AAD ise “sistemlerin sistemi” yaklaşımından yararlanan “Entegre-AAD” olarak nitelendirilmektedir. Entegre-AAD’de, toplam sistem AAD’sinden farklı olarak, bütün yeni sistemlerin katkılarının entegre edilerek aynı anda kullanılması sonucu elde edilecek sinerji tarafından devrim meydana

getirilmektedir.

Günümüzde AAD çalışmaları ağırlıklı olarak “sistemlerin sistemi” yaklaşımı doğrultusunda gelişmesine devam etmektedir. Özellikle C4ISR sistemlerinin entegrasyonu, hassas angaje, bilgi harbi, uzaydan istifadenin yaygınlaşması vb. hususlar ön plana çıkmaktadır.

Askerî alanda devrim ve harekât ortamındaki değişiklikler

AAD çalışmaları sonucunda harbin ve harekâtın yapısının değişeceği, yeni yaklaşımların ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir. Mevcut çalışmalarda Şekil 3.1’de gösterildiği üzere “hassas angaje, üstün manevra, bilgi harbi ve uzay harbi” olmak üzere dört yeni kavram ve konsept ön plana çıkmaktadır [17].



Şekil 3.1. AAD ve gelişmekte olan yeni kavramlar

Hassas angaje

Hassas angaje elde etmeye yönelik çalışmaların geçmişi 1970’li yıllara kadar dayandığından, AAD çalışmalarında geliştirilmekte olan kavramlardan en iyi anlaşılanın hassas angaje olduğu söylenebilir. NATO tarafından, Sovyet tehdidi

karşısındaki sayısal zaafiyeti gidermek maksadıyla geliştirilen “Takip Eden Kuvvetlere Taarruz” (Follow-on Forces Attack-FOFA) konsepti hassas angaje kavramının temel çıkış noktasını oluşturmuştur.

NATO, FOFA konsepti gereği hassas angaje silâh sistemleri geliştirmekle manevra yönünden bir kuvvet çarpanı elde etmeyi amaçlamıştır. Ancak, daha sonraki gelişmeler ve 1991 yılında Körfez Savaşı’nda elde edilen tecrübeler, derinlikte yapılacak hassas vuruşların sadece manevra yönünden bir kuvvet çarpanı yaratmakla kalmadığını, uygun kullanıldığında aynı zamanda kesin sonuç da sağlayabileceğini göstermiştir.

Hassas angaje yeteneğinin muharebe gücüne olan katkısı ve stratejik hedefleri vurmadaki artan başarısı nedeniyle, hassas angaje sayesinde nükleer silâhların etkilerine eşdeğer bir kabiliyete sahip olunabileceği düşünülmeye başlanmıştır. Elde edilecek güce ilave olarak, hassas angaje sayesinde nükleer silâhların sivilleri de kapsayan sınırsız zayıat özelliği yerine hasmın dikkatle seçilmiş ağırlık merkezlerinin vurulması ve kesin sonucun alınması hassas angajenin üstün yönlerini oluşturmaktadır.

Hassas angaje kavramı harbin yapısını değiştirebilecek özelliktedir. Hassas angaje, kuvvetlerin taktik, operatif ve stratejik seviyelerini birbirine yaklaştırmakta, koordinasyon ve hedefleri uzak mesafelerden tespit ve teşhis yeteneği ihtiyacını artırmaktadır. Tüm bu ihtiyaçlar ve yetenekler harbin icra şeklini kökten değiştirebilecek özelliktedir. Bu nedenle, hassas angaje yeteneğinin yeni konsept ve teşkilat yapısının ortaya konmasında temel bir faktör olacağı ve değişimi zorunlu hale getireceği değerlendirilmektedir.

Bilgi harbi

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler sonucu bilginin ve bilgi sistemlerinin önemi artmış, harbin boyutları arasına “bilgi” de katılmıştır. AAD çalışmalarında bilgi

üstünlüğünün sağlayacağı avantajlar gözden kaçmamış ve bu konuya gereken önem verilmiştir. Anılan kapsamda, bilgi ortamını kontrol etmek için iki veya daha fazla tarafın mücadelesi anlamına gelen bilgi harbi/harekâtı temel kavramlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde bilgisayar, yazılım ve sayısal sistemlere bağımlılık giderek artmakta ve bilgi harekâtına karşı hassasiyet artmaktadır. Söz konusu bağımlılık ve bunun sağlayacağı avantaj ve dezavantajlar askerî harekâtın yapıma biçiminde köklü değişikliklere neden olabilecek özelliktedir. Sayısal sistemlerin artması ve bilgi harekâtı dikkatlerin silâh platformlarından komuta kontrol, muhabere ve istihbarat sistemlerine kaymasına ve son yıllarda bu alanlara daha çok yatırım yapılmasına neden olmuştur.

Bilgi teknolojileri sayesinde, birbirinden ayrı unsurların irtibatlandırılarak entegre edilmesi sonucu teşkilatlanmada ve görevlerin yapılış şeklinde yeni açılımlar ortaya çıkmıştır. Bu gelişmeler, AAD'nin ilham kaynaklarından biri olmuş ve yapılan çalışmaların yönünü belirlemiştir.

Üstün manevra

Manevra, tarihin her döneminde harbin temel prensiplerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. AAD çalışmalarında da manevraya gereken önem verilmesine rağmen, manevranın gelecekte daha iyi nasıl icra edilebileceği de sorgulanmıştır. Anılan kapsamda; hassas angaje, bilgi harbi ve uzay harbinden de istifadeyle, hasmın ağırlık merkezini tesirsiz hale getirerek kısa sürede harbin nihaî hedefine ulaşılmasını sağlayacak bir hareketin icra edilmesini amaçlayan “üstün manevra” kavramı ortaya çıkmıştır.

Üstün manevra, hassas angaje ve bilgi harbinden istifade edilerek hasmın kaynaklarının imha edilmesini ve durum hakkındaki bilgilerinin bozulmasını, manevra ile ağırlık merkezinin vurulmasını ve hasmın dost tarafın isteklerini kabul

etmekten başka seçeneğinin bulunmadığı bir hale sokulmasını öngörmektedir.

Klasik manevra kavramında, ateş desteği ile birlikte birliklerin muharebe ortamında hasma göre avantajlı bir konuma gelmesi için hareket etmesi ön planda iken, üstün manevra kavramında ise, doğrudan harbi sonlandıracak hedefleri bertaraf etmek için birliklerin harekât alanının herhangi bir yerine konuşlandırılabilmesi, sadece ateşlerin etkisi ile birliktelik değil; hassas angaje, bilgi harbi ve uzay harbinin de etkilerinden istifadeyle sinerji oluşturulması ön plandadır. Üstün manevra yeteneği için, birliklerin hareket kabiliyeti, stratejik intikal, lojistik destek gibi yetenekler önem kazanmaktadır.

Uzay harbi

Günümüzde, uzay genellikle satıhtaki kuvvetleri istihbarat ve muhabere yönünden desteklemek maksadıyla kullanılmasına rağmen, yakın gelecekte mevcut kullanım şekillerinin gelişmesi ve uzayın yeni bir harp ortamı olması beklenmektedir. Uzaydan istifade, harp edenler için çok büyük imkanlar sağlamaktadır. Uzay harbi, geniş bir alanda gerçek zamanlı olarak harekât yürütme imkanı vermektedir. Bu nedenle, ülkelerin uzay çalışmalarına olan ilgisi giderek artmakta ve bu yönde yetenek kazanılmaya çalışılmaktadırlar. Uzaydan istifade edebilme yeteneğinin zamanla diğer ülkeler tarafından da kazanılması sonucu uzaydaki aktör sayısının yakın gelecekte artması beklenmektedir.

Yakın geçmişte, teknolojik imkanlardaki gelişme ile birlikte hava kuvvetleri harbin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Benzer bir durumun uzay harbi için de geçerli olması muhtemeldir. Bazı teknik zorluklar aşıldıktan sonra, geliştirilecek trans-atmosferik araçlar, tek kademede yörüngeye fırlatma araçları, uzay merkezli yönlendirilmiş enerji silâhları, kinetik enerji silâhları, balistik füze savunması, uydu savunma sistemleri, küçük uydular ve uzay/yer temelli dağıtık ağ yapılar sayesinde uzay merkezli harbin icrası mümkün olabilecektir.

3.1.2. Sistemlerin sistemi konsepti

AAD çalışmalarını yönlendiren en temel yaklaşımlardan birisi olan “sistemlerin sistemi” konsepti 1994 yılında ABD Genelkurmay Başkan Yardımcısı olan Amiral William Owens tarafından ortaya atılmıştır. Owens, ABD Silâhlı Kuvvetlerinin envanterinde var olan sistemler ile bunların yetenekleri hakkında tam bilgiye sahip kuvvetler üstü bir makamın olmamasının sıkıntılarını dile getirmiş ve bu durumun icra edilecek müşterek harekâtın başarısını etkileyeceğini ve kaynakların israfına sebep olacağını vurgulamıştır. Anılan ihtiyacı karşılamak üzere, merkezî askerî teşkilatı güçlendirecek kurumlar kurulmuştur. Bu kurumlardan birisi olan Müşterek İhtiyaçları İnceleme Konseyi (Joint Requirements Oversight Council-JROC)’nin çalışmaları muharebe sistemlerinin entegrasyonunu ve sistemlerin sistemi konseptini öngörmekteydi [18].

Sistemlerin sistemi konsepti, Amiral Owens’ın bu konsepti etkin hale getirmek için sistem önceliklendirme ve entegrasyon programını uygulamaya koymasına kadar başlangıçta sadece teorik bir kavramdı. Amiral Owens bu konsept hakkında bir vizyon belirtmemesine rağmen, ABD Genelkurmay Başkanlığı sistemlerin sisteminin nasıl işleyeceğini Müşterek Vizyon 2010 (JV 2010)’da genel hatlarıyla tespit edilmiştir. Bu vizyon dokümanı, ABD ordusunun gelecekte nasıl olacağını tanımlamaktaydı [19].

Sistemlerin sistemi konseptinde, bilgi toplama, bilgi işleme ve hassas güdümlü silâh teknolojilerinin sentezinden yepyeni bir askerî yeteneğin ortaya çıkacağı; her bir yeni teknolojik sistemin harekât alanına yenilikler getirmesine rağmen bunların etkileşimli ve beraber kullanılmasının ise harbin yapılış tarzında devrim yaratabileceği belirtilmektedir. Konseptte göre, alt sistemleri entegre edebilen bir sistemlerin sistemi oluşturularak bilgi üstünlüğü elde edilebilecek, harbin belirsizliği azaltılabilecek ve bu bilginin harekât ortamında paylaşılması sonucu her bir kuvvet daha hızlı, doğru ve etkin reaksiyon gösterebilecektir.

Konsept temel olarak, ABD ordusunun gelecekteki muhtemel düşmanlara karşı mutlak üstünlük elde etmesi için teknolojik gelişmelerden istifade edilmesini, bu gelişmelerin askerî sistemlere uygulanmasını ve entegrasyonunu öngörmektedir.

Konseptin temel unsurlarından birisi olan bilgi toplama sistemleri istihbarat, gözetleme ve keşif (ISR) vasıta ve faaliyetlerinden oluşmaktadır. Anılan sistemlerin kullanımı harbin belirsizliğini tamamen ortadan kaldıramasa da, en azından harekât ortamının ve durumun daha iyi algılanmasını sağlamaktadır.

Komuta, kontrol, muhabere, bilgisayar ve istihbarat (C4I) sistemleri, bilgi toplama vasıtaları tarafından elde edilen ham verileri kullanıma uygun bilgiye dönüştüren sistemlerdir. C4I sistemleri sayesinde daha verimli ve hızlı karar verilmesi ve harekâtın temposunun artırılması mümkündür. C4I sistemleri, silâh ve ISR sistemlerini birbirine bağlamakta ve hedef angajmanının daha etkin yapılmasını sağlamaktadır.

Konseptin diğer bir unsuru olan hassas angaje silâhları, doğru hedefin, doğru zamanda ve doğru kuvvetle ateş altına alınması imkanını sağlamaktadır. Hassas angaje silâh sistemlerine sahip bir kuvvet mükemmele yakın bir doğrulukla hedefleri ateş altına alabilmekte ve muharebede büyük bir üstünlük elde etmektedir [19].

Sistemlerin sistemi konseptinde vurgulanan üç unsurun (ISR, C4I ve hassas angaje silâhları) entegre edilmesi sonucunda düşmana karşı üstünlük elde edilmesini sağlayacak etkiler ortaya çıkmaktadır. Harekât alanı bilgi üstünlüğü, ancak elde edilen verilerin C4I sistemleri tarafından işlenerek muharebedeki olayların ve durumun daha iyi algılanmasını sağlayacak bilgilere dönüştürülmesi sonucu elde edilebilmektedir. Hassas angaje sonuçlarının gerçek zamanlı olarak değerlendirilebilmesi, aynı zamanda mükemmele yakın bir durum değerlendirmesi ve kuvvetlerin gerçekçi bir şekilde görevlendirilmesi imkanını sunmaktadır.

Sistem entegrasyonu ve birlikte çalışabilirlik konseptin en temel yaklaşımlarından

birisidir. Her bir alt sistem genel sistemin performansını artırmasına rağmen, bunların entegrasyonu çok daha fazla bir performans artışına neden olmakta ve sinerji yaratmaktadır. Bu nedenle, muharebe sistemlerinin entegrasyonunun birliklerin muharebe gücünü büyük oranda artıracığı varsayılmıştır.

3.1.3. Manevra harbi konsepti

Harpte düşmanı mağlup etmek için direk ve dolaylı olmak üzere iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Direkt yaklaşımda düşmanın muharebe unsurlarının yıpratılması ve sonunda savaşamayacak duruma düşürülmesi öngörülürken, dolaylı yaklaşımda ise düşmanın yıpratılması yerine, etkili manevralarla asıl kuvvetlerinden sakınılması, zayıf bölgesinden girilerek ağırlık merkezine el atılması, dengesinin bozulması ve muharebe gücünün senkronize hareket etmesi engellenerek mağlup edilmesi öngörülmektedir. Dolaylı yaklaşımın kullanıldığı konseptlerden birisi de manevra harbi konseptidir.

Manevra harbi konsepti ve sistemlerin sistemi konsepti benzer amaçlara sahip olmasına rağmen, aralarında yöntem farklılıkları bulunmaktadır. Sistemlerin sistemi konseptinde, düşmanı mağlup etmede teknolojik gelişmelerden istifade etme ön plana çıkarırken, manevra harbi konseptinde ise, aynı sonuca liderlik uygulamaları ile ulaşılması hedeflenmektedir.

ABD Deniz Kuvvetlerinin konsept ve kuvvet geliştirme çalışmaları incelendiğinde, manevra harbi konseptinin daha çok Deniz Piyadeleri, sistemlerin sistemi konseptinin ise Donanma tarafından benimsendiği görülmektedir. Bu durum, donanmanın teknoloji yoğun, deniz piyadelerinin ise personel yoğun bir yapıda olması nedeniyle şartlar, imkan kabiliyetler ve görevlerdeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Manevra eski çağlardan beri en temel harp prensiplerinden biri olmuştur. Manevrayı, muharebe gücünün ve etkisinin durum üstünlüğü sağlamak amacıyla yer

değiştirmesi diye tanımlamak mümkündür. Manevranın önemi bilinmesine ve başarıyla uygulanmasına rağmen bu adla bir konsept ve doktrin ABD Deniz Piyadeleri tarafından Kore Savaşı döneminde gündeme getirilmiş ve Vietnam Savaşı'ndan bu yana kurumsallaştırılarak deniz piyadelerinin temel muharebe doktrini olmuştur.

ABD Deniz Piyadelerinin temel doktrin dokümanlarından biri olan “Harp Etme” (MCDP-1 Warfighting)'de manevra harbi, “Bir seri hızlı, şiddetli ve beklenmeyen hareketlerle düşmanın baş edemeyeceği bir karmaşı ve zor durum yaratarak düşmanın uyum ve dengesini bozmayı amaçlayan bir harp etme felsefesidir.” şeklinde tanımlanmaktadır [20]. Yıpratma harbinin aksine, manevra harbinde düşmanın kuvvetli olduğu bölgelerden kaçınılarak onun zayıf yerine çatmaya çalışılmaktadır. Anılan konseptin temelini oluşturan manevra ile düşmanın zayıflıklarından istifade edilerek onun fiziksel, zihni ve duygusal açıdan çökertilmesi amaçlanmaktadır.

Manevra harbinde esneklik önem kazandığından, birliklerin düşmana süratle darbe vurabilmesi için merkezi olmayan bir komuta yapısına, daha fazla inisiyatif ve otonomiye gereksinim duyulmaktadır. Manevra, tempo, baskın, şiddet ve sıklet merkezi konseptin temel unsurları olmasına rağmen, konseptte asıl vurgu harbin insan boyutuna yapılmaktadır. Harbin kazanılmasında liderlik, eğitim, personel, inisiyatif, taktik vb. hususların önemine değinilmekte ve bu kavramlar ön plana çıkarılmaktadır.

3.1.4. Ağ merkezli harp konseptinin ortaya çıkışı

Askerî Alanda Devrim ve transformasyon çalışmaları esnasında ortaya konulan yaklaşımların kuvvetli yönlerini bir araya getirme isteği Ağ Merkezli Harp konseptinin doğmasını sağlamıştır. Ağırlıklı olarak sistemlerin sistemi ve manevra harbi konseptlerinde öne sürülen fikirlerden etkilenilerek ortaya konan AMH konsepti, teknolojinin ve liderlik/yönetim uygulamalarının nimetlerinden ve güçlü

yönlerinden istifade etmeyi öngörmektedir. AAD sürecinin bir ürünü olsa da, AMH konsepti ile sistemlerin sistemi ve manevra harbi konseptleri arasında bazı temel farklılıklar bulunmaktadır. Sistemlerin sistemi konsepti ağırlıklı olarak teknoloji boyutuyla ön plana çıkarken, AMH konseptinin ise teknolojiye ek olarak organizasyon, yönetim ve liderlik uygulamalarını da ihtiva ettiği görülmektedir. Benzer şekilde, AMH konsepti, insan ve organizasyon davranışlarını öne çıkaran manevra harbi konseptine teknoloji boyutunu ilave ederek, her iki yaklaşımı entegre etmektedir.

Teknolojik uygulamalar ile organizasyonel uygulamaları entegre etme çalışmaları, sivil sektördeki gelişmeler ve benzer uygulamalardan da etkilenerek, günümüzde Ağ Merkezli Harp konsepti olarak karşımıza çıkmıştır.

3.2. Ağ Merkezli Harp Kavram ve Konsepti

Gelişmiş ülke ordularının, özellikle ABD Silâhlı Kuvvetlerinin, geleceğin askerî gücünü yaratmak amacıyla başlattıkları “Askerî Alanda Devrim” ve “Transformasyon” çalışmalarında öngörülen yetenekleri elde etmede “Ağ Merkezli Harp” konsepti son yıllarda ön plana çıkan çözümlerin en önemlilerinden biridir.

Geleceğin güvenlik ortamının ve ülkenin ihtiyaçlarına cevap verecek kuvvetin yapısı ve yetenekleri, ABD Genelkurmay Başkanlığı tarafından hazırlanan Müşterek Vizyon 2020 dokümanları ile ortaya konularak kuvvetlerin yapacağı Askerî Alanda Devrim çalışmalarına ortak bir yön verilmeye çalışılmıştır. Anılan vizyonlarda tüm harekât nevilerinde mutlak üstünlük elde etmek için müşterek ve birleşik harekâtın gerekliliği özellikle vurgulanmıştır. Müşterek harekâta öne çıkan yeni konseptlerin “üstün manevra, hassas angaje, odaklanmış lojistik ve beka/tam korunma” olduğu belirtilmiştir. Söz konusu konseptlerin uygulanabilmesi için de mutlaka yaratıcılık ve bilgi üstünlüğünün olması gerektiği vurgulanmıştır [21].

AMH Konsepti, müşterek vizyonlar ile ortaya konan yetenekleri elde etmede başlangıçta ABD Deniz Kuvvetleri tarafından geliştirilip icra edilmeye çalışılmış,

müteakiben başarı vaat etmesi sonucu Savunma Bakanlığı tarafından ön plana çıkarılmış ve sahiplenilmiştir. Haziran 2004'te ABD Kongresine sunulan AMH ile ilgili raporda; Savunma Bakanlığının transformasyon çalışmalarının merkezine AMH konseptini yerleştirdiği; gerçekleştirilen veya planlanan her faaliyetin ve projenin bu konsepte uygunluğunun sorgulandığı; AMH'in kuvvet yapılanmasından, savunma harcamalarına ve müttefik/koalisyon harekâtına kadar bir çok şeyi değiştirme potansiyelinin olduğu; AMH'in avantajları kadar bazı dezavantajlarının da olabileceği belirtilmiştir [22].

3.2.1. AMH konseptini etkileyen faktörler

AMH konseptinin tanımına geçmeden önce, konsepti etkileyen ve oluşumuna imkan veren bazı faktörleri incelemekte fayda vardır. Daha önce de belirttiğimiz üzere AMH konsepti, bilgi teknolojilerinin özellikle ağ teknolojisinin ticarî sektörde gösterdiği başarılar dikkate alınarak askerî ortama uydurulmaya çalışılmaktadır. Bu maksatla ilk olarak bilgi çağı ile bilgi çağının yarattığı değerler, yeni kavramlar ve süreçlere ve ticarî uygulamalarına çok kısa değinerek, oradan da bilgi üstünlüğüne ve AMH'e geçiş yapacağız. Ticarî uygulamaları anlatırken askerî uygulamalara benzerlikleri dikkatimizi çekmektedir.

Bilgi çağı

Her şeyde olduğu gibi savaşlar ve savaşlarda kullanılan vasıta ve taktikler de çağın, teknolojinin ve zamanın gereklerine göre değişim göstermektedir. Geçmişte askerî alandaki ihtiyaçlar teknolojiyi ve uygulamalarını yönlendirirken günümüzde durum değişmiş ve teknolojideki gelişmeler artık ticarî sektör ihtiyaçları tarafından belirlenir olmuştur. Özellikle bilgi teknolojilerindeki gelişmeler günümüzde ön plana çıkmış ve ticarî sektörde başarılı olmuş organizasyonların çoğunun ağ-merkezli işlemler yaparak bilgi üstünlüğünü sağladığı ve bu üstünlüğü bir avantaja çevirdiği görülmüştür [23].

Ağ Merkezli Harp konsepti geliştirilirken sivil sektördeki değişim ve yaklaşımlar ile teknolojiye gelişmelerden esinlenilmiştir. Başlıca değişim; ekonomi, bilgi teknolojileri, işlem yöntemleri ve organizasyonlarda meydana gelmiştir. Anılan değişimde, dikkatin izole platformlardan ağlara kaydığı, aktörlerin bağımsız olmadığı aksine sürekli değişen bir ekosisteme uyum sağlamak için değiştiği görülmüş ve böyle değişken bir ekosisteme ayak uydurmak ve hayatta kalmak için stratejik kararlar almanın önemi anlaşılmıştır [24].

Bilgi çağının yapı taşı, adından da anlaşılacağı gibi bilgi teknolojileridir. Bilgi alanında en temel ve gözlenebilir gelişme “hız” ve “erişim” konusunda meydana gelmiş ve bilgiye ulaşım hızı ile erişilen bilginin miktarında muazzam bir artış olmuştur. Bunun sonucu artık işlemlerin gerçekleşmesinde zaman ve mekan büyük bir sorun olmaktan çıkmış, daha ziyade karar verme süreci ve zamanı ön plana çıkmıştır. Bu değişimler refah ve gücün oluşturulması ve dağıtımında yeni fırsatlar ortaya çıkarmıştır. Bilgi çağının bu safhasında, endüstri çağı limitlerinin ötesinde, zaman ve mekanın daraltılmasına devam edilmektedir. Bilgi çağı;

1. Zenginlik ve refahın yaratılma şeklini değiştirerek,
2. Gücün dağıtımını değiştirerek,
3. Karmaşıklığı artırarak,
4. Mesafeleri kısaltarak,
5. Zamanı daraltarak, hayatımızın temposunu artırmaktadır [25]. Bu etkilerin temel özellikleri aşağıda sunulmuştur.

Bilgi çağında refah ve bunun dağıtımında meydana gelen muazzam değişiklikler temelde bilginin hammadde, ürün ve enerji olarak üç farklı şekilde kullanımı sonucu meydana gelmektedir. Bilgi bazı işlemlerde girdi ve hammadde, bazılarında çıktı ve ürün, bazılarında da işlemler için gerekli enerji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sonucu, ürünlerin içeriği zamanla değişmektedir ve bilgi ürün içeriklerinde daha fazla yüzdeyle karşımıza çıkmaktadır.

Bilgi çağı mesafe ve mekanla ilgili kısıtları ortadan kaldırmakta, kararların anında çok uzaklara ulaştırılabilmesini, dolayısıyla karar veren ve uygulayanların farklı yerlerde bulunabilmesini sağlayabilmektedir. Benzer etkiler zaman boyutunda da yaşanmaktadır. Öncelikle konumla ilgili ulaşım gibi bazı kısıtların ortadan kaldırılması zaman kazanılmasına sebep olmaktadır. Buna ilave olarak, bilgi çağıının sağladığı imkanlar veri toplama, işleme ve karar verme işlemlerinin süresini de azaltmaktadır. Tüm bu mekan ve zaman boyutundaki değişiklikler işlem hızını ve tempoyu artırmaktadır.

Bilgi çağı kavram ve süreçleri

Günümüzde, ticarî organizasyonlar değişen dünyaya ve bilgi çağıının konsept ve teknolojilerine en iyi uyum sağlayan kuruluşlardır. Bunun nedeni rekabetçi bir ortamın olması ve hayatta kalmak için yaratıcı çözümlere ihtiyaç duyulmasıdır. Tecrübeler sonucu elde edilen en temel sonuçlardan birisi, yeni bir teknolojinin sağlayacağı güçten, işlem ve organizasyonda da değişiklik yapılmadıkça tam olarak istifade edilemeyeceğidir. Tarihte hem ticarî hem de askerî alanda bu durumun örnekleri bulunmaktadır. Örneğin radar, uçak, telsiz gibi yenilikler harekât ortamının yapısını değiştirmiştir. Ancak, günümüzde ticarî organizasyonlar bu etkileşimi ve değişimi daha hızlı yaşamaktadırlar.

Rekabet üstünlüğü elde etmek için ticarî organizasyonların yeniden yapılanma ve ağ-merkezli işlem yapma eğiliminde oldukları görülmektedir. Bilgi çağıının yarattığı dikkati çeken yeni kavramlar ve süreçlerden başlıcaları; “Değer Yaratma, Rekabetçi Algılama, Sanal Organizasyonlar, Kendiliğinden Uyum ve Odaklanmış Lojistik”tir.

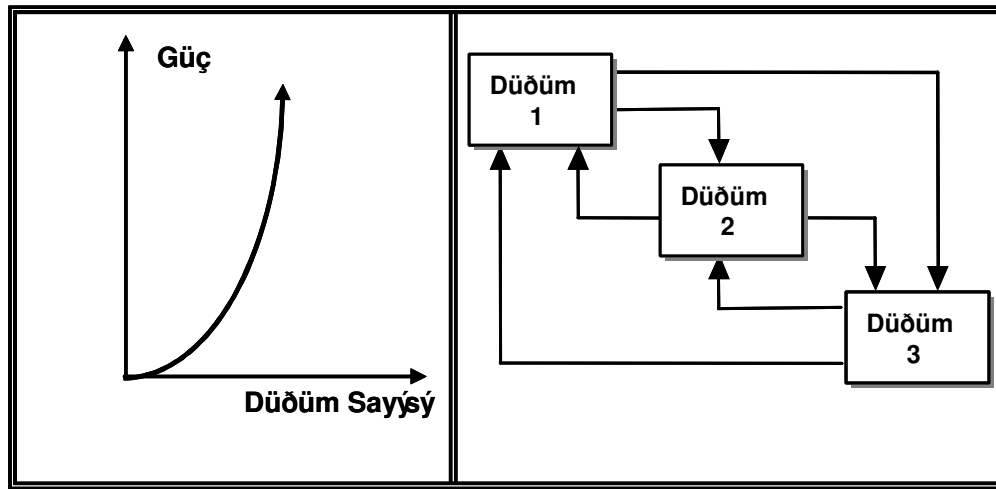
Değer yaratma

Rekabet üstünlüğü sağlamadaki en kritik hususlardan birisi de değer yaratmadır. Değer yaratma sürecinin temel faaliyetlerini üretim ve işlem, pazarlama, lojistik, satış ve servis oluşturmaktadır. Personel yönetimi, kaynak yönetimi, teknoloji

geliştirme gibi diğer faaliyetler değer yaratma sürecini destekleyen faaliyetlerdir.

Müşteri için, herhangi bir ürünün daha çekici hale gelmesi, hizmet süresinin ve/veya fiyatının azalması bu ürünün daha değerli hale gelmesini sağlayabilmektedir. Bilgi ve bilgi teknolojileri değer yaratmada daha önce bulunmayan vasıta, yöntem ve imkanları bizlere sunmaktadır. Yaratılan bu ekstra değer nereden kaynaklandığını açıklamak üzere ağ yapılar ve Metcalfe Kanunu'ndan istifade edilmektedir [26].

Metcalfe Kanunu bir ağın potansiyel değerini tanımlamaktadır. Metcalfe Kanunu'na göre bir ağda bulunan düğüm miktarının doğrusal olarak artması halinde, o ağın potansiyel değeri/etkinliği de düğüm sayısının karesiyle orantılı olarak üssel bir şekilde artırmaktadır (Şekil 3.2). Bu potansiyel değeri, düğümler arasındaki etkileşim oluşturmaktadır. Eğer bir ağda “N” tane düğüm varsa bu ağda düğümler arasında “(N)*(N-1)” kadar, diğer bir ifadeyle $N^2 - N$ kadar muhtemel etkileşim meydana gelebilir. Eğer N çok büyük bir sayıysa, potansiyel değeri N^2 olarak almak mümkündür.

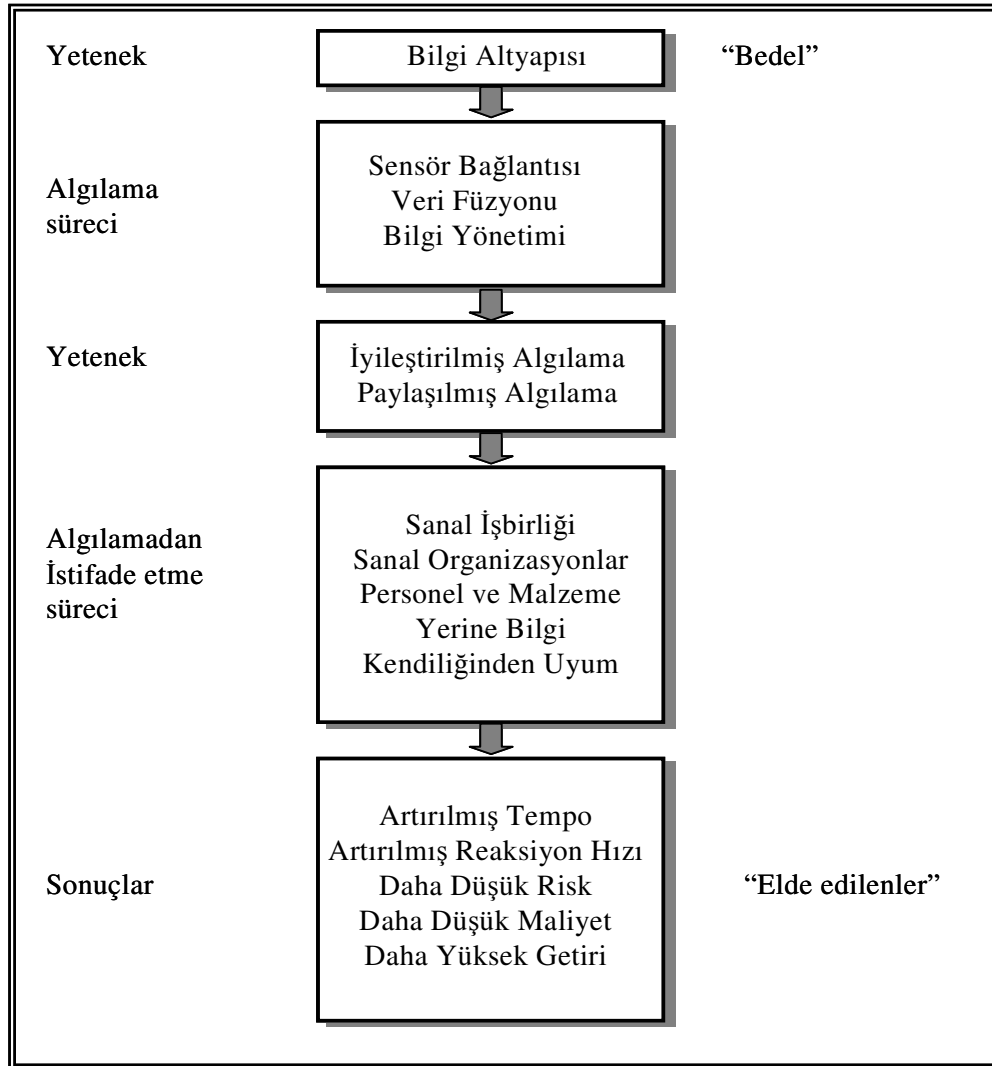


Şekil 3.2. Metcalfe kanunu

Ağın mevcudiyeti, düğümler arasındaki etkileşimlerin bilgi yoğun olmasını, dolayısıyla bilgi üstünlüğünün elde edilmesinde büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Bilginin “uygunluk, doğruluk ve zamanlılık” olmak üzere üç temel boyutu bulunmaktadır. Bilgi üstünlüğü bu boyutlarda rakibe karşı daha avantajlı bir konumda olmayı gerektirmektedir.

Ağ merkezli bir işletme, bilgi üstünlüğünü yaratma ve bundan istifade etmek için bilgi merkezli bir strateji ile karakterize edilmektedir. Bu stratejinin unsurları, Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Bu şeklin AMH’e uygulaması daha sonraki bölümde gösterilecektir.



Şekil 3.3. Ağ merkezli işletme

Rekabet ortamı ve algılama

Ekonominin birçok sektöründe rekabet ortamına ayak uydurabilmek için etkin karar verme ve bunlardan istifade etmek gerekmektedir. Bir sistemin etkin karar vermesini sağlayan en önemli özelliği bu sistemin rekabet ortamındaki gelişmeleri fark edebilmesi ve durumdan haberdar olabilmesidir. Kararlar ister stratejik, isterse operatif seviyede olsun, başarılı olmak için yüksek derecede algılama kritik bir role sahiptir.

Müşterileri, rakipleri ve çevresi hakkında bilgi sahibi olması sonucu, işletmeler kendi ürünlerinden beklenen hususları ve değer yaratmak için nelerin yapılması gerektiğini idrak etmektedirler. Bir işletmenin faaliyetleri, bilgi paylaşabilme yeteneği sayesinde çok daha verimli olabilmektedir.

Sanal organizasyonlar

Sanal organizasyonlar, belirli bir görevi yerine getirmek için ihtiyaç duyulan personel ve işlemleri bir araya getiren işletmelerdir. Görev tamamlandığında, bu kaynaklar başka görevler için serbest kalabilmektedirler. Ağ bağlantıları ile kurulan sanal organizasyonlar; her biri verimliliğin artırılmasına katkı sağlayan sanal işbirliği, sanal entegrasyon ve dış kaynaktan yararlanma avantajlarına sahiptirler. Ağ bağlantılar sayesinde mekanın öneminin azaltmış olması, bu faaliyetleri kolaylaştıran en önemli etkidir.

Sanal işbirliği, bireylerin sanal bir ortamda işbirliği yapmalarına olanak sağlar. Bu sayede bireyler coğrafî olarak farklı mekanlarda bulunabilmektedirler. Sanal entegrasyon, işletmelere, başka işletmelerle sanki tek bir organizasyon içindeymiş gibi çalışma imkanını sunmaktadır.

Dış kaynaklardan yararlanma ise, işletmelerin, uzman oldukları alanlarda yoğunlaşırken, yapılması gereken, fakat şirketin uzmanlık ortamı dışında kalan diğer

faaliyetleri, başka işletmelere yaptırmalarıdır. Bu hareket tarzı işletmelere, çekirdek faaliyetlerde rekabeti sürdürecektir şekilde odaklanma ve kaynakları bu yönde kullanma imkanı sağlamaktadır.

Sanal organizasyonlar, zaman tahditlerini azaltmakta ve faaliyetlerin temposunu artırmaktadır. Bunu, günlük 8 saat olan çalışma zamanını 24 saate çıkararak, süreçlerdeki ölü zamanları azaltarak ve eş zamanlı işlemleri kolaylaştırarak gerçekleştirmektedirler. Birçok sektörde, faaliyetlerin temposunu artırmak rekabet üstünlüğünü ele geçirmek için ana unsurdur. Bu, maliyetin düşmesine katkı sağladığı gibi müşteri ihtiyacına cevap verme temeline dayanan ürün ve servisleri çeşitlendirmeye de katkı sağlamaktadır. Ağ merkezli faaliyetleri benimsemenin faydalarından birisi de, zaman dilimleri boyunca dünyanın değişik yerlerinde kesintisiz olarak proje faaliyetlerinin sürdürülebilmesi yeteneğidir.

Maliyet ve risk kontrolü

Maliyeti kontrol altında tutarak fiyatı düşürmek için bilgiyi kullanma kabiliyeti bilgi merkezli stratejilerin esasını oluşturmaktadır. Telekonferans toplantılarının düzenlenmesi, bilginin stok miktarlarını azaltacak şekilde kullanılması vb. uygulamalar maliyeti düşürmede kullanılan yaklaşımlara örnek olarak verilebilir.

Son yıllarda, bilgi üstünlüğü sayesinde maliyet ve riskleri kontrol ederek rakiplerinin önüne geçmiş ve başarılı olmuş işletmelerin uyguladıkları bazı yöntem ve yaklaşımlara şu örnekler verilebilir:

1. Üretim alanında, üretimin gerçek talebe göre yapılması ve tedarik sürecinin kontrol edilmesi sayesinde elde atıl stok bulundurulmaması sonucu hassas ve doğru üretimin yapılması
2. Lojistik alanda, taşınmakta olan malzemenin cins ve miktarının takip edilebilmesi ve zamanında dağıtımın yapılabilmesi sonucu “odaklanmış lojistiğin” gerçekleştirilmesi;

3. Satış alanında, raflardaki ürünlerin ve talebin gerçek zamanlı takip edilebilmesi sonucu hassas satış ve pazarlamanın gerçekleştirilmesi;
4. Finans alanında gerçek zamanlı işlem yapabilme imkanı, müşteri ve ortam hakkında doğru bilgiye hızlı ulaşma yeteneği ve uygun altyapı sayesinde ağ merkezli işlemlerin gerçekleştirilmesi [27].

Bilgi çağı uygulamalarının askerî alanlara tatbiki

Bilgi çağı uygulamaları ve bilgi üstünlüğünün ticarî kuruluşlara sağladığı avantajlar askerî çevrelerde de dikkat çekmiş, incelenerek benzer uygulamaların yapılabilirliği araştırılmaya başlanmıştır. Ticarî sektördeki rekabet alanı ile muharebe ortamı arasında benzerlikler kurularak “bilgi üstünlüğü”nün sağlayacağı faydalar, harekâtın, harekât ortamının ve düşmanın değişen yapısı, mücadeleden galip çıkabilmek için ihtiyaç duyulacak muhtemel yapılanma ve yetenekler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bilgi üstünlüğü

Sivil sektördeki gelişmeler ve ağ merkezli yapılanmalar ABD Silâhlı Kuvvetleri tarafından hazırlanmış olan Müşterek Vizyon 2010 ve 2020 dokümanlarını da etkilemiştir. Bunun sonucunda benzer yaklaşımlar bu dokümanlarda ifade edilmiştir. Anılan dokümanlarda, müşterek harekâtın temel konseptleri olarak ortaya konan “üstün manevra, hassas angaje, odaklanmış lojistik ve beka/tam korunma” harekât konseptlerinin ancak bilgi üstünlüğü ile uygulanabileceği vurgulanmaktadır. Arzu edilen nihaî durumun ise her alanda hakimiyet olduğu belirtilmektedir.

Ticarî sektörde olduğu gibi askerî alanda da bilginin “uygunluk, doğruluk ve zamanlılık” gibi üç temel boyutu ve özelliği bulunmaktadır. Bilgi üstünlüğü ifade edilirken bilginin her bir özelliği bir boyut olarak ele alınmakta ve üç boyutun oluşturduğu hacmin durumu dikkate alınmaktadır. Buradan da anlaşılabileceği gibi, bilgi üstünlüğü göreceli bir kavramdır.

Bilgi üstünlüğü; düşmanın aynı şeyi yapma imkanlarından yararlanırken veya onu bu imkandan mahrum bırakırken; bilginin toplanması, işlenmesi ve kesintisiz bir bilgi akışı halinde yayımlanması yeteneğidir [28]. Bilgi üstünlüğünün, elde edilmesiyle birlikte; tüm harp alanındaki haberdarlığı kolaylaştırması, komutanlara geniş bir coğrafi sahaya yayılmış durumda olan kuvvetleri düşmana angaje için görevlendirme imkanı sağlaması, kuvvet korumasını artırması ve lojistik akışı mevcut durumun ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde düzenleyebilmesi gerekir. Modern bilgi işlem ve komuta-kontrol imkan kabiliyetleri kadar, gelişmiş istihbarat toplama ve değerlendirme yeteneği de bilgi üstünlüğünün başarılması için önemli olan bir ana noktadır.

Bilgi üstünlüğü sayesinde düşmanın hareketleri önceden tahmin edilebilecek, yeni hareket tarzları seçilebilecek ve bu hareket tarzları daha etkin olarak uygulanabilecektir. Böylelikle harekâtın, daha kısa süre içinde ve daha az maliyetle başarıya ulaştırılması mümkün olmaktadır. Ağ merkezli konseptleri uygulamak bilgi üstünlüğünün elde edilmesini ve bundan yararlanılmasını kolaylaştırmaktadır.

Görevlerdeki ve muharebe ortamındaki değişiklikler

Günümüzde, silâhlı kuvvetlerin görevleri ve bunların çeşitliliği artmakta, ortam daha karmaşık hale gelmektedir. Askerî teşkilatları ve harekâtı etkileyecek birçok değişiklik gerçekleşmeye başlamıştır bile. Bunların ilki; insani yardımdan barışı zorlama harekâtına kadar, geleneksel olmayan bir çok değişik görevi içeren savaş dışı harekâtla askerî organizasyonların görevlendirilmesidir [29]. Değişikliklerin ikincisi teknolojiye kaynaklanmaktadır. Jeopolitik bir takım gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan değişikliklere ilave olarak, teknolojiye gelişmeler de görevlerin değişmesine yol açmaktadır. Üçüncü faktör, tamamen yeni bir harp türü olarak ortaya çıkan “Bilgi Harbi”dir. Görevlerin değişmesine yol açan diğer bir etken, kitle imha silâhlarının öldürücülüğünün artması ve bu silâhlara erişimin kolaylaşması sonucu daha fazla önem kazanan değişik şekillerde uygulanan asimetrik harplerdir.

En basit şekliyle söylenecek olursa, Bilgi Çağı muharebe uzayını üç temel şekilde değiştirmektedir: Birincisi; muharebe ortamının fizikî ve fizikî olmayan boyutlarda genişlemesi, ikincisi; muharebe uzayındaki muhariplerin tabiatının değişmesi, üçüncüsü ise faaliyetleri gizlemenin zorlaşmasıdır.

Bilgi çağının bize sağladığı imkanlar, daha iyi kararları daha hızlı alabilmemize imkan sağlarken, öte yandan karar vermek için kullanılabilecek süreyi azaltmaktadır. Bu nedenle ya kararları daha hızlı almamızı sağlayacak yöntemleri, ya da diğer süreçlerin bazılarını yeniden düzenleyerek karar vermek için ihtiyaç duyulan zamanı yaratmamız gerekecektir.

Sensör ve silâh sistemlerindeki değişiklikler

Teknoloji, doğal olarak sahip olduğumuz sensör ve silâh sistemlerinin de performansını büyük oranda artırmaktadır. Günümüz sistemleri ile Bilgi Çağı sistemleri arasındaki temel farklılık dört ayrı özellikten kaynaklanmaktadır.

1. Bilgi ve istihbarat, bir başka ifadeyle “karmaşıklık” artık sensör ve silâh sistemlerinden bilgi alt yapılarına ve ağ yapılarına doğru yer değiştirmektedir. Bunun sonucunda sensörler ve silâh sistemleri artık daha az veri depolama ve işlem yapma kapasitesiyle görevlerini yerine getirebilmektedir.
2. Sensörler ile platformlar birbirinden ayrılmaktadır.
3. Sensörler ile silâh sistemleri birbirlerinden ayrılmaktadır.
4. Yeni özellikleri olan daha etkin sensör ve silâh sistemleri geliştirilmektedir.

Bilgi çağında, bilgi alt yapısı ve ağlardan istifadeyle, nispeten daha az gelişmiş silâhlara dinamik bilgi akışı sağlamak suretiyle, akıllı silâhların yeteneğini kazandırmak daha akıllı ve ekonomik bir çözüm olarak gözükmektedir. Silâhların ne yapılacağına karar vermesi yerine, emirlere itaat etmeleri yeterli olacaktır. Bu sayede, silâhların belli bir zaman ve mekan boyutunda belirlenmiş bir noktaya

ulaşması yeterli olacak; bütün diğer fonksiyonlar, bilgi alt yapısı tarafından gerçekleştirilecektir.

Bilgi çağı teknolojileri sayesinde platformların gerçekleştirdiği işlemlerin başka vasıta ve yöntemlerle daha etkin ve düşük maliyetle gerçekleştirilmesi ve karşılıklı çalışabilirliği mümkün olacak, dolayısıyla sensör ve silâh sistemlerinin belli bir platformda entegre edilmesine gerek kalmayacaktır.

Ağ Merkezli Harp, platformlar tarafından yerine getirilen fonksiyonların; bilgi alt yapısı, sensör, ya da silâh sistemlerine aktarılmasına; böylece bu fonksiyonların, geleneksel platformlardan ayrılabilmesine olanak verdiği gibi, entegrasyon sayesinde mevcut platformların menzil ve etkinliğinin de artırılmasına katkı sağlayabilecektir.

Yeni sistemlerin geliştirilmesi sonucunda, yeni sensörler şu an tespit edilemeyen hususları tespit edebilecek ve silâh sistemleri de daha önce olmayan yeni etkilere ve gizliliğe sahip olacaktır.

Bütün bu değişiklikler; bilgi ve istihbarat sistemlerini üzerinde ve organik yapısında bulunduran sensör ve silâh sistemleri yerine; ayrı yerlerde bulunabilen, inorganik bilgi ve istihbarat sistemlerinden istifade edebilen ve maliyeti daha az olan sensör ve silâh sistemlerinin daha yaygın kullanılmasını sağlayacaktır.

Komuta kontrol faaliyetlerindeki yeni fırsatlar ve zorluklar

Komuta kontrol, bütün organizasyonu ve çok farklı faaliyet alanlarını ilgilendiren geniş kapsamlı bir kavramdır. Komuta kontrolün yapısında harekât alanından alınan geri besleme sonucunda daha önce yapılmış planların ve verilmiş kararların revizesine yönelik sürekli bir karar verme ve yeniden düzenleme süreci bulunmaktadır.

Bilgi Çağı problemleri çözme ve çözümleri uygulama yöntemlerini de

değiştirmektedir. Artık muharebelerin ve kararların birbiri ardı sıra gelen statik bir faaliyetler dizisi şeklinde gerçekleşmesi yerine olayların temposunu artıracak daha sürekli ve dinamik olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bunun sonucunda, değişik zaman ve mekanlarda gerçekleştirilen planlama ve icra süreçlerinin, aralarında çok daha sıkı bir zaman ilişkisi tesis edilerek koordineli olarak yürütülmesi gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

Artık geleneksel komuta kontrol konseptleri yerine, farklı yapıdaki kararlar için farklı yaklaşımlar ortaya koyacak, bazen “dinamik planlama” olarak da tanımlanan planlama ve icra süreçlerini birleştirecek yeni bir komuta kontrol yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Gelecekte komuta kontrol

Gelecekte komuta kontrolün nasıl olacağını algılayabilmek için öncelikle hangi unsurların kontrol edileceğini bilmekte yarar vardır. Şüphesiz bu unsurların başında, sensörler ve silâh sistemleri yer almaktadır. Diğer kontrol edilecek unsurlar arasında bilgi alt yapısı, bilginin kendisi ve algılamalar bulunmaktadır. Tüm bu hususlarda yatırım yapılarak bir görev yetenek paketi oluşturulmalıdır. Bu sayede, harekât konseptleriyle uyumlu bir teşkilatlanma ve doktrine, bilgi akışına, uygun olarak eğitilmiş personele ve eldeki bilgiyi işleyecek bir sisteme sahip olunabilecektir. Farklı görev çeşitlerine göre farklı komuta kontrol yapısı ve yaklaşımlarının ortaya konması gelecekte çözülmesi gereken sorunların başlıcalarından biridir.

Sensör ve silâh sistemlerinin, işlem yapma yeteneklerinin azaltılması nedeniyle, maliyetlerinde meydana gelecek düşüşten faydalanarak bunlardan daha fazla sayıda tedarik etmek mümkün olacak, böylece bu sistemlerin uygun şekilde harekât alanına dağıtılmasıyla müşterek resmi elde etmek ve bunu yayımlamak daha kolay hale gelecektir.

Sayıları artan sensörler ile silâh sistemleri birbirlerinden ayrıldıklarında, yönetilmesi

gereken harp ortamı unsurlarının sayısında büyük bir artış olacaktır. Harekât alanındaki sistemlerin sayısındaki bu yönetim sorununu da beraberinde getirecektir. Organizasyonun çevikliğini artırırken çok sayıda sistemi de yönetebilecek yeni bir komuta kontrol yapısı ortaya konmalıdır. Bu konuda, AMH konsepti ile geliştirenler ve ABD Deniz Piyadeleri tarafından kullanılmaya başlanan “komuta ve koordinasyon” kavramının öne çıkması beklenmektedir.

Ağ merkezli harekâta yöneliş

Ağ merkezli konseptler daha yeni geliştirilmesine rağmen ağ merkezli harekât icra etmeye yönelik adımlar atılmaya başlanmıştır. ABD Silâhlı Kuvvetleri tarafından hava ve füze savunma, erken ihbar ve uyarı vb faaliyetlere yönelik yapılan çeşitli tatbikat ve denemelerde sensör, silâh ve komuta kontrol sistemlerinin entegre edilmesinin muharebe etkinliğini artırdığı tespit edilmiştir. Müşterek komutanlık ve kuvvetler bazında Ağ Merkezli Harp konseptlerini geliştirme çalışmaları başlatılmıştır. Ağ merkezli harekâta yöneliş sadece mevcut komuta ilişkilerini değiştirmeyecek, ayrıca yeni komuta yapılarının ve komutanların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Örneğin, mevcut durumda bir “sensör sistemleri komutanı” bulunmazken, bu tür bir görevin gelecekte karşımıza çıkma ihtimali bulunmaktadır.

Geçmişte bazı haberleşme ve komuta kontrol kısıtlamaları nedeniyle harekâtın stratejik, operatif ve taktik seviyeleri bulunurken, günümüzde Ağ Merkezli Harbin sağlayacağı yeni imkanlar sayesinde bu seviyeler arasında sorumlulukların yeniden düzenlenmesi muhtemeldir. Bilgi Çağı konseptleri henüz yeni olmasına rağmen bunların denenmesi ve iyileştirilmesi sonucu önümüzde yepyeni ufuklar açılacaktır.

3.2.2. Ağ merkezli harp

AMH, birbirinden coğrafi olarak uzakta, birbirinden ayrılmış ve birlikte çalışabilirlik özelliğine sahip kuvvetleri, karar vericileri, sensörleri, silâh kullanan platformları; paylaşılmış bilgiyi artırarak komuta sürecini hızlandırmak, daha yüksek harekât

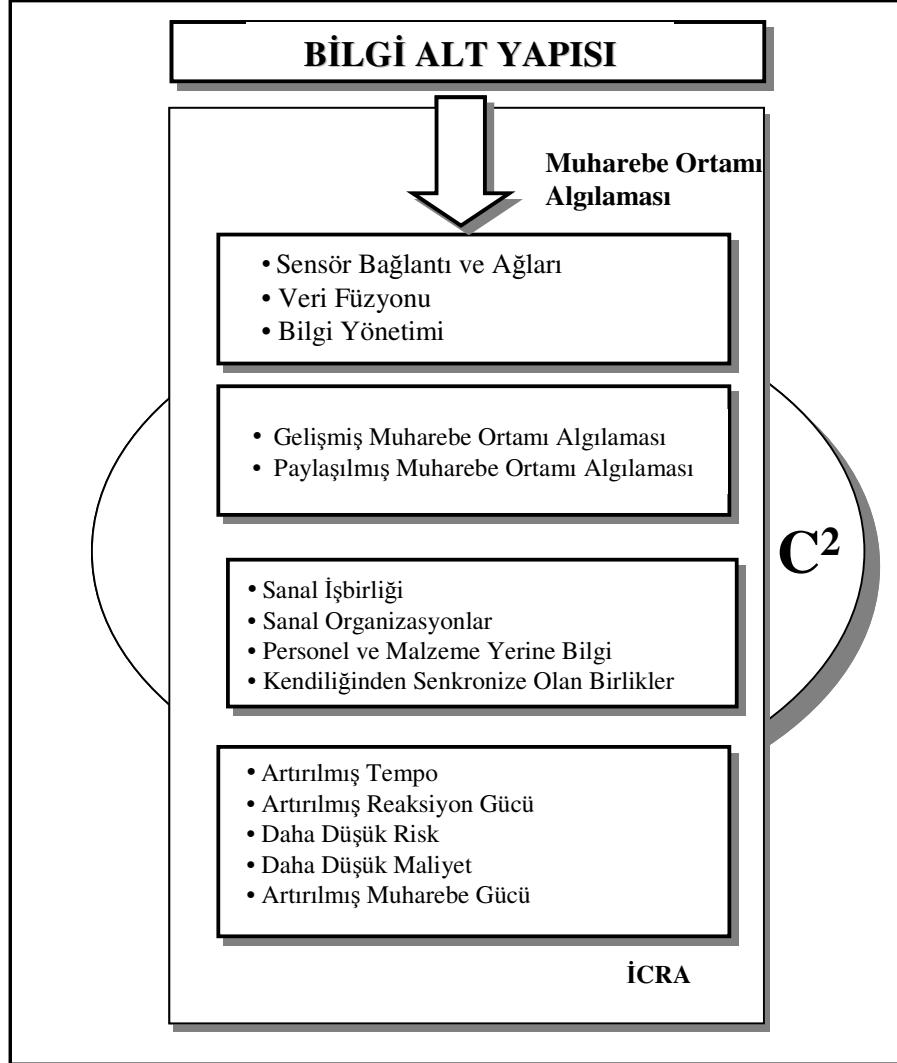
temposuna ulaşmak, daha fazla yok etme gücü ile artırılmış bekâ kabiliyetine sahip olmak ve otomatik eş zamanlık ve kendiliğinden senkronizasyonu geliştirerek, daha etkin ve etkili harekât icra edebilmek maksadıyla, bilgisayar ve iletişim ağlarını kullanarak birbiri ile irtibatlandıran; bilgi üstünlüğüne dayanan ve artırılmış muharebe gücünü üreten bir harekât konsepti olarak tanımlanabilir [30,31].

Ağ Merkezli Harp kavramı, Bilgi Çağında sürekli değişen ortama uyum sağlamak için başarılı uygulamalar gerçekleştiren ticarî organizasyonların tecrübelerinden esinlenerek geliştirilmiştir. Ağ Merkezli Harp konsepti, bilgiyi ve bilginin bir güç olarak kullanımını esas almaktadır. Ağ Merkezli Harp konsepti insan ve organizasyon davranışıyla ilgili olup yeni bir düşünce tarzını, yani ağ merkezli düşünceyi, askerî harekâta uygulamayı ve sistemleri etkin şekilde birbiriyle irtibatlayarak muharebe gücünü artırmayı amaçlamaktadır.

Ağ Merkezli İşletme modelinin silâhlı kuvvetlere uyarlanmış hali Şekil 3.4'te gösterilmektedir. Ticarî sektörde olduğu gibi sistemin temelinde bilgi alt yapısı bulunmakta ve bu alt yapı sayesinde ortak bilgi ve muharebe ortamı algılaması elde edilebilmektedir. Elde edilmiş olan ortak muharebe ortamı algılaması yeni komuta kontrol yaklaşımları ve kendiliğinden senkronize olan birlikler sayesinde daha yüksek harekât temposuna, reaksiyon süratine, muharebe etkinliğine ve daha düşük risk ve maliyete dönüşmektedir.

Ağ Merkezli Harp birkaç temel konseptten istifade etmektedir. Bu konseptlerin birincisi, “coğrafi olarak yayılmış” kuvvetlerin kullanılmasıdır. Geçmişte haberleşme, atış ve hareket yeteneğindeki kısıtlamalar nedeniyle birlikler birbirlerine, düşmana ve savundukları bölgelere yakın olmak zorundaydı ve yayılmak muharebe gücünü olumsuz şekilde etkilemekteydi. Ancak günümüzde Bilgi Çağı teknolojileri mekansal kısıtları ve muharebe gücünün mekana bağımlılığını büyük oranda ortadan kaldırmıştır. Bu yüzden gelecekte, belki birlikler hareket halindeyken daha etkin olabilecektir. Coğrafi konumla ilgili kısıtların ortadan kaldırılması, “kuvvet konsantrasyonu” yerine, “etkinin odaklanması” yaklaşımını

gündeme getirmiştir.



Şekil 3.4. Ağ merkezli bir işletme olarak silâhlı kuvvetler

Silâh ve sensör sistemlerinin menzil ve hareket kabiliyetlerinin artması, bilginin kolayca istenen yere ulaştırılması sayesinde artık birliklerin birbirine yakın olma ihtiyacı ortadan kalkmış ve hedef olma riski de azalmıştır. Ayrıca, sensör ve silâh sistemlerinin hareket etmeden birçok hedefe angaje olabilme kabiliyeti sayesinde, çok zaman ve emek gerektiren manevra yapma ihtiyacı azalmış ve manevra kavramına farklı bir anlam kazandırılmıştır.

İkinci temel konsept; birliklerin “bilgilenmiş” olmasıdır. Paylaşılmış muharebe ortamı algılaması ve komutanın maksadının anlaşılması sayesinde birlikler kendiliğinden senkronize olabilecek, otonom hareket edebilecek ve muharebe ortamında daha küçük bir hedef oluşturacaklardır.

Üçüncü temel konsept ise; muharebe ortamı unsurları arasında “etkin irtibatın” tesis edilmesidir. Bu irtibat sayesinde; yayılmış ve birbirinden ayrı unsurların sinerji yaratabilmesi ve duruma uyum sağlamak için görev ve sorumlulukların dinamik olarak dağıtılması kolaylaşmıştır. Etkin bir irtibatın olabilmesi için, muharebe ortamı unsurlarının kaliteli ve güvenilir bilgiye erişimini sağlayacak iyi bir bilgi alt yapısının da olması gerekmektedir.

AMH ağırlıklı olarak Ortak Harekât Resmi (OHR) üzerinde durur. OHR dört ana bilgi türü sunmaktadır. Bunlardan ilki mevki bilgisidir. Dost, tarafsız ve düşman birliklerinin halihazırdaki mevkileri, ilerleme yön ve süratleri ile gelecekte bulunacakları mevkileri bu kapsamdadır. İkinci önemli bilgi seti durum bilgisidir. Yine kendi birliklerimiz, tarafsızlar ve düşmanın hazırlık durumları, muharebe yetenekleri, lojistik yeterlilik ve ihtiyaç bilgileri, silâh sistemlerinin özellikleri ve yetenekleri, hasar durumları vs. türünden bilgiler AMH’nin ilgilendiği ikinci tür bilgilerdir. Üçüncü tür bilgiler ise niyete ilişkindir. Düşmanın muhtemel hareket tarzları ile kendi birliklerimizin hareket seçenekleri ve komutan niyeti bu sınıf bilgilerdir. Dördüncü ve son bilgi türü ise ortama ilişkindir. Hava ve deniz durumu, meteorolojik durum ve öngörüler, arazinin özellikleri bu kapsamda incelenir. OHR konusunda olabildiğince yüksek düzeyde bilgi seviyesine, mümkünse angajmana izin verecek kalitede hassasiyete ulaşmak ve bu bilgiyi paylaşmak temel hedeftir [32].

Öncelikle, AMH, (Sayısal) Bilgi Harbi’nin bir uzantısı ve alt seti olarak kabul edilmelidir. Bilgi Harbi’ndeki temel amaç olan bilgi üstünlüğü AMH’nin de hedeflerinden biridir; ama ana hedef değil, ara hedeftir. Asıl hedef, her harbin klasik amaçlarıdır: Düşmanı imha etmek, savaşa devam azim ve iradesini kırmak, teslim

zorlamak vb. Bu anlamda ortaya sunulan yeni bir şey yoktur. Bilgi üstünlüğüne verilen önem de Sun Tzu'dan beri değişmemiştir. Yenilik bu amaçlara ulaşırken takip edilecek yöntemlerdedir.

AMH muharebe ortamındaki elemanların/unsurların birbiriyle irtibatlanmasının (ancak bu elemanların her zaman sürekli irtibatta bulunmasını gerektirmediği) sağladığı sinerjik etkiden istifade etmeyi, bilgi ve kaynakları paylaşmayı amaçlayan bir konsepttir. Kaynakların ve bilginin paylaşımı, elemanların birbiriyle irtibatlanması ve ağ oluşturulması sayesinde gerçekleştirilmektedir.

Bir ağ, düğümlerden (elemanlar/unsurlar) ve bağlantılar/irtibatlardan oluşmaktadır. Düğümler işlemleri (keşif/gözleme, karar verme, icra etme vb.) yapmaktadır. Bilgi ise hem girdi hem de karar olarak mevcut bağlantılar vasıtasıyla muharebe ortamı elemanları arasında, diğer bir ifadeyle düğümler arasında, hareket etmektedir.

Ağ Merkezli Harp konseptinin isminden dolayı bazı yanlış anlaşılmalara da neden olma ihtimali bulunmaktadır. Bazen yanlışlıkla bu kavram ağ merkezli bilgi-işlem veya haberleşme ile karıştırılabilmekte; dikkat harp veya harekât kavramı yerine haberleşme ağlarına verilebilmektedir. Ağ Merkezli Harp konseptinde asıl dikkat, ağ merkezli bilgi-işlem veya haberleşmeden ziyade, muharebe unsurlarının özelliklerine, bunlar arasında bilginin iletimine ve bilgiye yapılacak işlemlere verilmektedir.

AMH'in dört amacını şu şekilde sıralayabiliriz.

1. Kuvvetlerin kendiliğinden senkronizasyonu veya klasik emirler verilmeden yapılması gerekenlerin yapılması,
2. Üst komutanın niyetinin daha iyi anlaşılması,
3. Her komuta seviyesinde, harekâtla ilgili durumun ve farkındalığın daha iyi anlaşılması ve sağlanması,

4. “Sis ve sürtünme” faktörlerinin azaltılması ve önüne geçilmesi maksadıyla, bütün kuvvetlerle ilgili kolektif farkındalığın ve bilginin sağlanması.

Platform merkezli harpten ağ merkezli harbe

AMH’nin ne olduğunu ve muharebe gücünü nasıl artırdığını anlamak için, AMH öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırmak gerekmektedir. AMH öncesi dönemi tanımlayan çarpıcı bir isim bulunmaktadır: Platform Merkezli Harp (PMH). PMH döneminde esas unsur platformdur. Sensör, komuta-kontrol unsurları ve silâh platform üzerinde bulunmaktadır. PMH’de harekât, platform merkez olmak üzere değerlendirilir, kararlar platformun yeteneklerine göre verilir. Çeşitli taktik ve stratejik veri aktarım sistemleri ile istihbarat paylaşımı ve tanımlanmış harekât ortamı resminin değişimi söz konusu olmakla birlikte, bu sınırlı düzeyde ve oldukça yavaş kalmaktadır. Karar vericiler, büyük resmi kısıtlı şartlar altında görebilseler bile karar ve eylemlerinde belirleyici unsur platformun yetenekleridir.

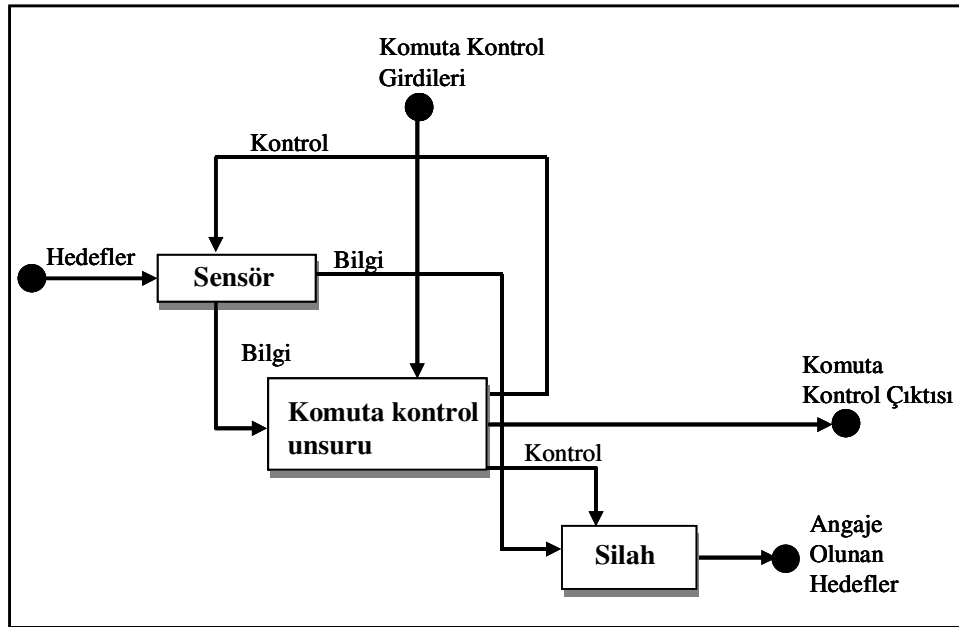
Oysa AMH tüm bu yaklaşımı değiştirmektedir. AMH kavramının merkezinde “bilişim alt yapısı” bulunmaktadır. Yabancı literatürde “infostructure“ olarak geçen bilişim altapısı bilgi paylaşımı ve işbirliğine olanak sağlayan iletişim ağları ve bilgi-işlem yeteneğinin bileşimidir. AMH konseptinde sensörler silâh sistemlerinden, her ikisi platformlardan, ya da silâh sistemleri karar vericilerden farklı fiziksel ortamlarda olabilmektedir. En iyi algılayıcılara sahip platformun gördüğünü, yüksek kapasiteli iletişim ağları sayesinde harekât ortamındaki tüm dost platformlar görebilecektir. Veriler yüksek kapasiteli işlemciler ile saliseler içinde kaynaştırılarak ortaya çıkan taktik resim gerçek-zamanlı olarak her platforma aktarılarak, platformlar kendi algılayıcılar ile göremedikleri hedeflere bile silâhları ile angaje olabileceklerdir.

PMH’de yalnız başına (diğer sistemlerle irtibatı olmayan) çalışan bir platformu (sensör, komuta-kontrol ve silâh sistemlerini bünyesinde bulunduran bir sistemi) incelemekte fayda vardır. Böyle bir sistemin etkin şekilde bir hedefe angaje

olabilmesi için, belli bir süre içerisinde hedefi tespit etmesi, teşhis/tanıma yapması, karar vermesi, bu kararı silâha iletmesi ve ateşlemeyi gerçekleştirmesi gerekmektedir.

Angajman için harcanan zaman; sensör ve silâhların etkin menziline, bilgi aktarımı ve işlenmesi için gereken zamana ve karar verme zamanlarına bağlıdır. Anılan platformun etkinliği, silâh ve sensör sistemlerinin menziliyle ve reaksiyon hızıyla orantılı olarak artmaktadır.

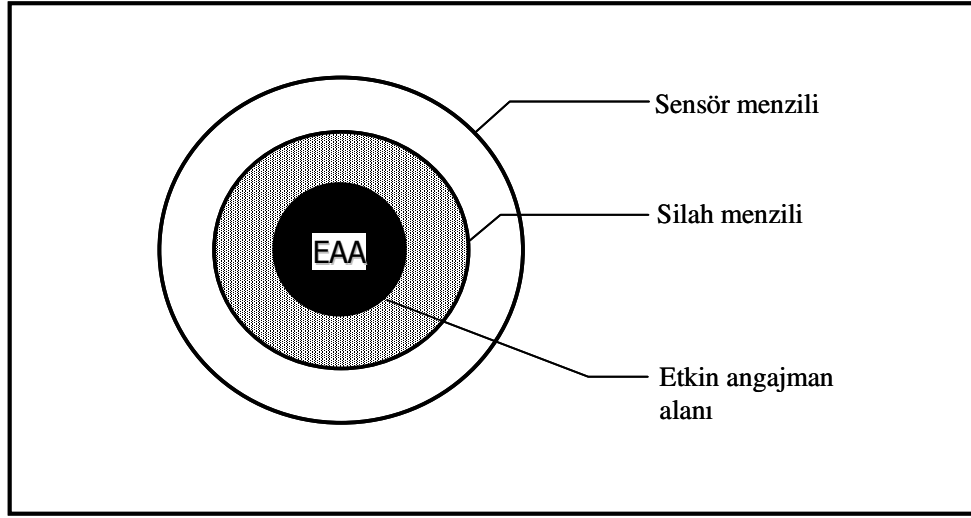
Şekil 3.5 'de sensör ve silâhların aynı platform üzerinde olan ve diğer platformlar tarafından elde edilen bilgileri kullanamayan “platform merkezli” bir silâh sisteminin angajman süreci gösterilmektedir [33].



Şekil 3.5. Platform merkezli silah sistemi

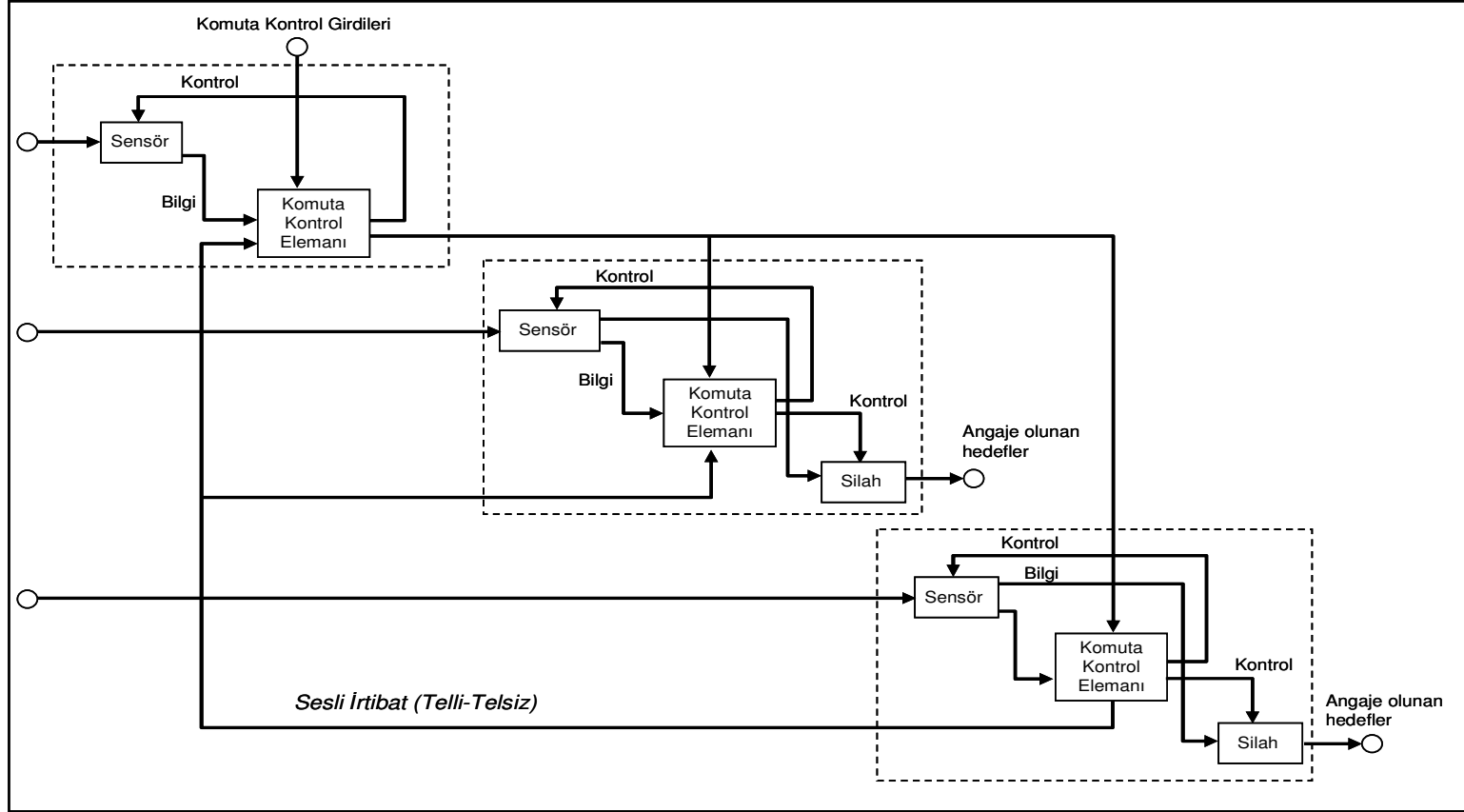
Platform merkezli bir sensör-silâh kombinasyonunun muharebedeki etkinliği ve angajman etkinliği Şekil 3.6’da gösterilmiştir. Burada sensör menzili bir daire ile silâhın maksimum menzili taralı bir daire ile gösterilmiştir. Etkin bir angajman için, hedefin öncelikle silâh menzili içinde olması ve algılamanın angajmana yetecek

kalitede gerçekleşmesi gerekmektedir. Kısıtlayıcı nedenlerden dolayı genellikle angajmana yetecek kalitede algı silâh menzilinden daha küçük bir alanda gerçekleşmektedir. "Etkin Angajman Alanı" silâh menzili ile yeterli kalitede algı alanın kesişmesinden oluşan alandır. Bu alan, Şekil 3.6'de siyah olarak gösterilmiştir [34]. Bu nedenle, herhangi bir andaki platform merkezli bir angajman etkinliğinin "Etkin Angajman Alanı" ile orantılı olduğu söylenebilir.



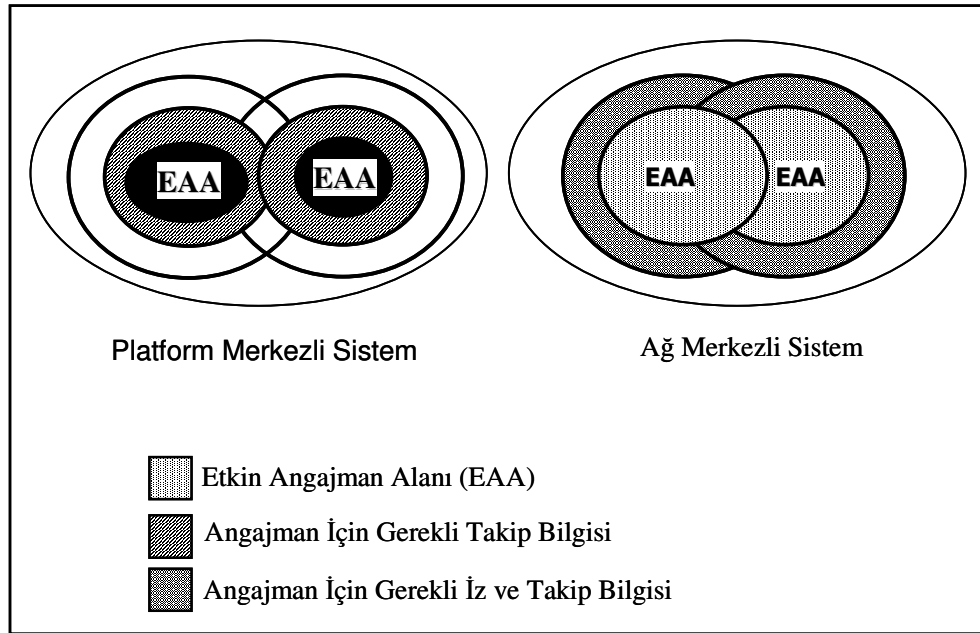
Şekil 3.6. Platform merkezli angajman alanı

Platform merkezli silâh sistemlerinde, genellikle komuta kontrol unsuru da diğer unsurların yakınında yer almaktadır. Çoğu zaman sensörlerden alınan bilgi ve komuta-kontrol unsuru kararları silâh sistemlerine ses irtibatıyla iletilebilmekte ve doğrudan angajman sağlamaya yetecek bilgiler verilememektedir. Şekil 3.7'de platform merkezli bir silâh sistemi ve komuta kontrolü gösterilmektedir. Bütün haberleşme sesle olacağından komuta kontrol ve silâh sistemi arasında özellikle çok sayıda hedef olduğunda müşterek bir algılama gerçekleştiremeyecektir.



Şekil 3.7. Platform merkezli silah sistemleri ve komuta kontrolü

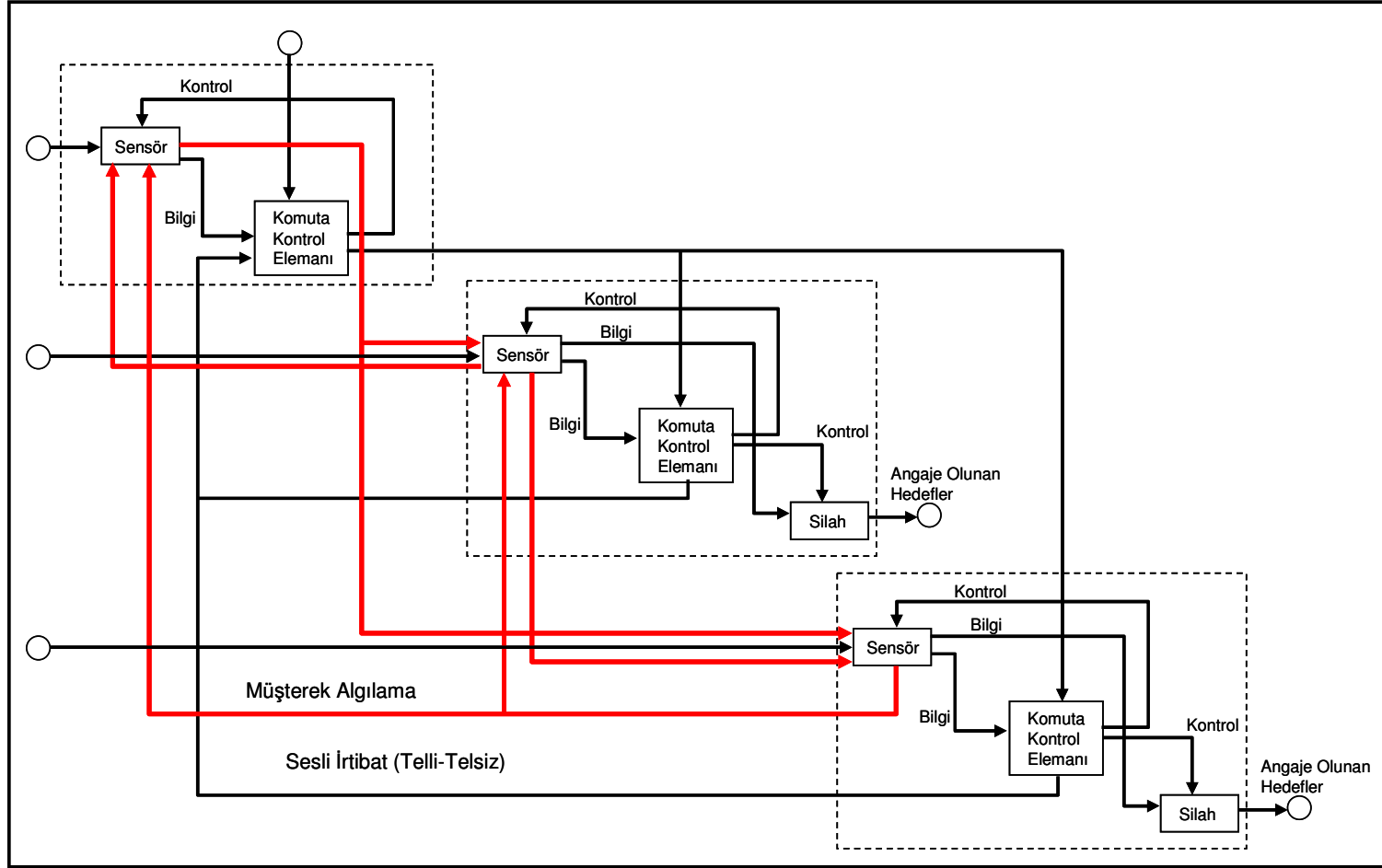
AMH uygulamalarının platform merkezli uygulamalara göre angajman ve muharebe etkinliğine sağlayacağı katkı Şekil 3.8’de gösterilmektedir [35]. Görüleceği gibi, AMH uygulamaları ve sensörlerin etkin şekilde irtibatlanması sonucu algılama menzili artmakta ve bu da etkin angajman alanının genişlemesini sağlamaktadır. Bu durum Metcalfe Kanunu’nun askerî alanda uygulamalarının güzel bir örneğini teşkil etmektedir.



Şekil 3.8. AMH Uygulamalarının PM uygulamalara sağlayacağı katkı

AMH’de sensör, komuta kontrol ve angajman yetenekleri ve unsurları sayısal veri bağlantıları ile birleştirilmekte; bu sayede bilginin kalite, miktar ve zamanlamasında iyileştirilmeler yapılarak sistemin gücü artırılmaktadır. Şekil 3.9’da AMH’deki süreç gösterilmiştir.

Muharebe ortamı unsurlarının birbirleriyle irtibatını sağlama sonucunda yeni ilişki ve yapılar ortaya çıkabilmektedir. Bu ilişkilerin en güçlülerinden birisi de personel ve malzemenin yer değiştirmesi yerine bilginin yer değiştirmesini amaçlayan “sanal işbirliği”dir. Telekonferans, sanal toplantı ve planlama süreçleri gibi son zamanlarda

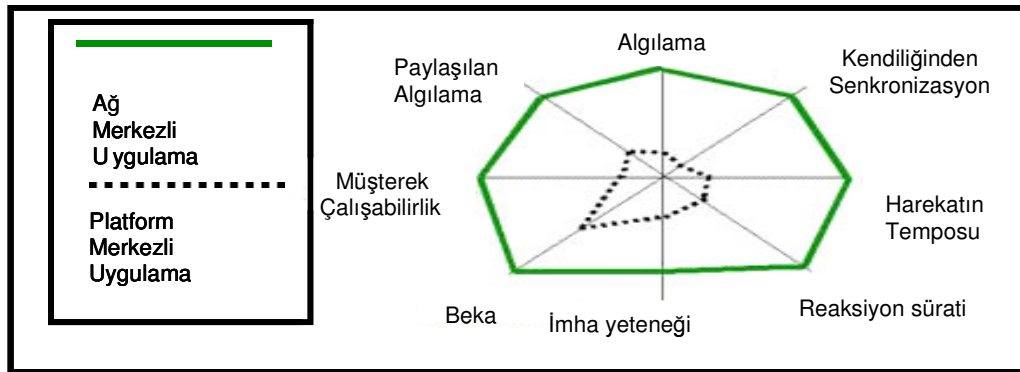


Şekil 3.9. Ağ merkezli silâh sistemi ve komuta kontrolü

geliştirilmiş olan yeni teknolojiler bu imkanı bizlere sunmaktadır.

AMH’te İletişim ağları ile birbirine bağlanmış bir kuvvetin kendi içindeki bilgi paylaşım ve işleme olanakları artar. Bilgi paylaşıldığında kalitesi yükselir ve yabancı literatürde “paylaşılan durum farkındalığı/bilgisi” (shared situational awareness) olarak geçen “durum hakkındaki bilgi” düzeyi iyileşir.

Bir kuvveti meydana getiren unsurlar “durumu” ne kadar iyi kavrarlarsa, kendilerini duruma o kadar iyi adapte ederler, unsurlar arası işbirliği kolaylaşır ve komuta sürati ve etkinliği artar. Bu da sonuçta kuvvetin topyekün olarak etkinliğini artırır. Ağ merkezli uygulamaların platform merkezli uygulamalara göre sağladığı avantajlar ve muharebe gücünü nitelik olarak nasıl genişlettiği Şekil 3.10’da gösterilmektedir. AMH konseptlerini uygulayan kuvvetlerin duruma ilişkin bilgi üstünlüğü sayesinde müşterek algılama, harekâtın temposu, reaksiyon sürati, imha yeteneği, beka ve müşterek çalışabilirlik gibi yetenekleri, PMH’e göre bariz şekilde gelişir. Sonuçta kuvvetin, ortak hedefe yönelme, daha yüksek komuta süratine erişme; iyileşen etkinlik, beka ve esneklik gibi özellikleri nedeni ile muharebe gücü artar ve durum hakimiyetine dönüşür.



Şekil 3.10. Platform merkezli ve ağ merkezli uygulamalar

AMH’te muharebe ortamının elemanları ve üstlendikleri roller

Ağ Merkezli Harp konseptini gerçekleştirebilmek için muharebe ortamı elemanlarının (bunların rolleri, görevleri, sorumlulukları ve kararları), aralarındaki irtibatın ve değişimi yapılacak bilgi ve çıktıların yapısının tanımlanması gerekmektedir. Konseptin gücü elemanlar arasındaki etkileşimin çeşitlilik ve zenginliğinden ileri gelmektedir.

Muharebe ortamı elemanlarının “hissetme/algılama”, “karar verme” ve “icra” olmak üzere üç temel fonksiyonu bulunmaktadır. Harekâtın belli bir zamanında muharebe ortamı elemanının aslî olarak yaptığı fonksiyon o elemanın rolünü/görevi belirlemektedir.

Aslî görevi hissetme/algılama olan sistemlere “sensör” denmektedir. Sensörler; yerde, denizde, havada ve uzayda bulunabilen, muharebe ortamı algılamasına katkıda bulunan, uydudan gözle tespite kadar her tür vasıtayı kapsamaktadır. Muharebe ortamında asıl görevi muharebe gücü olarak değer yaratma olan ve kararları uygulamaya koyan sistemlere “icra elemanı” denmekte olup bunlar silâh sistemlerinin bizzat mühimmatı kullanan kısımları, lançerleri ve geleneksel ve geleneksel olmayan kuvvetlerdir. Organizasyonun bütün kademelerinde bulunan ve bilgiyi işleyen, kullanan, kararlara dönüştüren ve kaynak tahsislerinin yapılmasını sağlayan elemana “karar verme elemanı” denmekte olup bunlar komuta kontrol unsurlarıdır.

Muharebe ortamı elemanlarının bir şekilde irtibatlarının yapılması gerekmektedir. Ancak bu irtibat, her elemanın diğerleriyle bağlantısı yerine sadece gerekli olan bağlantıların yapılması ile daha etkin olacaktır. Elemanların bilgi alt yapısına girip çıkabildikleri, yetkilerine göre işlem yapabildiği ve bu alt yapının sağladığı imkanlardan en üst seviyede faydalanabildiği bir sistem amaçlanmalıdır. Bazı elemanların birden fazla fonksiyonu yerine getirmesi de muhtemeldir. Ağ Merkezli Harp konseptinin uygulamaya konmasından önce irtibat ve yetki/görev paylaşımı ile

ilgili hususlar değerlendirilerek açıklığa kavuşturulmalıdır.

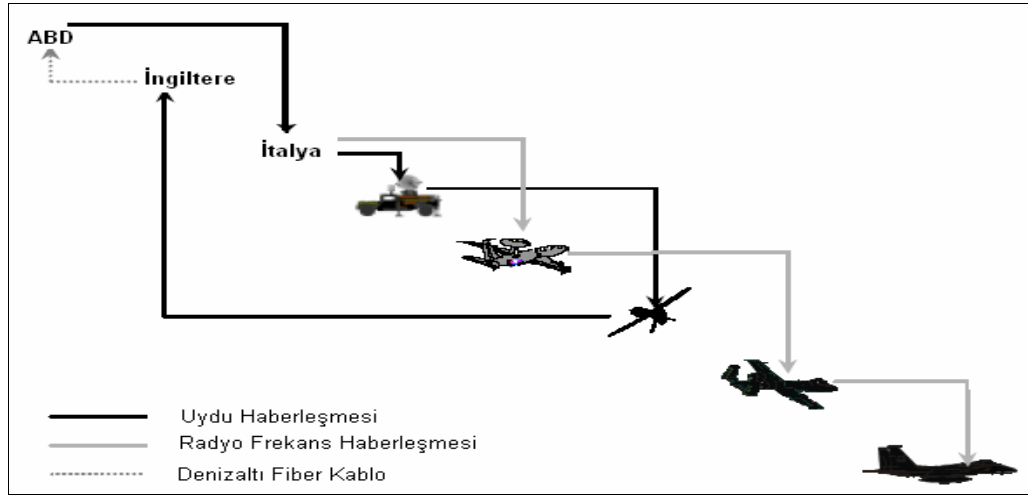
Ağ Merkezli Harp ile geleneksel yaklaşımlar arasındaki temel fark; AMH’de genellikle, icra elemanlarının (örneğin silâh sistemlerinin) organik sensörlere; karar verme elemanlarının da organik icra elemanlarına sahip olma gereğinin olmamasıdır. AMH’de, her üç tür muharebe ortamı elemanı, muharebe ortamının dinamik ihtiyaçlarını karşılamak ve komutanın niyetlerini gerçekleştirmek üzere işbirliği içinde çalışabilmektedir. Bu durum, karar verme ve icra elemanlarının birçok görev ve rolü üstlenebilmesine imkan sağlamaktadır. Platform merkezli harekâtta platformlar kendi silâh sistemlerine ve bu silâh sistemleri de kendi organik sensörlerine sahiptir. Örneğin Hawk batarya komutanı tüm sensör ve kontrolünü füzeler için kullanmaktadır. Bu organik sensörlerin kabiliyeti diğer unsurlar tarafından yok edilemez, aynı şekilde silâhlar da diğer unsurlarca kullanılamaz. Gelecekte bu kısıtlamalar giderilebilir.

Muharebe ortamının her bir elemanı, göreve yönelik olarak “muharebe ortamı algılaması ve bilgi”, “komuta kontrol ve karar verme” ve “icra” konularında değer yaratabilmekte ve muharebe etkinliğini artırabilmektedir. Bilgi çağı, aynı zamanda; muharebe yönetimi, planlaması ve icrasını entegre ve dinamik bir süreç haline getirmektedir. Bu yaklaşım, sadece karar verme elemanları ve icra elemanları arasında değil; aynı zamanda bu elemanlarla sensörler arasında da etkin bir etkileşimin kurulması gerektiğini vurgulamaktadır. Sensörler, ağ merkezli bir kabiliyet olan müşterek muharebe ortamı algılamasının en önemli unsurlarıdır.

AMH ile birlikte, muharebe ortamının elemanları arasında artan sayıda ilişkiler tesis edileceği, taktik resim üreten merkezler entegre olarak sayıca azalacağı; ancak, görev ihtiyaçlarına göre çok sayıda görüntü tesis ve idame edecek kabiliyette olacağı, karar verme ve icra elemanları tarafından verilen görevleri icra edecek yeni muharebe ortamı unsurlarının ortaya çıkacağı beklenmektedir. Bu yeni unsurlar, karar verme ve icra elemanlarına yardımcı olabilecek ve otomatik karar verme ve bilgi işlem faaliyetlerini gerçekleştirebilecek; karar yardımcıları, uzman sistemler, yapay sinir

ağları, ya da genetik algoritmalar şeklinde karşımıza çıkabilir. Bu yeni unsurların, durumun gerektirdiği bilgileri istemek, sensörleri yönlendirmek, acil durumlarda karar verme elemanlarının dikkatini çekmek, komutanın niyet ve maksadını mesaj ve komut haline getirmek, müşterek harekât resmindeki tutarsızlıkları tespit etmek ve karşıt kuvvet planlarını geliştirmek gibi görevleri icra etmesi muhtemeldir.

Muharebe ortamı elemanları arasındaki temel ilişkileri anlamak için ham verinin bilgiye ve bilginin de işlenmiş bilgiye dönüşme sürecindeki faaliyetleri irdelemek gerekmektedir. Veriler, belli bir kararı vermek için yeterli olamayabilecek gerçekler, ölçümler veya gözlemlerdir. Bilgi ise verilerin belli bir konuda bir araya getirilmesi, uyumunun sağlanması ve birleştirilmesi sonucu elde edilmektedir. Bilginin durum ve olayları anlamaya yarayacak açıklayıcı bir model haline getirilmesi sonucu işlenmiş bilgi meydana gelmektedir. Bu sayede gelecekteki olayları ve çıktıları tahmin etmek, dolayısıyla reaktif bir tutum yerine proaktif bir yaklaşım ortaya koymak mümkün olabilmektedir. Bu da komuta kontrolün temel maksatlarından biridir.



Şekil 3.11. AMH'te muharebe ortamı unsurları arasındaki ilişkiler

Son yıllarda Kosova, Afganistan ve Irak'ta icra edilen harekâta sensörler, karar verme ve icra elemanları arasında farklı ilişkiler kurularak AMH konseptinin gücü ve uygulanabilirliği gösterilmiştir. Şekil 3.11'de şematik olarak gösterilen, NATO'nun

Kosova Harekâtında bir Predator’un harekâtı ile ilgili olarak bilgi akışı ve görevlendirme safhâları, AMH kapsamında düşünülebilir. Coğrafi olarak farklı bir yerde görevlendirilen ve idare edilen ve temelde bir sensör olan Predator’un topladığı bilgiler, iletişim hatları vasıtasıyla yine coğrafi olarak tamamen farklı bir bölgede bulunan merkezlere analiz edilmek üzere gönderilirler. Analiz edilen bilgiler daha sonra gerçek zamana yakın olarak, yine tamamen farklı bir yerde konuşlu karar makamının bulunduğu komuta kontrol platformlarına, oradan da Predator’ün tespit ettiği hedefe taarruz etmek üzere silâh sistemlerine aktarılır.

AMH’in gerektirdiği bilgi altyapısı

Ağ Merkezli Harbin uygulanabilmesi için en temel ihtiyaç ve gereklilik, muharebe ortamındaki tüm unsurların yüksek kalitede bilgiye ulaşımına imkan sağlayan bilgi alt yapısıdır [36]. Gelecekte her unsurun bilgiye ulaşım yeteneğinin olması mevcut durum ile gelecekteki durum arasındaki temel farklılığı teşkil edecektir.

Yüksek sür’atli hedefleri zamanında tespit edebilmek ve angaje olabilmek için bilgi işlem performansının yüksek olması gerekmektedir. Bu nedenle, bilgi gecikmelerine karşı tolerans olmadığından, yüksek hıza sahip hedefler için performansı en yüksek olan iletişim ağları kullanılmalıdır.

Genel olarak, muharebe ortamı bilgi alt yapısını, iletişim ve işlem yapma yeteneklerinin entegre edildiği bir ağ olarak tanımlayabiliriz. Bu ağ, askerî ve sivil uydu muhaberesini de içeren çok yönlü iletişim yeteneklerini, farklı tipteki veri linklerini ve telsiz devrelerini bünyesinde taşımaktadır. Bilgi alt yapısında esnek mimarî yapılar kullanılarak kapasite ve karşılıklı çalışabilirlik yeteneği artırılmaktadır. Bu şekilde, kendi içinde fonksiyonelliği olan çok sayıda bağımsız ağ, ihtiyaca göre konfigürasyonu değiştirilebilen, dinamik bir yapıya sahip, “ağların ağı”na entegre edilebilmektedir [37].

Bilgi alt yapısındaki bu esneklik komutanlara; sensörleri, silâh sistemlerini, komuta kontrol ve destek unsurlarını ihtiyaçlara göre dinamik bir şekilde ve değişik konfigürasyonlarda kullanma imkanı sağlamaktadır. Bilgi alt yapısına bu esnekliği kazandıran en önemli unsur ise; farklı mimarîlere sahip ağların, karşılıklı çalışabilmesini mümkün kılan günümüzün gelişmiş yazılım ve donanım teknolojileridir [38].

Geleceğin muharebelerinde sensörler, komuta unsurları ve silâh sistemleri arasında daha fazla irtibat tesis edileceğinden, ağ güvenliğinin önemi de büyük oranda artmaktadır. Özellikle bilgi harekâtı kapsamında gerçekleştirilebilecek müdahaleler göz önüne alınırsa, bu konunun önemi daha da belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Bilgi koruma kapsamında geliştirilecek yetenekler sayesinde ağ merkezli harekât icra eden birlikler bilgiye süratle erişim sağlayarak bilgi üstünlüğünü elde edebilecektir.

3.3. Hava Kuvvetlerinde AMH

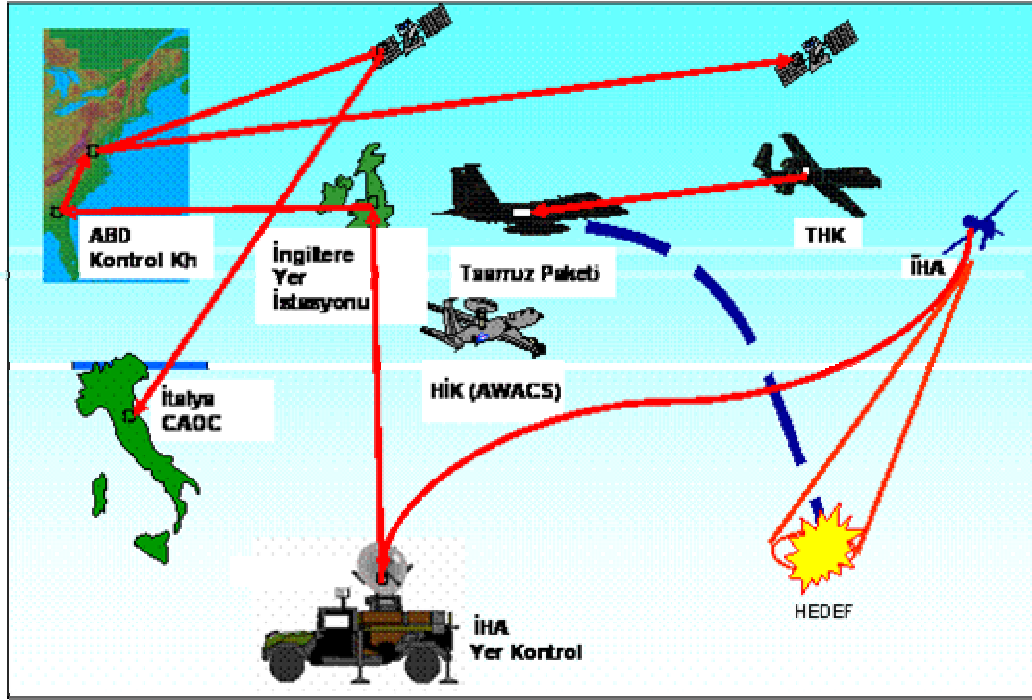
AMH'in müşterek bir konsept olduğunu söylememize rağmen, özellikle hava kuvvetlerinde nasıl uygulanabileceğine dair bir çok örnekler mevcuttur. Nitekim ABD'de bütün kuvvetler geleceğin savaşının ağ merkezli olarak yapılacağını görmüş ve buna uygun olarak çalışmalara başlamışlardır. O zamandan bu yana ABD ve NATO'daki müttefiklerinden bazıları AMH konseptini uygulama fırsatı bulmuşlardır ve gerek tatbikatlarda gerekse gerçek harekât ve simülasyon ortamlarında testleri devam etmektedir.

Kosova müttefik kuvvetler hava harekâtında AMH uygulaması

Kosova Müttefik Kuvvetler Hava Harekâtında ABD ve koalisyon hava kuvvetleri 36 bin sortiden daha fazla uçuş gerçekleştirmişlerdir. İnsansız Hava Araçlarının (İHA) savaş tarihinde yoğun bir şekilde kullanılması gibi sayısız ilkler yaşanmıştır. İHA'lar tek başına olduğu kadar, ISR sistemleri, JSTARS, RIVET JOINT, AWACS, U-2 ve diğer kuvvetlerin ve koalisyon ülkelerinin sensörleriyle beraber de kullanılmıştır.

Müttefik Kuvvetlerin karşılaştığı en önemli sorunların başında, hareketli hedeflerin tespit edilmesi, teşhis edilmesi, hedeflenmesi ve angaje olunması yer almakta idi. 1990 Birinci Körfez Harekâtında çöldeki hareketli hedefleri tespit etmede müthiş başarılı olan JSTARS operatörleri, maalesef hava durumu, arazi durumu ve diğer faktörler neticesinde Kosova’da aynı başarıyı göstermekte oldukça zorlanmışlardır. Dahası, İleri Hava Kontrolörlerin (İHK) ve taarruz uçakların, SAM tehdidinden dolayı uçtukları 15.000 fit irtifadan, hareketli ve küçük hedefleri, kendi sensörleri ile tespit etmeleri de oldukça zor olmuştur.

Buna benzer kısıtlamaların üstesinden gelebilmek için Şekil 3.12’de resmedildiği şekilde bir taarruz ağı oluşturulmuştur. Sensörler, analistler, karar vericiler ve vurucu güçler ağ üzerinde linklerle birbirlerine bağlanmışlardır. ABD’nin 11’inci Predator (İHA) Keşif Filosu, Bosna’daki Tuzla meydanına konuşlandırılmıştı. Predator’ün çektiği görüntüler SATCOM aracılığıyla İngiltere’deki bir yer istasyonuna, oradan da fiber optik kablolarla ABD’deki bir işleme merkezine gönderiliyordu. İşlem gören bilgiler daha sonra Washington D.C.’deki bir merkeze, oradan da Küresel Yayın Servisi (Global Broadcast Service) aracılığıyla harekât alanına tekrar geri gönderiliyordu. Bu bilgi İtalya’nın Vicenza kentinde bulunan CAOC tarafından alınıyordu. Daha sonra hedef bilgileri buradan AWACS’a ve AWACS’tan da İHK’ya gönderiliyordu. İHK da bu bilgileri basılı taktiklere uygun olarak havadaki taarruz uçaklarına gönderiyordu.



Şekil 3.12. Kosova Harekatında AMH’te taarruz zinciri

Böylece uçakların göremediği, fakat İHA’ların görebildiği hedeflere ait bilgiler eş zamanlı olarak veya az bir gecikme ile, AMH mantığı kullanarak, harekât alanından ABD’ye kadar gidip, analiz edilip, oradan da tekrar harekât alanında taarruz uçağına kadar gelerek hareketli hedefler, sıfır zayıat ve etkinlikle etki altına alınabilmektedir. Böyle bir ağ merkezli taarruz zinciri, hava, arazi ve diğer faktörlerden dolayı harekât yeteneği kısıtlanan kuvvetin harekât yeteneğini önemli ölçüde artırmıştır [39].

4. OPTİMİZASYON TEKNİKLERİ

Genetik algoritmalar optimizasyon tekniklerinden ve evrime dayalı algortimaların bir türü olduğundan, önce optimizasyon teknikleri ve evrimsel algoritmalar konusunda kısa bir giriş yapılması uygun olacaktır.

4.1. Optimizasyon Problemlerinin Çözüm Teknikleri

Optimizasyon temel bir tanımlama ile verilen kısıtlar altında en iyi çözümün bulunması işidir. Optimizasyon problemlerinin çözümü belirli sınırlamaları sağlayacak şekilde matematiksel ifadelerle veya kurallara dayanan algoritmalarla mümkün olmaktadır. Tüm optimizasyon problemlerinin çözümünde etkin bir metot yoktur ve kullanılan metotlar gerçek çözümü bulmayı garanti etmezler. Ancak kabul edilebilir hızda kabul edilebilir ölçüde en iyi çözümün bulunmasında genel olarak başarılıdır. Optimizasyon problemlerinin çeşitli sınıflandırılması yapılmıştır. Ancak genel kabul gören sınıflandırmaya göre;

- Amaç fonksiyonunun, parametrelerle ilgili herhangi bir sınırlama olmaksızın minimizasyonu veya maksimizasyonu, sınırlamasız optimizasyon,
- Parametrelerle ilgili sınırlamanın veya sınırlamaların olduğu optimizasyon problemi ise sınırlamalı optimizasyon,
- Amaç fonksiyonunun ve parametrelerin doğrusal olup olmamalarına göre, bir optimizasyon problemi doğrusal optimizasyon,
- Amaç fonksiyonu veya parametreler doğrusal değil ise doğrusal olmayan optimizasyon,
- Ayırık niceliklerin optimal olarak düzenlenmesi, gruplanması veya seçilmesi problemi ayırık optimizasyon,
- Karar değişkenlerinin alacağı değerler sürekli değerler ise bu tür problemlere ise sürekli optimizasyon problemi denir [40].

Bir optimizasyon veya matematiksel programlama problemi, n değişkenli $x = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$, (x_i : i .değişkenin değerini göstermektedir) şartlarına göre, $z = f(x)$ fonksiyonunu minimize eden

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

çözümünün bulunması işleminden oluşur [41].

Optimizasyon problemlerinin çözümünde farklı teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler çeşitli kriterlere göre sınıflandırılabilir. Çizelge 4.1'de optimizasyon tekniklerinin sınıflandırılması gösterilmiştir [42,43].

Çizelge 4.1. Optimizasyon tekniklerine örnekler [42]

Matematiksel Programlama Teknikleri	Stokastik Süreç Teknikleri	Yapay Zeka Optimizasyon Teknikleri
Klasik Analiz	İstatistiksel Karar Teorisi	Genetik Algoritma
Doğrusal Olmayan Programlama	Markov Süreçleri	Tavlama Benzetim
Doğrusal Programlama	Yenilenme Teorisi	Tabu Araştırması
Dinamik Programlama	Benzetim Metodu	Karınca Koloni Algoritması
Oyunlar Teorisi	Güvenilirlik Teorisi	Diferansiyel Gelişim Algoritması
Kareli Programlama		Yapay Bağışıklık Algoritması

Yapay zeka optimizasyon teknikleri

Optimizasyon problemlerinin çözümüne yönelik yapay zeka optimizasyon teknikleri meta sezgisel araştırma teknikleri olarak da bilinmektedir. Bu algoritmalar herhangi

bir çözümü gerçekleştirmek veya hedefe varmak için çeşitli alternatif hareketlerden etkili olanlara karar vermek amacı ile tanımlanan kriterler veya bilgisayar metotlarıdır. Kesin çözüm yöntemleri ile çözüm sağlanabilen problem büyüklüklerinin kısıtlı olması ve ihtiyaç duyulan hesap sürelerinin büyüklüğü araştırmacıları daha büyük problemler için en iyi çözüm olmasa da “iyi” bir çözüme süratle ulaşan metotlar üzerinde çalışmaya yöneltmiştir. Yapay zeka optimizasyon algoritmalarının uygulama sonuçları aynı zamanda kesin çözüm metotları için bir alt veya üst sınır oluşturmaları nedeni ile de önemlidir. Bu tür algoritmalar, kesin çözümü garanti etmezler ancak amaca uygun bir çözüm bulabilirler [42].

Uygulama sonuçları göstermektedir ki yapay zeka optimizasyon algoritmaları probleme bağımlı algoritmalar. Yani bir problemde başarılı olurken diğer bir problem için aynı şekilde başarılı olmayabilirler. Yapay zeka optimizasyon algoritmaların başlıcaları; yapay ısı işlem algoritmaları, genetik algoritmalar, tabu araştırma algoritmaları sayılabilir [43].

Yapay ısı işlem algoritması

Tavlama benzetimi yöntemi olarak da literatürde geçen yapay ısı işlem algoritmaları, ilk karşılaşılan daha iyi çözümü kabul ederek en iyiyi arama metotlarının temelinde bir değişik uygulama biçimidir. Her adımda daha iyi bir noktaya gitmeyi hedefleyen gradyan ile arama yönteminden farklı olarak, bu algoritmanın en önemli dezavantajı, süreç içinde giderek azalan bir olasılıkla daha kötü bir çözümü bulmaya neden olabilir.

Genetik algoritma

Genetik algoritma, Holland tarafından 1960’lı yıllarda biyolojik evrim sürecinden hareketle önerilmiştir. Burada tanıtılan diğer iki metottan farklı olarak, genetik algoritma tek bir çözüm yerine aynı anda birden fazla sayıda çözümü değerlendirir.

Bu özellik, genetik algoritmanın paralel arama özelliği olarak nitelendirilir. Problem çözümü genlerden oluşan bir kromozom ile ifade edilir.

Tabu arama

Tabu tanımlayarak arama temelde bir çözümün çevresinde yerel optimum çözümü arayan gradyan yönteminin bir uyarlamasıdır. Algoritmanın bir yerel optimum çözümünden ayrıldıktan hemen sonra tekrar aynı yerel optimum çözüme yönelmemesi için algoritmanın attığı son adımlar tabu ilan edilir. Tabu listesi dinamiklidir. Her yeni eleman tabu listesine girdiğinde, tabu listesinde en çok kalmış olan eleman liste dışına çıkarılır. Bu şekilde algoritmaya bir hafıza kazandırılmış olur.

4.2. Evrimsel Algoritmalar

Özellikle geçen 20-30 yılda evrim prensibine dayalı algoritmalara ilgi oldukça artmış ve bu konularla ilgili araştırmacıların ve literatürdeki çalışmaların hızı iyice çoğalmıştır. Son zamanlarda bu prensibe dayanan tekniklerin hepsini temsilen ortak bir terim olarak evrimsel hesaplama terimi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu sınıfa giren algoritmalar örnek olarak genetik algoritmalar, evrimsel programlama, evrimsel stratejiler, genetik programlama ve diferansiyel gelişim algoritmaları sayılabilir. Ayrıca literatürde bu paradigmalardan çeşitli özelliklerini birlikte kullanan çok sayıda melez sistemler de mevcuttur. Bundan dolayı sınıflandırma yapmak oldukça zordur. Bir problemi çözmede kullanılacak herhangi bir evrimsel algoritma aşağıdaki beş elemana ihtiyaç duymaktadır:

- Problem için çözümlerin genetik temsili,
- Çözümlerin başlangıç popülasyonunu oluşturacak bir yöntem,
- Çözümleri uygunluk açısından değerlendirmeye tabi tutacak değerlendirme fonksiyonu yani çevre,
- Genetik kompozisyonu değiştirecek operatörler,
- Kontrol parametrelerinin değerleri (popülasyon büyüklüğü, operatörleri

uygulama ihtimalleri vs.).

Evrimsel algoritma tek bir bireyle (çözümle) değil, bireylerin popülasyonu $P(t)$ ile ilgilenir. Her birey mevcut problem için muhtemel bir çözümü temsil eder ve bir veri yapısı (S) olarak tanımlanır. Her birey uygunluk ölçüt değerini belirlemek amacıyla değerlendirilir ve daha uygun bireyleri seçmek sureti ile yeni popülasyon ($P(t+1)$) oluşturulur (seçme adımı). Yeni popülasyonun bazı bireyleri yeni çözümler oluşturmak için bazı operatörler vasıtası ile transformasyona tabi tutulurlar (değiştirme adımı). Bir evrimsel algortimanın temel adımları Çizelge 4.2’de verilmiştir [44].

Çizelge 4.2. Bir evrimsel algoritmanın temel adımları [44]

- | |
|---|
| <p>Adım 1. $P(t)$’yi başlangıç durumuna set et.</p> <p>Adım 2. $P(t)$ ‘yi değerlendir.</p> <p>Adım 3. Durdurma kriteri sağlanıncaya kadar aşağıdaki işlemleri gerçekleştir.</p> <p> 3.1. Önceki popülasyonda bulunan bireylere seçme işlemi uygulayarak yeni popülasyon oluştur.</p> <p> 3.2. Yeni popülasyon değiştir.</p> <p> 3.3. Değiştirilmiş yeni popülasyonu değerlendir.</p> |
|---|

Evrimsel hesaplama teknikleri arasında oldukça benzerlikler olmasına rağmen birçok farklılıklar da mevcuttur. Örneğin bu teknikler temsil (representation) amacıyla farklı veri yapıları kullanırlar ve dolayısı ile kullanılan genetik operatörler de farklı olabilir. Yine yukarıda verilen temel adımlarda 3.1. ve 3.2 adımları yer değiştirebilir. Örneğim evrimsel stratejilerde ilk önce popülasyon değiştirilir ve sonra yeni popülasyon seçme işlemi ile oluşturulur. Aynı teknikte bile değişik alternatifler mevcuttur. Örneğin, genetik algortimada bireylerin seçimi için kullanılabilecek çok sayıda seçme metodu bulunmaktadır.

Genetik algoritma, adaptasyon işlemini modellemek için düzenlenmiştir ve

orijinalinde ikili (binary) dizi üzerinde çalışmaktadır. Temel operatörler olarak mutasyonla (mutation) birlikte bir rekombinasyon (yeni oluşum) operatörü kullanmaktadır. Evrimsel stratejiler, özellikle parametre optimizasyon problemlerini çözmek üzere geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda popülasyondaki her birey iki tane vektörden oluşmaktadır ($s = x + d$). İlk vektör x , araştırma uzayındaki bir noktayı, ikinci vektör d ise standart sapmaları temsil etmektedir. Orijinal evrimsel programlama teknikleri bireylerin kromozom yapısı ile temsil edilme prensibini kullanmış ve yeni bireyleri önceki bireylerin rasgele mutasyonlanması yolu ile oluşturmuştur. Genetik programlama teknikleri, bir problemi çözmek amacıyla kullanılabilecek muhtemel bilgisayar programlarından oluşan çözüm uzayındaki en uygun programı bulabilecek bir yöntem sağlamaktadır. Bu teknikte her çözüm ağaç formunda temsil edilir [45].

4.3. Genetik Algoritmanın Klasik Optimizasyon Algoritmalarından Farkı

Genetik algoritma, klasik optimizasyon metotlarından daha etkili ve çözüm yaklaşımında yapılacak küçük değişikliklerle ilerlemesinden dolayı da daha esneklerdir. Bu sebeple, genetik algoritma araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bilindiği üzere optimizasyondaki temel amaç optimum bir çözüme ulaşabilmek veya mümkün oldukça yaklaşımdır. Bunu gerçekleştirmek için bilinen pek çok klasik yöntem vardır. Bu yöntemlerin başarısı optimal noktaya ulaşıp ulaşmadıkları veya ne kadar ulaşabildikleri ile ölçülür. Genetik algoritmalar (GA), klasik optimizasyon algoritmalarından dört temel noktada ayrılır [46].

1. GA, parametrelerin kendileri ile değil, parametre takımının kodlanmış bir haliyle uğraşırlar.
2. GA, aramaya tek bir noktada değil, bir nokta ailesinden başlarlar. Dolayısıyla yerel bir optimuma takılmadan çalışabilirler.
3. GA, amaç fonksiyonunun (objective function) türevlerini ve bir takım ek bilgileri değil, doğrudan amaç fonksiyonunun kendisini kullanırlar.

4. GA’da deterministik değil rassal geçiş kuralları kullanılır.

4.4. Genetik Algoritma

Genetik Algoritma (GA), evrimsel hesaplama yöntemi kullanan yapay zeka uygulamalarından biri olarak nitelendirilebilir. Adından da anlaşılacağı üzere Darwin’in evrim teorisinden ilham alınarak modellenmiş olup, doğal seleksiyon ve doğal genetik mekanizmaya dayanan araştırma metodu kullanır. En iyi çözümü elde edebilmek için, zayıf çözümleri evrimsel bir işleyişe göre eleme yoluna gider. En iyi çözüm, yapılan çevrimler (iteration/yineleme) sonucunda hala hayatta kalabilmeyi başaran çözümdür.

Evrimsel hesaplama metodu ilk olarak I. Rechenberg’in ‘Evrimsel Stratejileri’ eserinde tanıtılmıştır. Ardından John Holland, evrim sürecini bilgisayar ortamında kullanarak genetik algoritmaları oluşturmuştur. Holland’ın öğrencisi olan D.E Goldberg 1989 yılında GA’nın çeşitli konularda kullanılabileceğini gösteren bir kitap yayınlamıştır. 1992 yılında ise John Koza genetik algoritmayı kullanarak genetik programlamayı geliştirmiştir [47,48].

GA’nın bir çok mühendislik probleminin çözümüne ilişkin uygulamaları mevcuttur. GA, geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya imkansız olan bir çok problem üzerinde uygulanabilir. Deneysel çalışmalardan, endüstriyel uygulamalara kadar birçok alanda GA çalışmaları yapılmaktadır. Mühendislikte, çözüm uzayı geniş olan problemlerin, muhtemel çözümlerinin taranarak en iyinin bulunmasının çok zaman alıcı olduğu durumlarda, zaman kazandırıcı bir yöntem olarak da karşımıza çıkar.

Genetik Algoritma, problemin ele alındığı ortamda yer alan uygun ve güçlü çözümlerin yaşatılarak, iyiler arasından daha da iyileştirilmiş çözümler üretmeyi amaç edinen bir yöntemdir. Ancak her problem için optimum sonucu bulacağını garanti etmez.

GA'nın işleyişinde en temel unsur "uygunluğun" ne olduğunun tarifinde yatar. Matematiksel anlamda uygunluk, modellenmesi ve muhtemel her çözüm üzerinde uygulanması gereken bir fonksiyondur.

Görüldüğü üzere genetik algoritmanın yapısı oldukça geneldir ve herhangi bir probleme uygulanabilir. Kromozomların tanımlanması genellikle ikili düzendeki sayılarla yapılır. Çaprazlama işlemi için kullanılan bireyler iyi bireylerden seçilir.

GA kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. GA'nın belli bir sonlanma kriteri yoktur. Sonucun yeterince iyi olması, yakınsamanın sağlanması veya maksimum iterasyon sayısına ulaşılması algoritmanın durması için kriter olarak kullanılabilir.

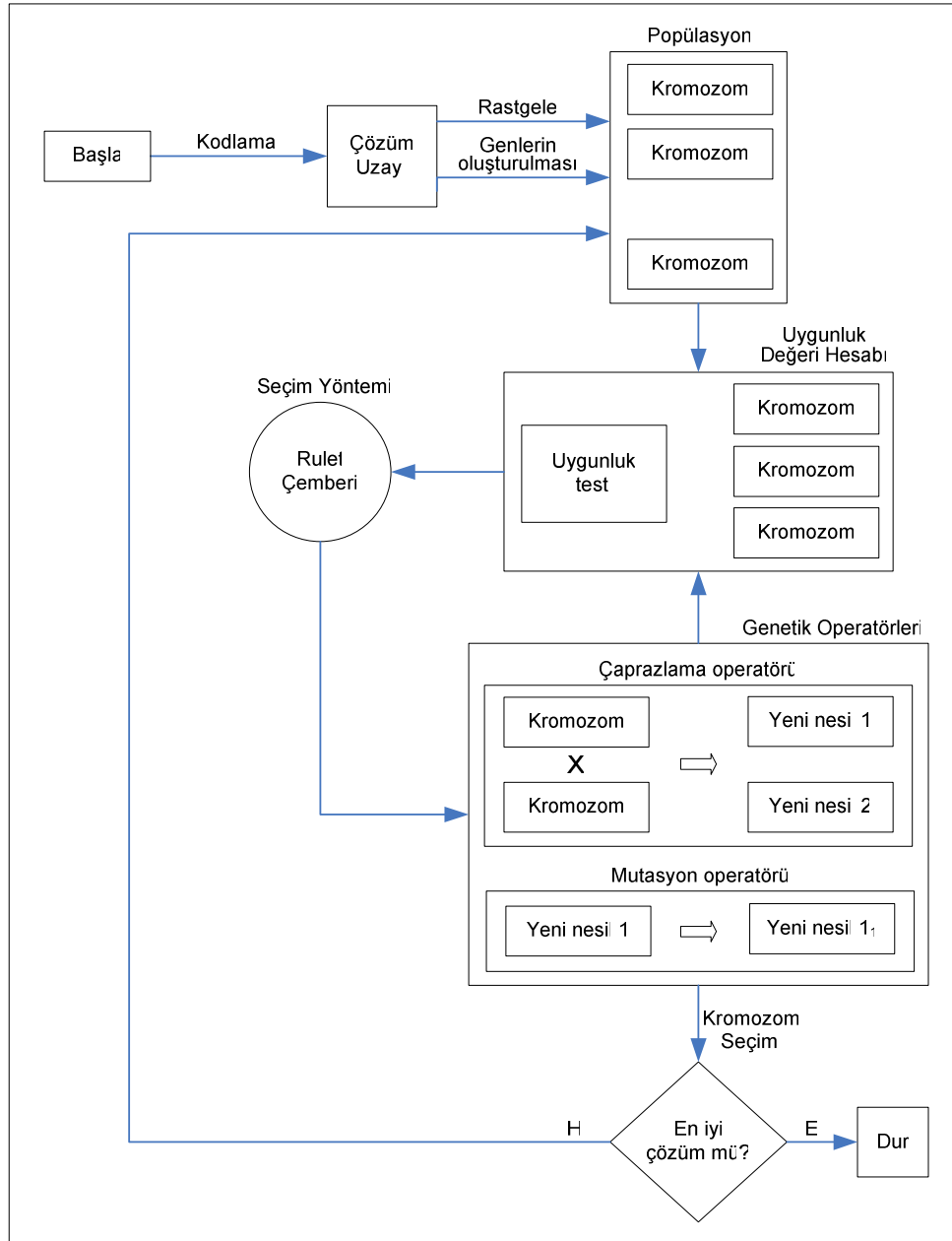
4.5. Genetik Algoritmanın Çalışma Prensipleri

Genetik algoritmalar, parametrelerin kodlanmaları ile çalışırlar. Tıpkı bir DNA'nın tüm insan karakteristiklerini bir amino asit zincirine kodlanması gibi, problemin parametreleri de sonlu uzunluktaki dizilere kodlanmalıdır. Uygulamada, genetik modelin bilgisayara aktarılmasında bit ve karakter dizileri kromozomları temsil etmekte kullanılır. Basit bit değişimleri ile çaprazlama, mutasyon gibi operasyonlar gerçekleştirilebilir. Değişken dizi uzunlukları ile genetik algoritma uygulamaları üzerinde ciddi miktarda araştırma yapılmasına karşın sabit uzunluklu karakter dizileri çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır [49].

Genetik algoritma uygulamalarında aşağıdaki sıra izlenmektedir. (Şekil 4.1)

1. Genelde rastgele dağılmış popülasyonun oluşturulması,
2. Tüm ilk bireylerin uygunluğunun ve dayanıklılığının test edilmesi,
3. Sonlandırma kriterinin (zaman, dayanıklılık v.b) test edilmesi,
4. Yeni neslin oluşumu için bir alt-popülasyonun seçilmesi,

5. Seçilen ebebeynlerden alınan genlerin birleştirilmesi (çaprazlama),
6. Çaprazlanmış popülasyona mutasyon operatörünün uygulanması,
7. Yeni oluşan popülasyonun uygunluğunun ve dayanıklılığının test edilmesi,
8. Gerçek koşullarda hayatta kalabilen bireylerin seçilmesi,
9. İstenen en iyi sonucu verecek birey belirlenene kadar işlemin tekrarlanması.



Şekil 4.1. Genetik algoritmanın genel akış diyagramı [50]

4.5.1. Popülasyon büyüklüğü ve kromozom uzunluğu

Popülasyon büyüklüğünü bir jenerasyonda bulunan birey sayısı belirlemektedir. Problem çözümünde büyük bir popülasyonun kullanılması, problemin çözüm

uzayının iyi örneklendiği anlamına gelir. İyi örneklenmiş bir çözüm uzayı ile de en iyi çözümün bulunma olasılığı artacaktır. Öte yandan, bir problemin çözüm zamanı, popülasyonun büyüklüğüne ve iterasyon (döngü) sayısına doğrudan bağlıdır. Bu nedenle, bazı uygulamalarda popülasyon genişliğinin gereğinden büyük seçilmesi, çözüm süresini uzatacağı gibi iyi bir çözüme ulaşmamızı da sağlayamayabilir. Sonuç olarak, popülasyon büyüklüğünün üzerinde çalışılan problemin karakteristiğine göre belirlenmesi en doğru çözümdür.

4.5.2. Çaprazlama ve mutasyon

Mevcut neslin seçilmiş kromozomlarından yeni bireyler oluşturmak üzere çaprazlama işlevi yürütülür. Bu operatörün temel fonksiyonu, yeni nesillerin, atalarının birebir kopyası olmalarını engellemektir.

Çaprazlama operatöründen kromozomların iyi özelliklerini birleştirerek daha iyi kromozomlar oluşturması beklenir. Böylece arzu edilen en iyi bireye yani çözüme ulaşılır. Çaprazlama sonucunda iyi olmayan bireyler de türeyebilir ancak onlar uygunluk değerleri düşük olduğundan seleksiyon gereği elenecektir.

Programlama sürecinde farklı çaprazlama operatörleri kullanılabilir. Bu operatörlerden hangisinin seçileceğine ise problemin çözümü öncesi yapılacak değerlendirmelere bakılarak karar verilir.

Çaprazlama operatörleri

- *Tek Nokta Çaprazlama:* Kullanılabilecek en basit çaprazlamadır. Kromozomlar üzerinde tek bir nokta seçilir ve o nokta referans alınarak ebeveyn kromozomlar çaprazlanır. Şayet popülasyonda yeterince birey yoksa, en iyi çözüme ulaşmak güçleşir.

- *İki Nokta Çaprazlama:* Tek noktadan farkı iki referans nokta seçilmesidir .
- *Çok Nokta Çaprazlama:* İki noktanın gelişmiş halidir. Bir çok referans nokta seçilir ve bu referanslara göre ebeveynlerin kromozomları çaprazlanır.
- *Tek Biçimli Çaprazlama:* Kromozom üzerinde referans noktalar kullanmak yerine, çaprazlama maskesi kullanılır. Çaprazlama maskesinin uzunluğu her bir kromozomun uzunluğu kadardır. Maskedeki 1 ve 0' lar türetilen kromozomun hangi geni hangi ebeveynden alacağını belirler [51].

Bu çaprazlama yöntemlerinden farklı olarak, M. Ericsson ve arkadaşlarının GA ile OSPF ağırlık değeri bulmak için yaptıkları çalışmada kullandıkları rasgele anahtarlar yöntemi ile, ebeveynler arasındaki kromozom alışverişi olasılık matrislerine dayandırılmıştır [52].

Rasgele anahtarlar yönteminde, yavru kromozomu oluşturacak her iki ata bireyin de seçilme olasılığını belirleyen tek bir matris, 0 ile 1 arasında değerler alacak şekilde oluşturulmuştur. Ayrıca 0 ile 1 arasında bir kesim değeri kullanarak, herhangi bir genin yavruya aktarımında hangi ata bireyin hangi seçilme olasılığına sahip olacağı belirlenmiştir.

Tüm çaprazlama yöntemlerinin temel amacı, bir öncekinden farklı nesiller üreterek çeşitliliği arttırmak ve böylece daha geniş bir çözüm uzayında çalışarak arzu edilen sonuca ulaşma olasılığını güçlendirmektir.

Çaprazlamanın yanısıra, ele alınan problemin çözüm uzayını genişletebilmek için mutasyon yöntemi de bir seçenek olarak düşünülebilir. Mutasyon, bir kromozomun bir veya birden fazla geni üzerinde rasgele değişiklik yapmak üzere kullanılan bir olasılık fonksiyonudur.

Ele alınan problemin karakteristiğine ve seçilen mutasyon olasılığı değerine bağlı

olarak, mutasyonun problemin çözüm uzayı üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri olabilir. Bu nedenle, GA sürecinde genel olarak mutasyon olasılık değeri düşük tutulur [49].

4.5.3. Seçim

GA ile amacımıza hitap eden çözümlere ulaşılabilmesi, bir önceki nesilden sonrakilere aktarılacak bireylerin uygun kriterlere göre belirlenmesiyle mümkündür. Böylece uygunluk kriterlerimize uyan çözümleri saklama, uymayanları ise eleme imkanına kavuşuruz.

Seçim kriterinin gücü, uygunluk kriterlerinin iyi saptanmasında yatmaktadır. Bu nedenle bireylerden beklenen uygunluğun ne olduğu iyi tanımlanmalı ve matematiksel olarak formüle edilmelidir. Tanımlanacak bu fonksiyon problemin uygunluk fonksiyonu olarak adlandırılır [51].

GA'nın her çevriminde elde edilen kromozomların uygunluk değerleri, uygunluk fonksiyonuna tabi tutularak hesaplanır. Daha sonra yüksek uyuma sahip olanlar seçilir.

Uygunluk fonksiyonu, çözümlerinin uygunluk değeri en yüksek olandan düşük olana doğru sıralanmasını sağlar ancak sıralanan çözümler arasında çeşitliliği de koruyacak şekilde bir seçim yapılması gerekir. Bu yöntemler arasında en çok bilinenleri Rulet Çemberi, Sıralı Seçim ve Elitist seçimdir .

Rulet çemberi

Bu seçim yöntemine, orantılı seçim mekanizması da denilebilir. Rulet çemberi yönteminde her bireyin seçilme şansı, uyumluluk değeriyle orantılıdır. Uyumluluk değeri yüksek olan bireyin seçilerek yeni popülasyona eklenme olasılığı yüksektir.

Ancak uyumluluk değeri düşük olanların da seçilme olasılığı vardır. Örneğin elimizde 5 kromozom olduğunu düşünelim. Bu kromozomların uyumluluk değerleri aşağıdaki gibi olsun.

1. Kromozom : 5
2. Kromozom : 25
3. Kromozom : 15
4. Kromozom : 45
5. Kromozom : 10

Tüm bu kromozomların uyumlulukları toplamı 100 olup kromozomların seçilme olasılıkları Çizelge 4.3'te verildiği gibidir.

Çizelge 4.3. Kromozomların seçilme olasılıkları

Kromozom	Seçilme İhtimali
1. Kromozom	0.05
2. Kromozom	0.25
3. Kromozom	0.15
4. Kromozom	0.45
5. Kromozom	0.1

Uygulamaya, 0 ile toplam değer olan 100 arasında rasgele bir sayı ürettirildiğinde; eğer sayı, 0 ile 45 arasında ise 4. Kromozom , 45 ile 70 arasında ise 2. Kromozom , 70 ile 85 arasında ise 3. Kromozom , 85 ile 95 arasında ise 5. Kromozom, 95 ile 100 arasında ise 1. Kromozom seçilsin.. Böylece her kromozom, uyumluluk değeri ölçüsünde seçilme şansı kazanmış olacaktır. Şayet kromozomların uyumluluk değeri arasında çok ciddi farklılıklar varsa, sonraki nesillerde çeşitlilik azalacaktır. Bu durum Rulet Çemberinin dezavantajı olarak düşünülebilir.

Sıralı seçim

Her kromozom, uyumluluk fonksiyonuyla hesaplanmış uyum değerine göre sıralanır. Daha sonra kromozomlar en kötü uyum değerine sahip olandan en iyi değere sahip olana doğru sıralanır. En uyumsuz kromozomun değeri 0, en uyumlu kromozomun değeri ise N (toplam kromozom sayısı) kadardır. Böylece kromozomların seçilme olasılığı, doğrusallaştırılmış artan fonksiyon haline getirilir .

Elitist seçim

Bu yöntemin diğerlerinden farkı, en iyi bireyleri korumasıdır. En iyi uygunluk değerine sahip olan birey veya belirli bir yüzdeye giren en iyi bireyler korunarak yeni popülasyona doğrudan eklenir. İyi bireylerin çaprazlama ve mutasyon sonucu kaybolmasını engellemek için böyle bir yol izlenmiştir [47].

4.5.4. Uygunluk fonksiyonunun tanımlanması

Genetik aloritmadan başarılı bir sonuç elde edebilmek için uygunluk fonksiyonun amaca uygun olarak tanımlanması gerekmektedir.

5. GÖRÜŞ ÖTESİ ANGAJMAN UYGULAMASI

5.1. Hava Harekatında Hava-Hava Angajmanları

Günümüzde hava ve uzay gücü herhangi bir askeri hareketin vazgeçilmez unsuru olmuştur. Son dönemde icra edilen askeri hareketlerde hava ve uzay gücü ilk darbeyi vuran unsur olarak karşımıza çıkmıştır. Her ne kadar modern hareket kavramlarından biri olan ve kara, deniz ve hava gücünün aynı zamanda stratejik, operatif ve taktik seviyedeki hedeflerin tümüne yönelik hareketi olarak tanımlanan “paralel hareket” anlayışı hayata geçirilmeye çalışılsa da hava ve uzay gücü yine askeri hareketin seyrini şekillendiren asli unsur olacaktır.

Hava ve uzay gücünün içinde bulunduğu bir hareket ortamında, hava ve uzay platformlarının herhangi bir etkin düşman müdahalesi olmadan serbest hareket edebilme derecesi olarak tanımlanan “hava üstünlüğü” kavramı oldukça önemli bir olguyu ifade etmektedir. ABD’nin Irak’a karşı icra ettiği son harekatta, kara kuvvetlerinin süratle ilerleyebilmesi, elde edilen hava üstünlüğü sayesinde Irak Hava Kuvvetlerinin bir varlık gösterememesi neticesinde gerçekleşmiştir.

Hava hareketi bakımından oldukça büyük bir öneme sahip olan “hava üstünlüğü”nün iki temel dayanağı vardır. Bunlar “yerden havaya füze ve uçaksavar angajmanları” ile “hava-hava angajmanları”dır. Hava-hava angajmanları uçakların birbirleri ile mücadelesidir. Bu mücadelenin sonunda ya bir taraf uçak ve pilot kaybeder veya düşmanın asli hedefine ulaşması engellenir.

Hava-hava angajmanları uçakların sahip oldukları silahlara göre belirli bir hiyerarşide gerçekleşir. Bu hiyerarşi “görüş ötesi angajman” ve “yakın angajman” olarak iki katmanlıdır. “Görüş ötesi angajman” uzun menzilli radar güdümlü füzelerle gerçekleştirilir. “Yakın angajman” ise kısa menzilli Kızıl ötesi (Infra Red – IR) güdümlü füzeler ve top mermisi ile gerçekleştirilir.

Her iki angajman türünde farklı taktikler uygulanır. Örneğin “görüş ötesi angajman”da arzu edilen pozisyon düşman uçağının dost uçağın burun istikametinde ancak dost uçağa doğru uçuyor olması iken, “yakın angajman”da arzu edilen pozisyon, dost uçağın düşman uçağının arkasında belirli bir genişlikteki koninin içinde bulunmasıdır. “Yakın angajman” görüş menzilinin içinde gerçekleşir. Dolayısı ile genellikle savaş pilotlarını manevra kabiliyeti bakımından zorlar. “Görüş ötesi angajman”da ise uçaklar birbirlerini görmemektedir. Böyle bir durumda uzakta bulunan düşman uçaklarının nasıl bir manevra yaptıklarının bilinmesi ve buna göre düşman uçaklarına karşı avantajlı konuma düşmandan önce gelebilmek için yapılması gereken manevraların belirlenmesi oldukça karmaşık bir işlemdir. Bu süreç pek çok faktörün beraber değerlendirilmesi gereken bir süreçtir.

AMH’in gerçekleşebilmesi için gerekli bilgi sistemleri, söz konusu sürecin olumlu yönde sonuçlanabilmesi için oldukça önemli bir destek sunmaktadır. Bu süreçte öncelikle düşmanın, dost ihbar sisteminde tespit edilmesi gerekmektedir. Tespit işlemi yerde ve havada konuşlu radarlar, uçak radarları ve elektronik destek teçhizatı tarafından gerçekleştirilir. Ancak tespit edilen her iz düşman değildir. Dost uçaklar da tespit edilmektedir. Dolayısıyla dostun düşmandan ayrılması gerekmektedir. Bunun için çeşitli kriterler bazında değerlendirme yapılır. Tespit edilen uçak, dost veya düşman olarak teşhis edildikten sonra angajman yetkisini elinde bulunduran makam düşman olarak teşhis edilen uçağa uygun angajman vasıtasını görevlendirir. Bu noktada angajman emrini alan pilot, düşman uçağa en az silah menzili kadar yaklaşması gerekmekte ve silahını düşmandan önce kullanmak zorundadır. Düşman uçağına yaklaşan bir pilotun düşman uçağın manevralarını içeren çeşitli bilgilere sahip olması gerekmektedir. Bu bilgilerin anlık olarak üretilmesi ve süratle karar verici makamda bulunan pilota iletilmesi önem arz etmektedir. Pilot, en yüksek “durum farkındalığı”nı yakalayabilmek için kendisine ulaşan bilgileri değerlendirmek zorundadır. Yapılması gereken bu değerlendirme pilotların zihinsel kabiliyetini oldukça zorlamaktadır. Böyle bir durumda değerlendirmeye tabi tutulacak pek çok “bilgi” bulunmaktadır. Çoğu zaman yapılan değerlendirme hataları nedeniyle “görüş ötesi angajmanlar” olumsuz

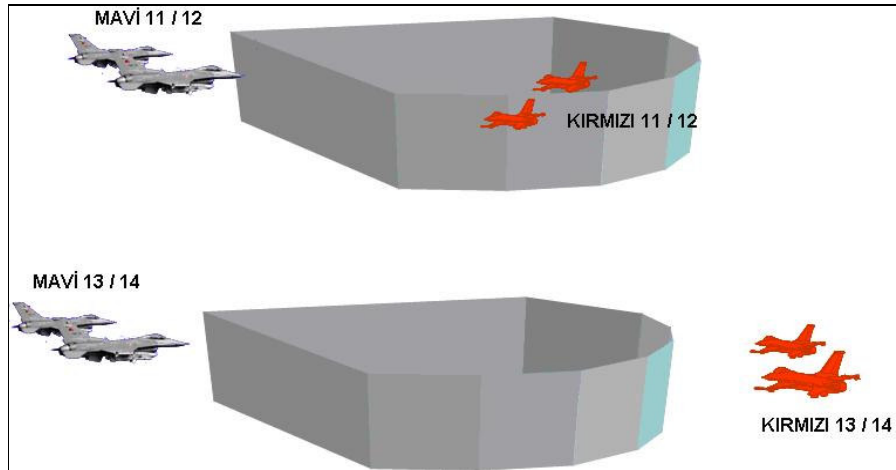
sonuçlanır.

AMH; radarlar vasıtasıyla elde edilen tespitlerin yani verilerin işlenmesi süretiyle “dost/düşman” teşhisinin yapılması yani “dost/düşman” işlenmiş verisine ulaşılması, “dost/düşman” teşhisinin ardından uygun angajman vasıtasının seçilmesi amacıyla yorumlanarak “harekat ortamı taktik hava resmi” bilgisinin ortaya konması ve ortaya konan “harekat ortamı taktik hava resmi” çerçevesinde, angajmanda bulunan her pilota en uygun hareket tarzınının üretilmesi süreçlerini kapsamaktadır.

Bu uygulamanın amacı, ortaya konan “harekat ortamı taktik hava resmi” çerçevesinde, angajmanda bulunan her pilota, “görüş ötesi angajman” kuralları göz önünde bulundularak en uygun hareket tarzınının optimizasyon tekniklerinden genetik algoritma kullanılarak üretilmesidir.

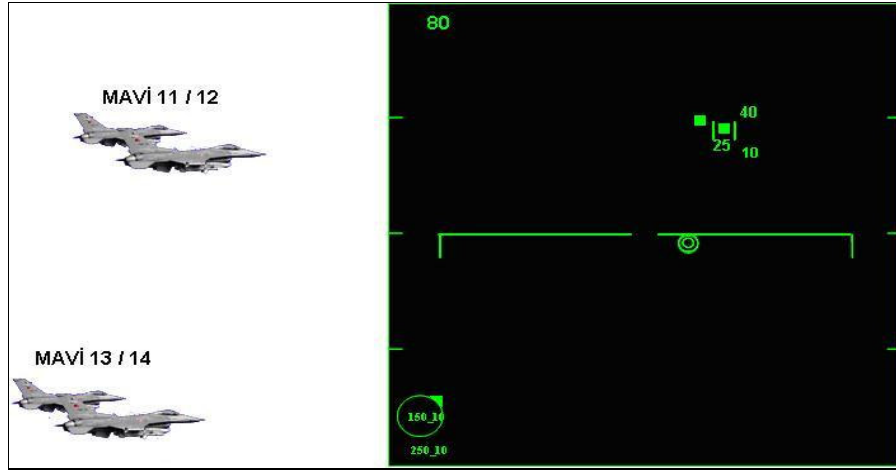
5.2. Örnek Görüş Ötesi Angajman Senaryosu

Görüş ötesi angajman süreci örnek bir senaryo üzerinden anlatılabilir. Senaryomuza göre Şekil 5.1’de olduğu gibi dört adet dost ve dört adet düşman uçağı bulunmaktadır.



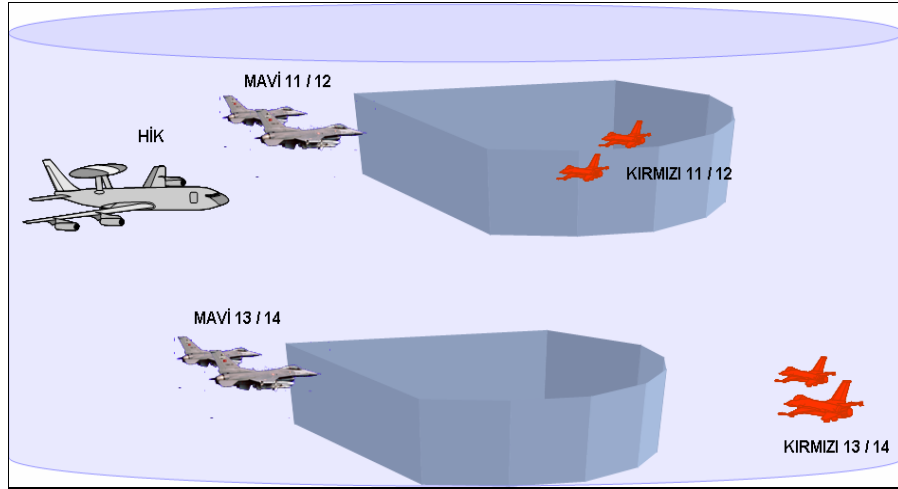
Şekil 5.1. Görüş ötesi angajman senaryosu -1

Bu iki grup birbirlerine yaklaşılmaktadır. MAVİ 11 ve MAVİ 12 radar kaplamaları içerisinde KIRMIZI 11 ve KIRMIZI 12'yi görebilirken MAVİ 13 ve MAVİ 14 KIRMIZI 13 ve KIRMIZI 14'ü görememektedir. Bu durumda eğer AMH alt yapısı yok ise Şekil 5.2.'de olduğu gibi, MAVİ 11/12 radar ekranlarında KIRMIZI 11/12'ye ait ekoları görebilecek ancak KIRMIZI 13/14 grubundan haberdar olmayacaklardır. MAVİ 13/14 grubu ise herhangi bir KIRMIZI uçağını henüz radar ekranında görememektedir. Şu durumda henüz daha MAVİ radar ekranında görmüş olduğu ekonun bir KIRMIZI uçağına ait olup olmadığını bilememektedir



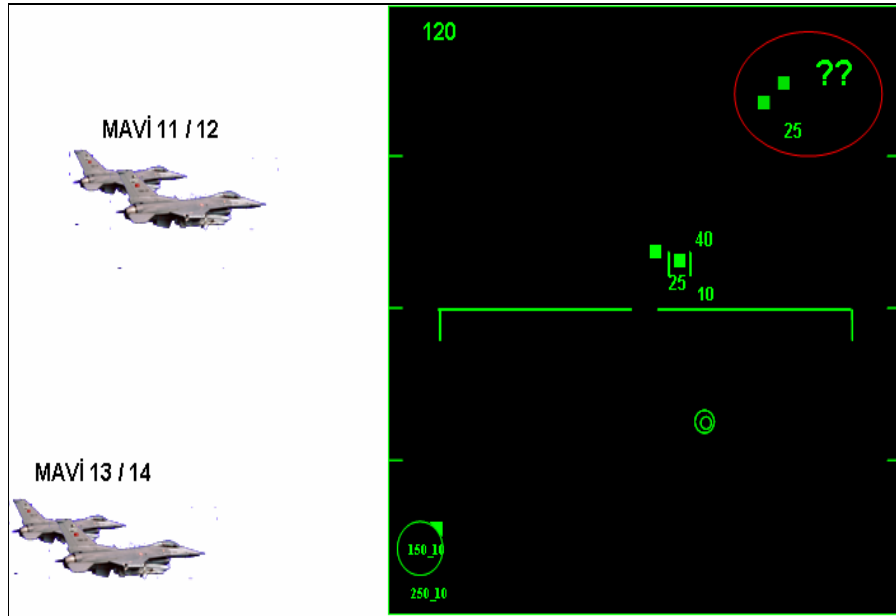
Şekil 5.2. Görüş ötesi angajman senaryosu –2

Eğer Harekat ortamına Şekil 5.3.'te olduğu gibi bir Havadan İhbar ve Kontrol (HİK) Uçağı dahil olursa, HİK uçağı, MAVİ ve KIRMIZI uçaklara ait tüm ekoları kendi radarında görebilecektir. AMH yeteneğinin bu noktada kısmen olduğunu kabul edersek, HİK uçağı bu tespitlerini bir link vasıtasıyla MAVİ uçaklara aktarabilecektir.



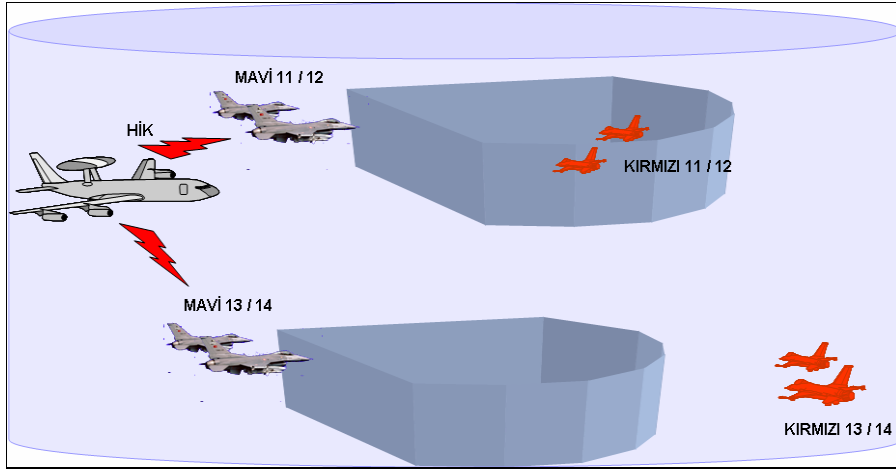
Şekil 5.3. Görüş ötesi angajman senaryosu –3

HİK uçağının tespitlerini bir link vasıtasıyla alan MAVİ 11/12 grubu artık kendi radar ekranında, kendi radar kaplaması dışında bulunan KIRMIZI 13/14'ü görebilme imkanına kavuşmuştur. Ancak henüz bu veriler işlenmediğinden görünen ekoların KIRMIZI veya MAVİ olduğu bilinmemektedir.



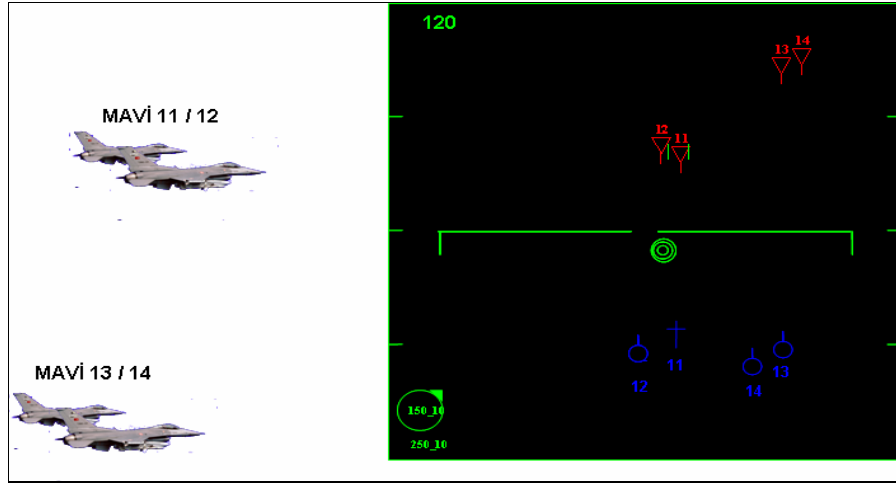
Şekil 5.4. Görüş ötesi angajman senaryosu –4

HİK uçağında çeşitli yöntemler kullanılarak teşhis yapılabilmektedir. HİK uçağı tarafından teşhis bilgisi yayınlanmaktadır. Böylece MAVİ kollar radar ekranlarında hem dost hem de düşmana ait bilgileri görebilme imkanına kavuşmuşlardır.



Şekil 5.5. Görüş ötesi angajman senaryosu –5

Böylece artık MAVİ pilotlar “durum farkındalığında” önemli bir üstünlük yakalamalarına katkı sağlayacak şekilde radar ekranlarında dost ve düşmanı ayrı renk kodları ve simgeleri ile görebilmektedirler. Bu sayede dost ve düşman uçakların pozisyonlarını doğru bir şekilde değerlendirerek, “görüş ötesi angajman” için en uygun uçuş manevrasını bulabileceklerdir. Ancak bu noktadan itibaren dahi MAVİ lider pilotun sorumlulukları hala çok fazladır. MAVİ pilot hangi MAVİ uçağı hangi KIRMIZI uçakla eşleştireceğine karar vermek zorundadır ve uçaklar manevra yaptıkça değişen şartlar yeni eşleştirmeleri mecbur kılacaktır. Özellikle uçaklar birbirlerine yaklaşarak füze menzillerinin içerisine girdikçe değerlendirmeler daha da zorlu olacaktır.



Şekil 5.6. Görüş ötesi angajman senaryosu –6

İşte bu noktada “görüş ötesi angajman” ajanına ihtiyaç duyulmaktadır. “Görüş ötesi angajman” ajanı hem lider pilota hem de liderin yönetimi altında bulunan diğer pilotlara KIRMIZI uçakları yenebilmeleri için en optimum hareket tarzlarını tavsiye edecektir. Örneğin lider pilota, hangi MAVİ uçağı hangi KIRMIZI uçakla eşleştireceği noktasında tekliflerde bulunacak ve gelişen durumlar çerçevesinde bu tekliflerini yineleyecektir. Öte yandan “görüş ötesi angajman” ajanı, liderin yönetimindeki diğer MAVİ pilotlara, kendilerine lider tarafından eşleştirilmiş KIRMIZI uçağa yaklaşma esnasında en uygun “yaklaşma ve kaçınma” profilini teklif edecektir.

5.3. Uygulamanın Tanımı

Genetik görüş ötesi angajman uygulaması, Java Yazılım Geliştirme Dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Uygulama yazılımı, yazılım içinde kullanılan parametrelerin tamamının kullanıcı tarafından ekrandan girilebilecek şekilde geliştirilmiştir. İki boyutlu düzlemde uçaklar ve belirli şartlar sağlandığında atılan füzeler gerçek dünyadaki şekillerine uygun olacak şekilde simüle edilmiştir. Uygulamada dost uçaklar sol taraftan düşman

uçaklar ise saė taraftan düzleme girerek uçuřa bařlamaktadırlar.

5.4. Uygulamada Kullanılan Parametreler

Genetik görüş ötesi angajman uygulamasında, kullanıcı tarafından girilebilen parametreler aşağıda sınıflandırılarak detaylandırılmıştır.

Genetik Parametreleri

Birey Sayısı : Genetik aloritmada kullanılacak birey sayısının maksimum kaç olacağını belirler. Varsayılan değeri 100’dir.

İterasyon Sayısı : Genetik aloritmanın bir sonraki kaliteli bir birey oluşturmak için kaç kez iterasyona gireceğini belirler. Varsayılan değeri 50’dir.

Mutasyon Oranı : Çaprazlama sırasında mutasyon yöntemi ile herhangi bir genin rasgele değıştirilmesi olasılığını belirler. Varsayılan değeri 0.1 ‘dir.

Elitizm Kriteri : Maksimum iterasyon sonucu oluşturulan bireylerden en iyilerinin yüzde kaçının bir sonraki popülasyona aktarılacağını gösteren parametredir. Varsayılan değeri 30’dur.

Zaman Parametreleri

Zaman Parametresi : Bir füzenin hedefe ulaşması için geçmesi gereken maksimum süreyi tutan parametredir. Varsayılan değeri 1000’dir.

Uçak Parametreleri

Uçak Sayısı : Harekat ortamında kaç adet uçağın angajmana gireceğini belirten parametredir. Varsayılan değeri 1’dir.

Uygunluk Fonksiyonu Parametreleri

Angle off: Füze atımının gerçekleşmesi için iki uçak arasında olması gereken açısal değer. Varsayılan değeri 30 derecedir.

Ateş Mesafesi : Uygunluk (fitness) fonksiyonunda kullanılan ve atış yapmak için gerekli minimum uzaklığı piksel cinsinden gösteren parametredir. Varsayılan değeri 300'dür.

Grafik Parametresi

Genetik algoritma ile ilgili parametrelere ilişkin grafiklerin gerçek zamanlı olarak çizilip çizilmeyeceğini belirten parametredir. Varsayılan değeri “hayır” dır.

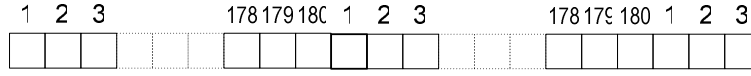
5.5. Kromozom Yapısı

Kromozom yapısı içerisinde

- [5, 15] aralığında değişen 180 adet hız değeri
- $[-\pi/6, \pi/6]$ aralığında 180 adet dönüş açısı değeri
- Uçak sayısı kadar ateş edip edilmeyeceğini tutan mantıksal değer tutulmaktadır.

Görüş ötesi angajman uygulamasında kromozom yapısı uçağın gitmesi gereken hız, gitmesi gereken yön, füze atıp atmaması gerektiği gibi parametrelerin belirlenmesi için bir dizi genden oluşmaktadır. Dost uçağın yapacağı hareket düşman uçağının kendisine göre hangi açıda olduğuna göre değişmekte olduğu için her farklı “angle-of” açı değeri için bir hız ve bir dönüş açısı tutulmaktadır.

Uzaklığın dönüş hareketini etkilemediği varsayımı ile aynı genler her avcı uçağı için kullanılabilir hale gelmektedir. Dolayısıyla N:N (eşit sayıda birden çok uçağın angajmana girmesi) karşılaşmalar için gen sayısının artması gerekmemektedir.



Şekil 5.7. Kromozom Yapısı

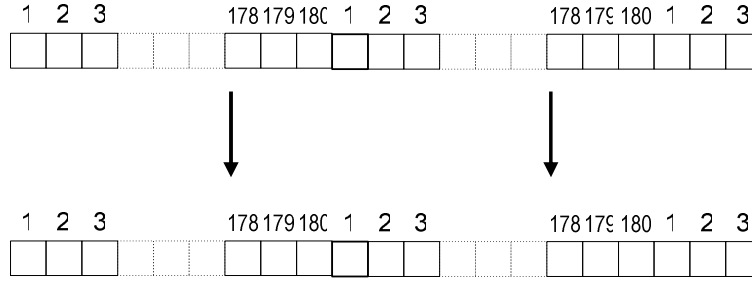
Şekil 5.7’de görülen kromozom yapısı üzerinde tek nokta çaprazlama uygulanmaktadır. Çaprazlamanın yapılacağı nokta rastgele belirlenmekte olup, ekrandan girilen parametre değerine göre çaprazlama yapılmaktadır. Aynı zamanda elitizm olarak bilinen iyi bireylerin saklanması da ekrandan girilen oran miktarınca yapılmaktadır. Elit bireylere ekrandan girilen mutasyon oranınca mutasyon uygulanmakta olup mutasyon yapılacak gen rastgele seçilmek yerine ilgili pozisyonda hangi genler kullanılacaksa direk o genler üstünde mutasyon işlemi yapılmaktadır. Bu şekilde bir yaklaşım çözüme çok daha hızlı ulaşmakta çok etkili olmuştur. Özellikle gen sayısının fazla olduğu düşünüldüğünde mutasyona uğrayacak genlerin rastgele seçilmesi ve o seçilen genlerin problemin o anki çözümü üstünde etkili olmaması mutasyonun yapılamaması sonucunu doğurmaktaydı. %100 mutasyon oranında bile etkili mutasyon 1/180 oranında olmaktaydı, dolayısıyla ilgili genler üstünde mutasyon uygulama yöntemi tercih edildi.

5.6. İlk Bireyin Oluşturulması

Kromozom yapısı bölümünde anlatıldığı gibi 3 ana bölümden oluşan kromozomlardan ilki alabilecekleri değer kümeleri içindeki sayıların rastgele elde edilen değerlerinin kromozom içine yerleştirilmesi ile elde edilir. Toplum kaç kromozomdan oluşuyorsa o kadar rastgele kromozom oluşturulur. Daha sonraki mutasyon, elitizm, çaprazlama gibi işlemlerde bu rastgele oluşturulmuş bireyler kullanılır.

5.7. Süper Kromozomun Oluşturulması

Bütün bunlara ek olarak bu çalışmada “Süper Kromozom”olarak adlandırılabilen en iyi kromozomu saklama ve bu kromozom üstüne devamlı en iyi genleri ekleme şeklinde bir yaklaşım da uygulanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 5.8. Süper kromozom yapısı

Süper kromozom, bir önceki iterasyondan elde edilen en iyi kromozomdaki bulunduğumuz “angle off” açısı değerine karşılık gelen 2 adet (hız ve dönüş açısı değerleri) geni bir sonraki iterasyonda kullanılması için aktarılması mantığına göre oluşturulmaktadır.

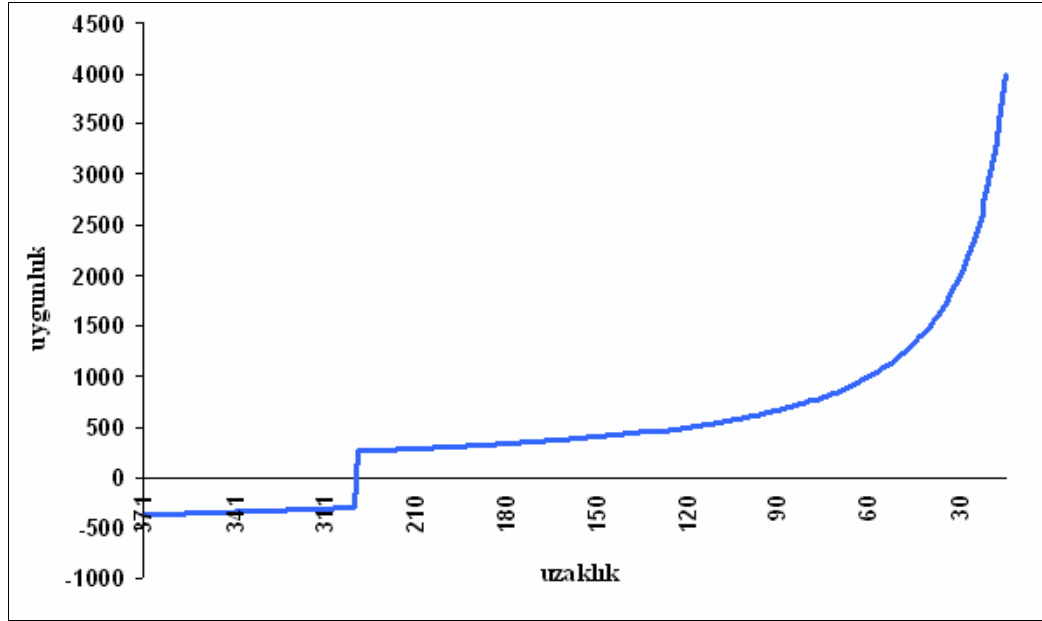
Böylelikle uygunluk fonksiyonu değeri yüksek olan genler yeni jenerasyonlara aktarılmış olmaktadır. Aktarılan bu genlerin farklı durumlar için kullanılan popülasyonlardan birikerek oluşmuş olması hemen her durumda kullanılabilecek süper kromozomun oluşmasını sağlamaktadır.

Bu de genetik algoritmada yeni jenerasyonların oluşmasında kullanılan işlemlere farklı bir yaklaşım getirmektedir.

5.8. Uygunluk Fonksiyonu

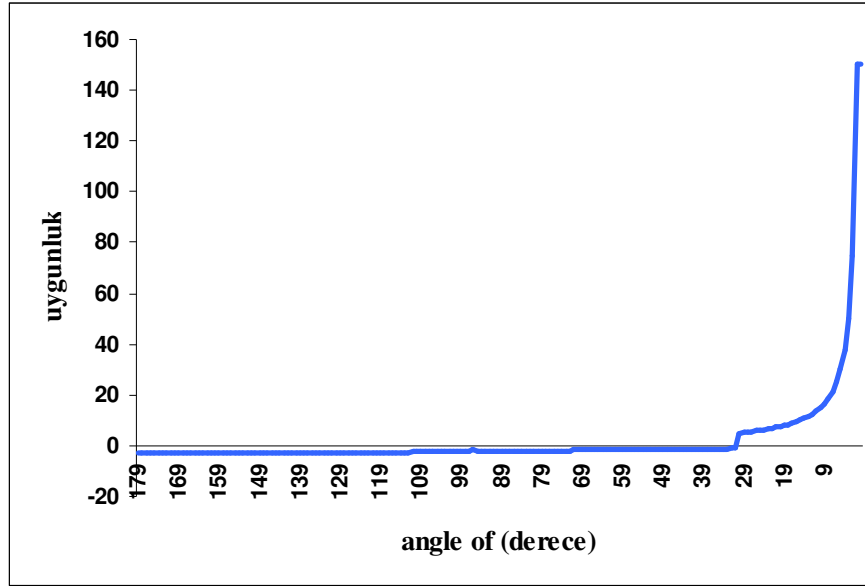
Uygunluk fonksiyonunda iki uçak arasındaki “angle-of” hesaplandıktan sonra, ilgili

angle of için geçerli olan genlerden uçağın bir sonra bulunacağı pozisyon hesaplanır ve bu pozisyona göre yeni uzaklık, yeni angle-of ve yeni aspect-angle hesaplanır. Uzaklık 300 birimden küçükse $60000/\text{uzaklık}$, büyükse $(0 - \text{uzaklık})$ şeklinde uzaklık için bir değer tespit edilir.



Şekil 5.9. Uzaklığa bağlı uygunluk fonksiyonu grafiği

Angle-off açısal değeri 30 dereeden küçükse $\min(150, 6.0 / \text{angle-off})$, büyükse $(0 - \text{angle-off})$ şeklinde bir değer hesaplanır. Açısal değerlerin radyan cinsinden olduğu gözden kaçırılmamalıdır.



Şekil 5.10. Angle of açısıl değerine bağlı uygunluk fonksiyonu grafiği

Aspect-angle açısıl değerinin hesaplamasında ise düşman uçağı avcının önündeysse (angle-off 30 dereceden küçükse) aspect-angle'ı 150'den büyük ya da 30'dan küçükse (üzerine doğru geliyor ya da tam ters yönde kaçıyor) $6 / \tan(\text{aspect-angle})$ şeklinde, düşman uçağı avcının arka tarafında ise $0 - (6 / \tan(\text{aspect-angle}))$ şeklinde ve diğer pozisyonlar içinse $0 - \tan(\text{aspect-angle})$ şeklinde bir hesaplama yapılmıştır.



Şekil 5.11. Aspect Angle açısıl değerine bağlı uygunluk fonksiyonu grafiği

Bu üç değerin toplamı genel olarak uçağın hareketini belirleyecek olan uygunluk fonksiyonunun sonucu olarak kullanılmıştır. Sonra füze atma kabiliyeti eklenince düşmanın uzaklığına ve angle-of'una göre füze atma uygunluğunu belirten bir değer daha eklenmiştir.

Uygunluk fonksiyonu = uzaklığa ait uygunluk + angle-of uygunluk + aspect uygunluk + füzeyi ateşle uygunluk

6. UYGULAMANIN DENEYSEL SONUÇLARI

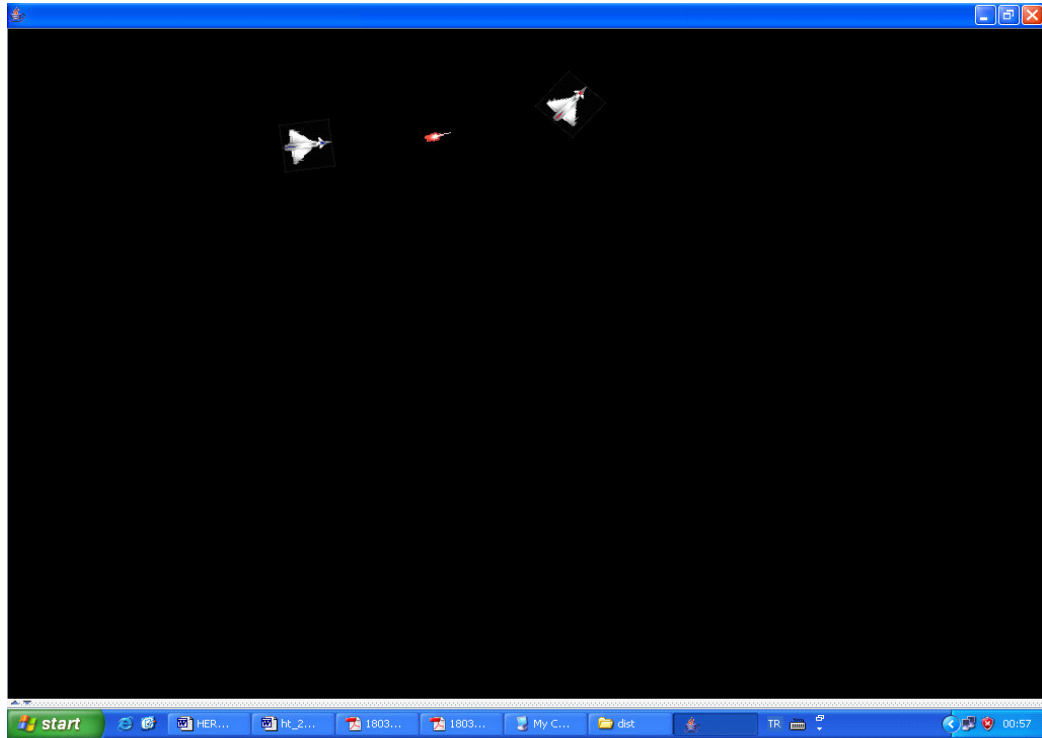
6.1. Uygulamanın Farklı Parametreler İle Test Edilmesi

Genetik görüş ötesi angajman uygulaması, farklı parametreler kullanılarak oluşturulan senaryolara göre çalıştırılarak dost uçakların füze atma anlarına ait uygunluk fonksiyonu grafikleri çizdirilmiştir

Senaryo 1

Bu senaryoda bir dost uçağın bir düşman uçağı ile birebir angajmana (1:1 angajman) girmesi farklı genetik parametreler ile denenmiştir.

Şekil 6.1’de (1:1) görüş ötesi angajman ile ilgili hareket alanının görüntüsü yer almaktadır.



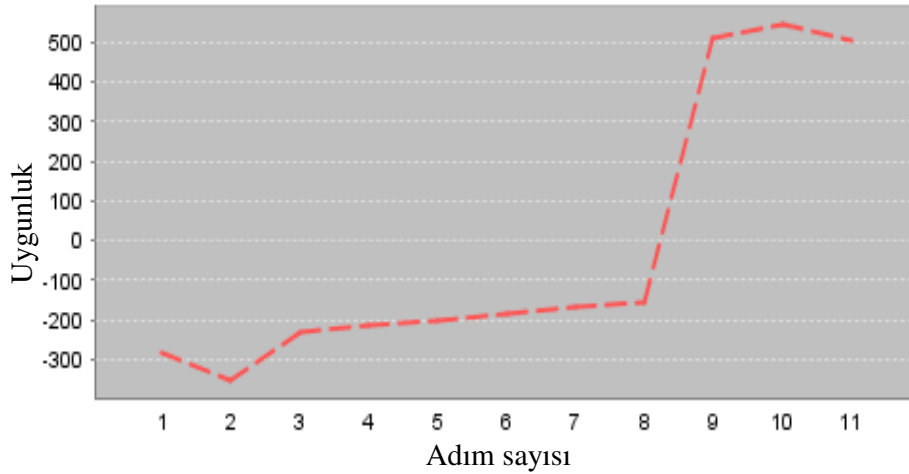
Şekil 6.1. (1:1) Görüş ötesi angajman

Deneme -1

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.1’de ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.2’te gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa füzeyi 10. adımda fırlatmıştır.

Çizelge 6.1. Senaryo -1 deneme -1 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	10
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



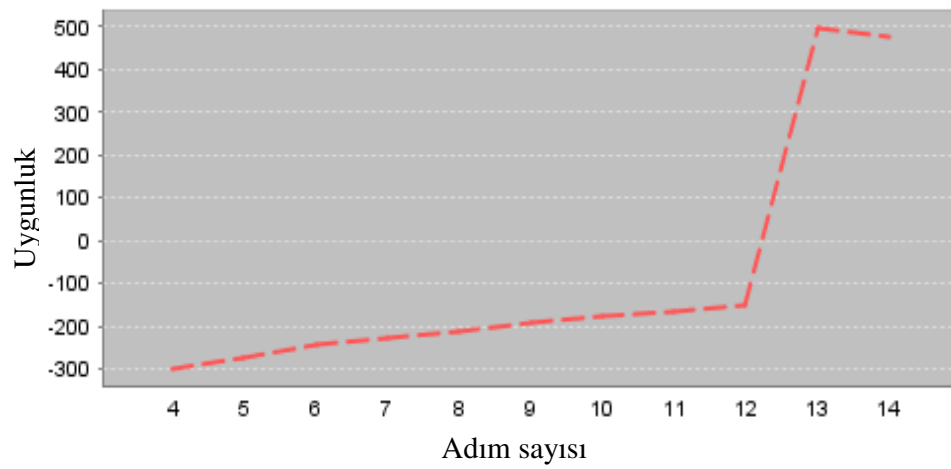
Şekil 6.2. Senaryo -1 deneme -1 için füzenin atılması anı

Deneme -2

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.2’de ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.3’te gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa 13. adımda füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.2. Senaryo -1 deneme -2 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	20
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



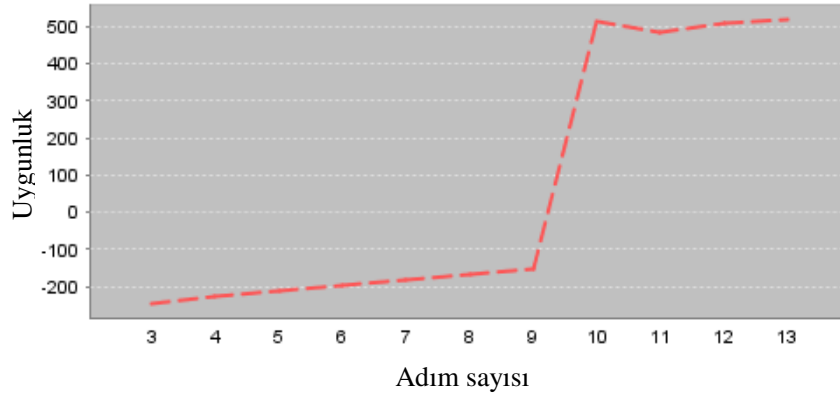
Şekil 6.3. Senaryo -1 deneme -2 için füzenin atılması anı

Deneme -3

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.3'te ve uygunluk(fitness) fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.4'te gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa 12. adımda füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.3. Senaryo -1 deneme -3 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	40
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



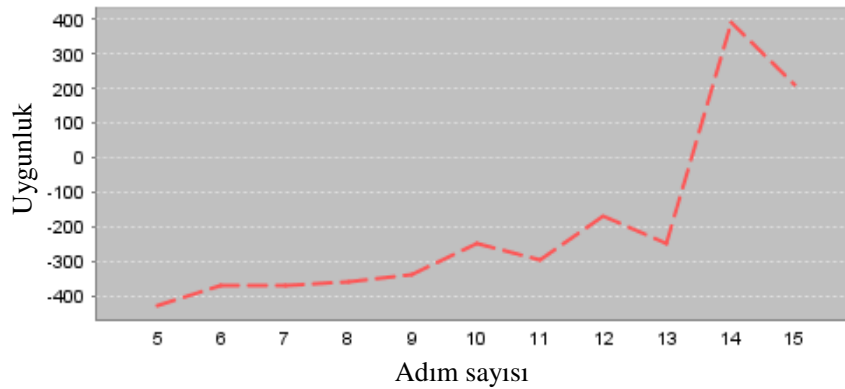
Şekil 6.4. Senaryo -1 deneme -3 için füzenin atılması anı

Deneme -4

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.4'te ve uygunluk(fitness) fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.5'te gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa 14. adımda füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.4. Senaryo -1 deneme -4 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	50
İterasyon Sayısı	3
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



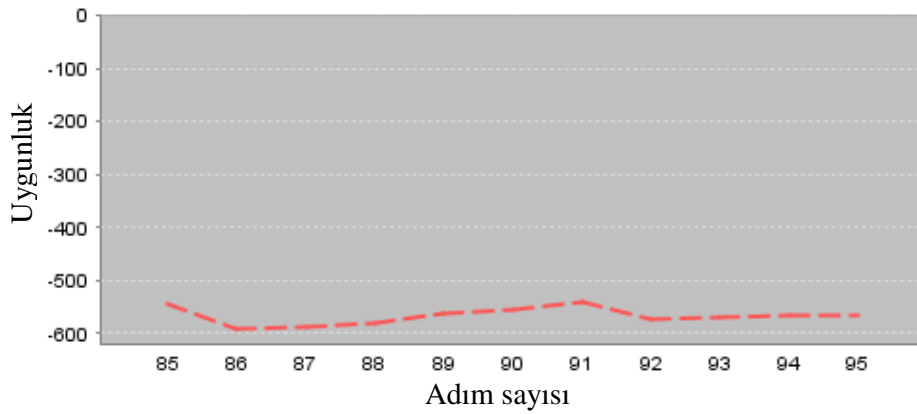
Şekil 6.5. Senaryo -1 deneme -4 için füzenin atılması anı

Deneme -5

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 5.5'te ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.6 'da gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa genetik algoritma kullanılarak angaje olamamıştır.

Çizelge 6.5. Senaryo -1 deneme -5 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	10
İterasyon Sayısı	3
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



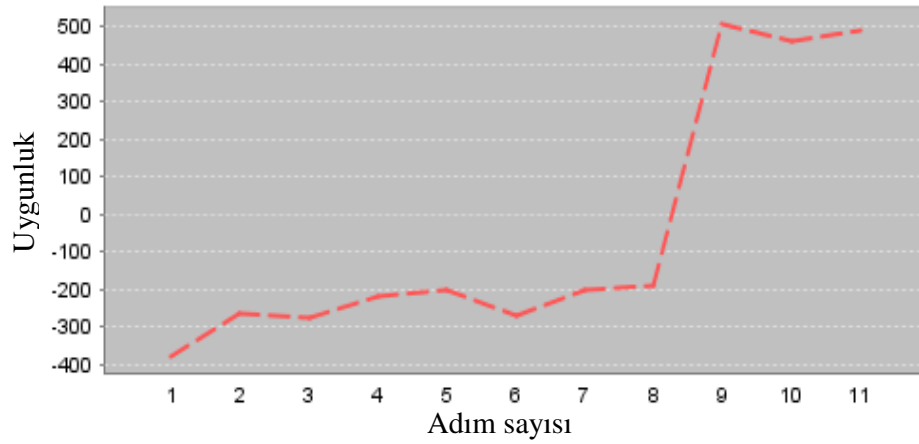
Şekil 6.6. Senaryo -1 deneme -5 için füzenin atılması anı

Deneme -6

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.6'da ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.7'de gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa genetik algoritma kullanılarak 10 adımda füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.6. Senaryo -1 deneme -6 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	10
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.3



Şekil 6.7. Senaryo -1 deneme-6 için füzenin atılması anı

Deneme -7

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.7’de ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.8 ‘de gösterilmiştir. Dost uçak düşman uçağa genetik algoritma kullanılarak 31 adımda füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.7. Senaryo -1 deneme -7 için genetik parametreleri

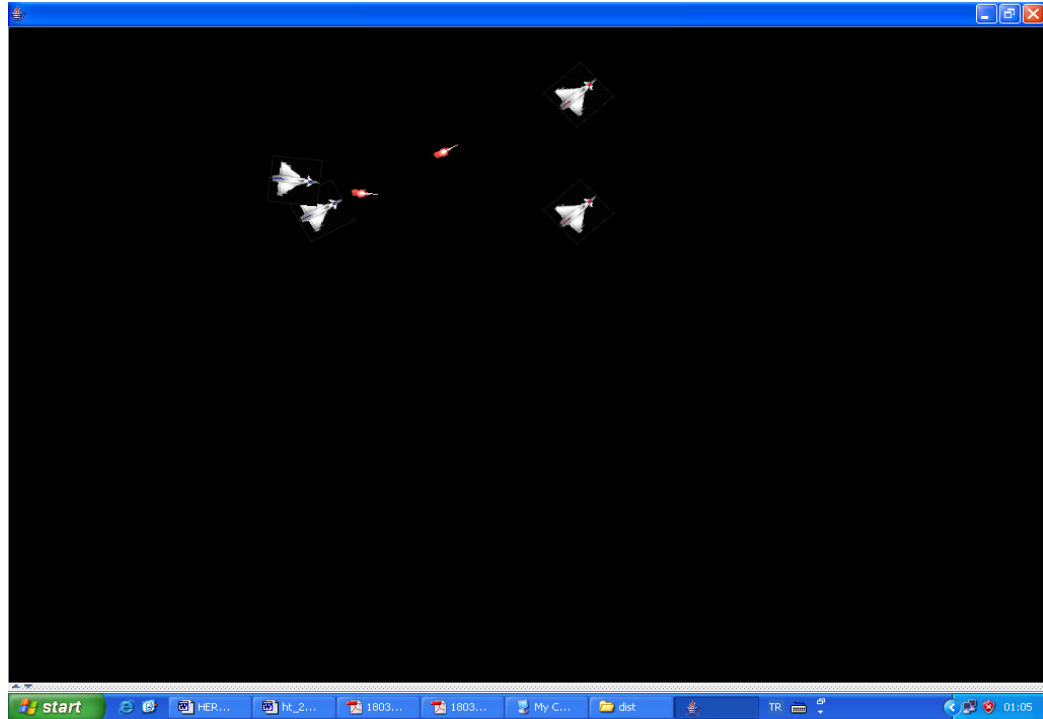
Birey Sayısı	10
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.01



Şekil 6.8. Senaryo -1 deneme -7 için füzenin atılması anı

Senaryo 2

Bu senaryoda iki dost uçağın iki düşman uçağı ile angajmana (2:2 angajman) girmesi farklı genetik parametreler ile denenmiştir.



Şekil 6.9. (2 : 2) Görüş ötesi angajman

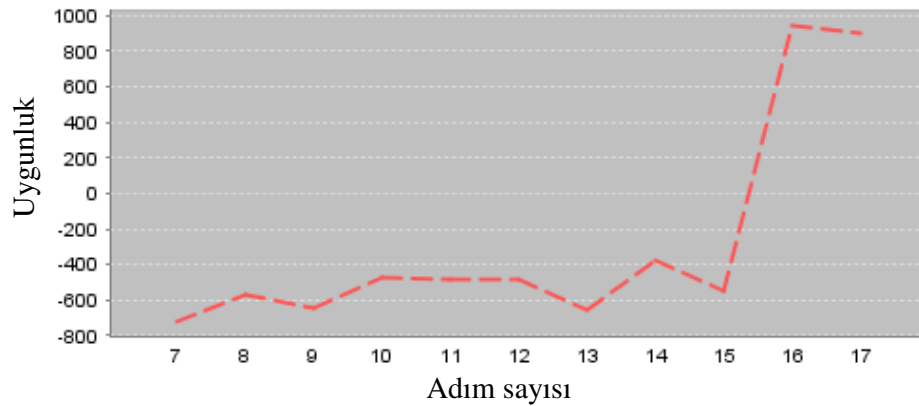
Şekil 6.9’da (2:2) görüş ötesi angajman ile ilgili hareket alanının görüntüsü yer almaktadır.

Deneme -1

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.8’de ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.10’da gösterilmiştir. İlk dost uçak düşman uçağa genetik algoritma kullanılarak 16. adımda füzeyi fırlatmıştır

Çizelge 6.8. Senaryo -2 deneme -1 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	10
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



Şekil 6.10. Senaryo -2 deneme -1 için füzenin atılması anı

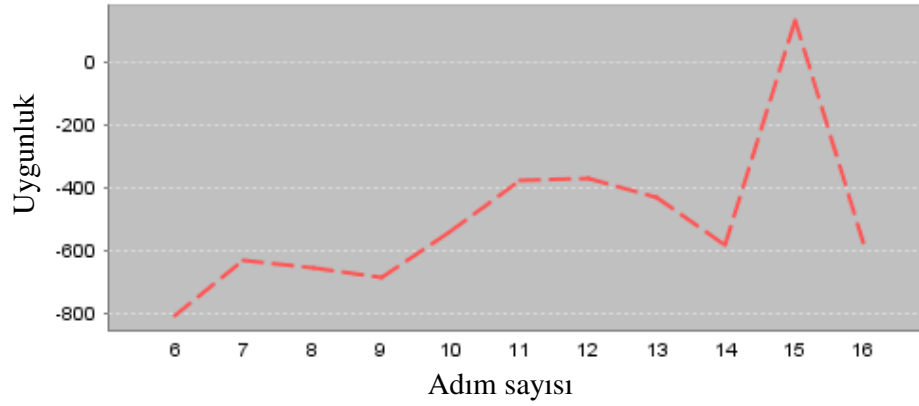
Deneme -2

Bu denemede genetik algoritma için kullanılan parametreler Çizelge 6.9’da ve uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.11’de gösterilmiştir. İlk dost uçak

düşman uçağa genetik algoritma kullanılarak 15. adımda füzeyi fırlatmıştır

Çizelge 6.9. Senaryo -2 deneme -2 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	20
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



Şekil 6.11. Senaryo -2 deneme -2 için füzenin atılması anı

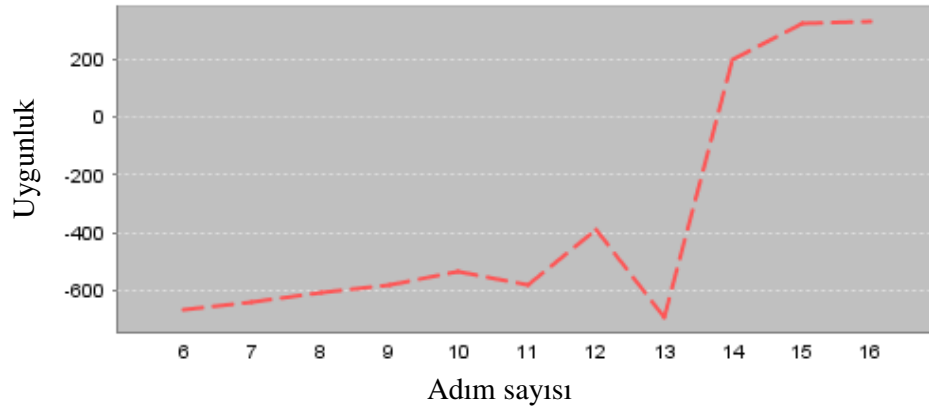
Deneme -3

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.10'da ve ilk uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik Şekil 6.12'de, ikinci uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.13'de gösterilmiştir. İlk dost uçak 13. adımda , ikinci dost uçak ise 37. adımda düşman uçağa füzeyi fırlatmıştır.

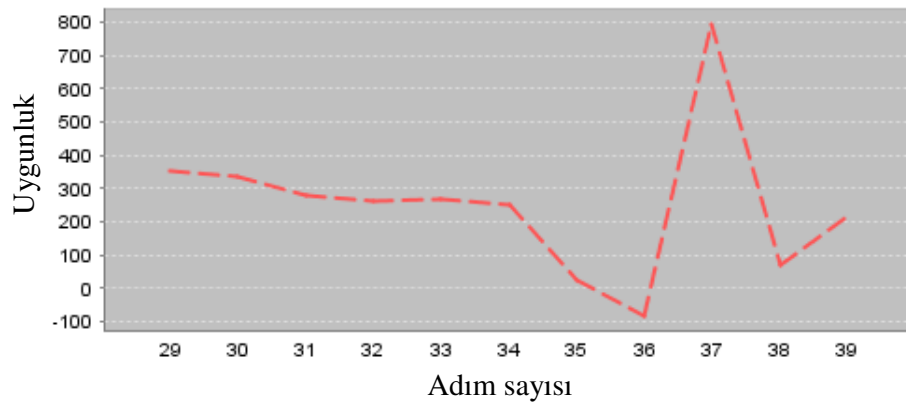
Çizelge 6.10. Senaryo -2 deneme -3 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	40
İterasyon Sayısı	10
Elitizm Kriteri	30

Mutasyon Değeri	0.1
-----------------	-----



Şekil 6.12. Senaryo -2 deneme -3 için ilk füzenin atılması anı



Şekil 6.13. Senaryo -2 deneme -3 için ikinci füzenin atılması anı

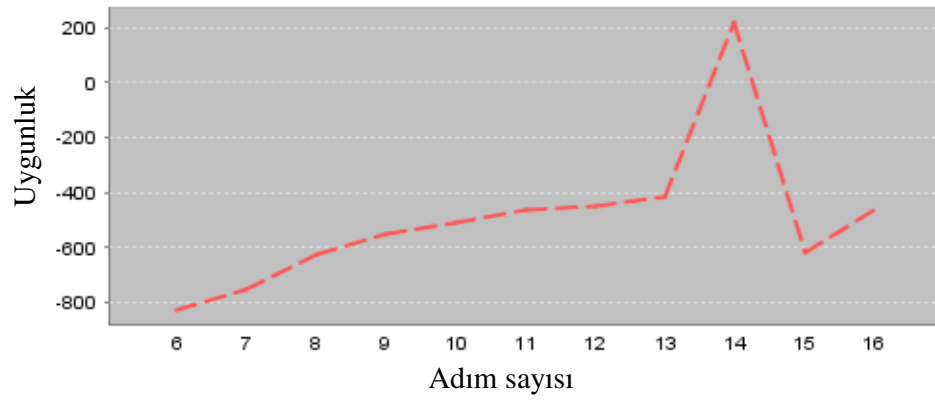
Deneme -4

Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.11’de ve ilk uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik Şekil 6.14’te, ikinci uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.15’te gösterilmiştir. İlk dost uçak 14. adımda , ikinci dost uçak ise 20. adımda

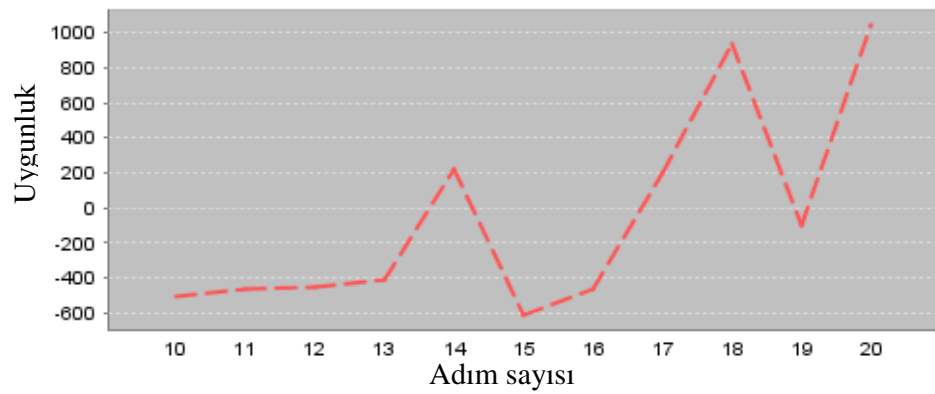
düşman uçağa füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.11. Senaryo -2 deneme -4 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	100
İterasyon Sayısı	5
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



Şekil 6.14. Senaryo -2 deneme -4 için ilk füzenin atılması anı



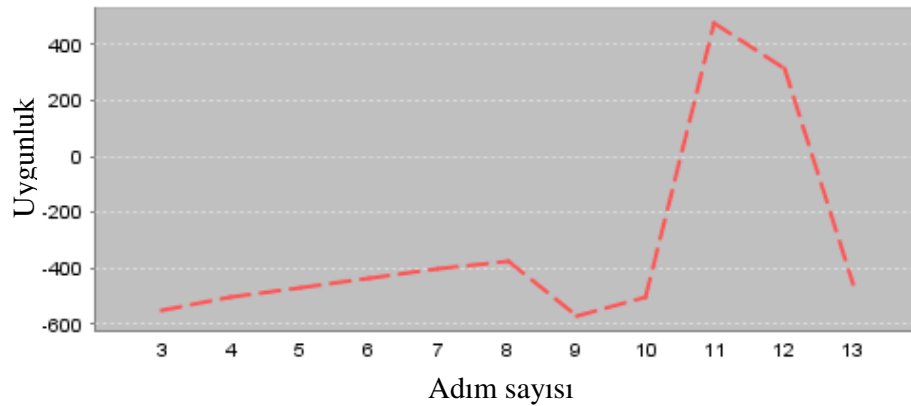
Şekil 6.15. Senaryo - 2 deneme -4 için ikinci füzenin atılması anı

Deneme -5

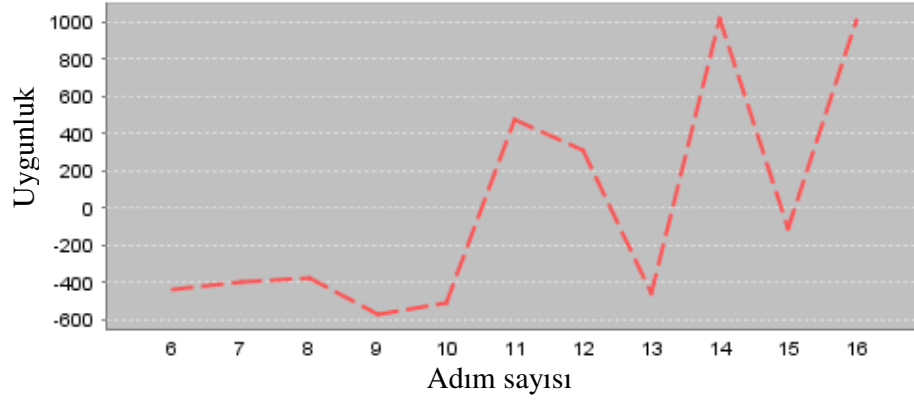
Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.12’de ve ilk uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik Şekil 6.16’da, ikinci uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.17’de gösterilmiştir. İlk dost uçak 13. adımda , ikinci dost uçak ise 16. adımda düşman uçağa füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.12. Senaryo -2 deneme -5 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	100
İterasyon Sayısı	50
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



Şekil 6.16. Senaryo -2 deneme -5 için ilk füzenin atılması anı



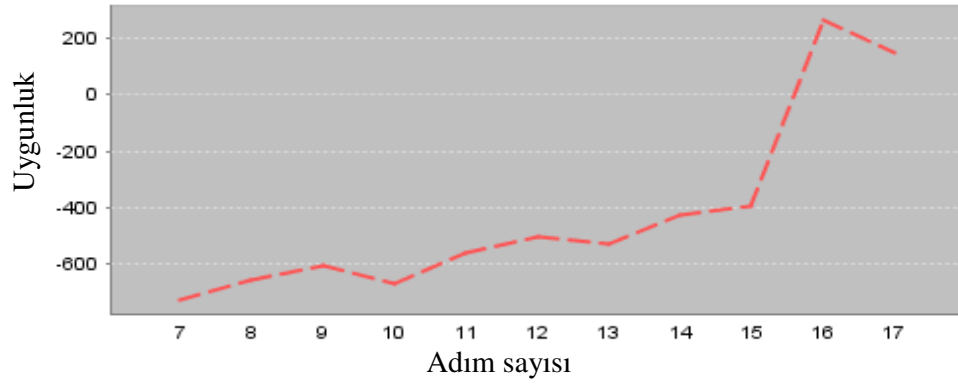
Şekil 6.17. Senaryo -2 deneme -5 için ikinci füzenin atılması anı

Deneme -5

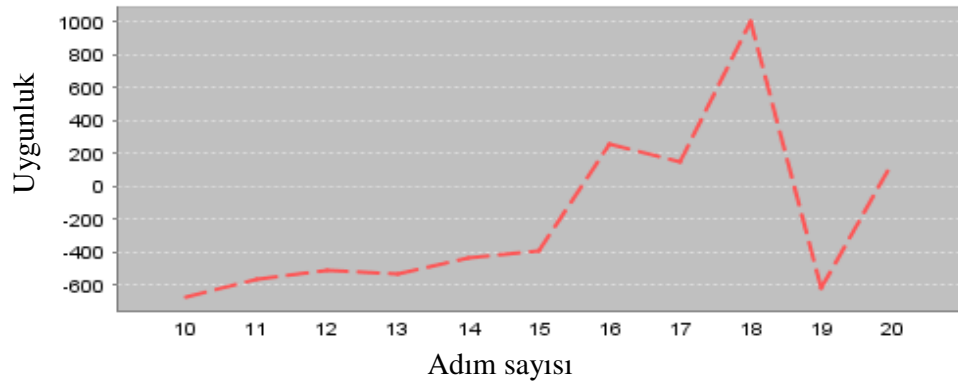
Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.13'te ve ilk uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik Şekil 6.18'te, ikinci uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.19'da gösterilmiştir. İlk dost uçak 16. adımda , ikinci dost uçak ise 18. adımda düşman uçağa füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.13. Senaryo -2 deneme -6 için genetik parametreleri

Birey Sayısı	10
İterasyon Sayısı	50
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.01



Şekil 6.18. Senaryo -2 deneme -6 için ilk füzenin atılması anı

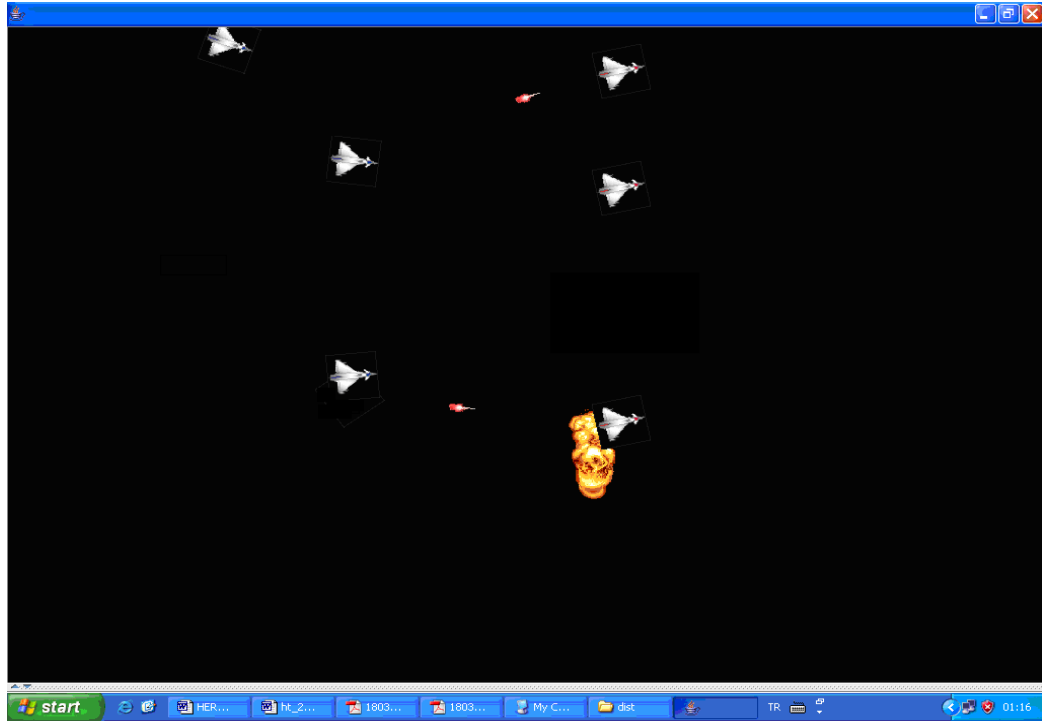


Şekil 6.19. Senaryo -2 deneme -6 için ikinci füzenin atılması anı

Senaryo 3

Bu senaryoda üç dost uçağın üç düşman uçağı ile angajmana (3:3 angajman) girmesi farklı genetik parametreler ile denenmiştir.

Şekil 6.20'de (3:3) Görüş Ötesi Angajman ile ilgili hareket alanının görünütüsü yer almaktadır.

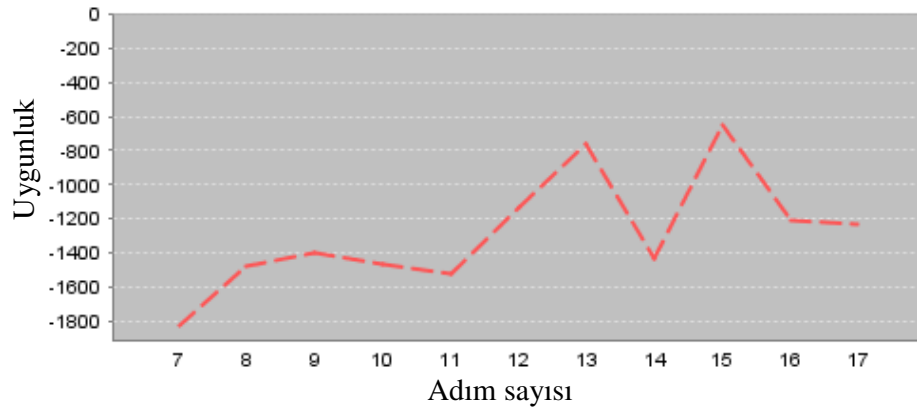


Şekil 6.20. (3:3) Görüş ötesi angajman

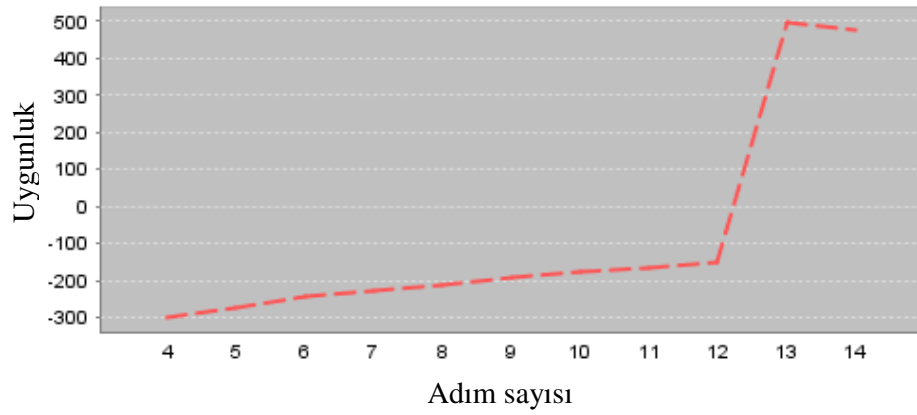
Bu denemede genetik algoritmanın çalışmasında kullanılan parametreler Çizelge 6.14'te ve ilk uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik Şekil 6.21'de, ikinci uçağın füze atma anındaki uygunluk fonksiyonuna ait grafik Şekil 6.22'de, ikinci füzenin atılması anından sonraki uygunluk fonksiyonuna ait grafik ise Şekil 6.23'te gösterilmiştir. İlk dost uçak 16. adımda , ikinci dost uçak 18. adımda, üçüncü dost uçak ise 40. adımda düşman uçağa füzeyi fırlatmıştır.

Çizelge 6.14. Senaryo -3 deneme -1 için genetik parametreleri

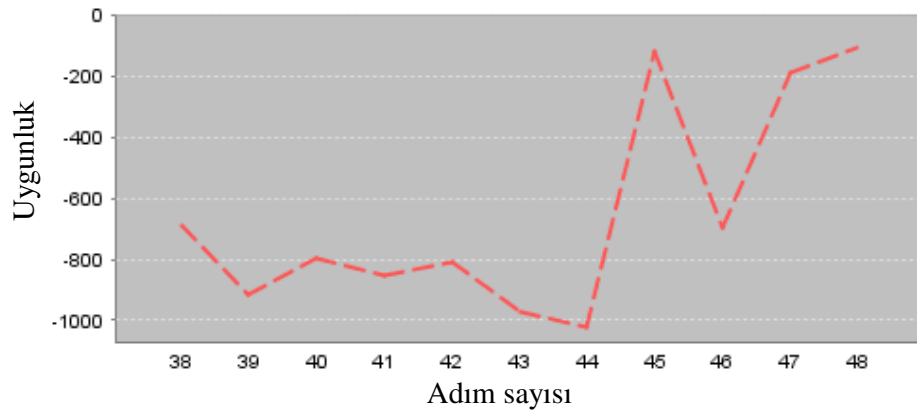
Birey Sayısı	30
İterasyon Sayısı	50
Elitizm Kriteri	30
Mutasyon Değeri	0.1



Şekil 6.21. Senaryo -3 deneme -1 için ilk füzenin atılması anı



Şekil 6.22. Senaryo -3 deneme -1 için ikinci füzenin atılması anı



Şekil 6.23. Senaryo -3 deneme -1 için ikinci füzeden sonraki durum

6.2. Uygulama Sonuçları

Görüş ötesi angajman uygulamasında, uygunluk fonksiyonu değeri birbirinden bağımsız parametrelerin kullanılması ile hesaplanmıştır. Dost ve düşman uçağı arasındaki mesafe belli bir değere yaklaştırılmaya çalışılırken açısai değeriinde belli bir değeri aralığında tutulması hedeflenmiştir. Birebir angajmanda kullanılan kromozom yapısı aynı şekilde birden fazla eşit sayıdaki uçağın angajmana girmesi durumunda da kullanılmıştır. Birden çok uçağın eşit sayıdaki uçakla angajmana girmesi durumundaki uygunluk fonksiyonu değeri, N farklı uçağı kilitlendiğı varsayılıp N uçak ikilisi için N farklı uygunluk değeri hesaplanıp bunların toplamı sonucu elde edilmektedir. Böylelikle uygunluk fonksiyonunun hesaplama maliyeti N kat artmaktadır.

Uygulamanın farklı parametreler ile test edilmesi sonucunda, 1-1 angajmanda 20 birey ile 20 iterasyonda sonuç bulunabilirken, 2-2 angajmanda 50 birey ile 50 iterasyonda sonuç bulunabilmektedir. Yapılan denemeler sonucunda çoklu angajmanlarda birey sayısının 50'nin üzerinde olması gerektiğı tespit edilmiştir.

Genetik algoritmada çok yoğun işlem yapılmasına rağmen Pentium 4 işlemcili bir kişisel bilgisayarda yaklaşık 0.5 saniye içinde uçağın bir sonraki hareketi için hız ve yön parametreleri ile düşman uçağı füze atışı yapıp yapmayacağı sonuçlarını hesaplayabilmekte ve bu işlemleri gerçek zamanlıya yakın bir simülasyon ile kullanıcıya sunabilmektedir.

1-1 ve 2-2 angajmanlarda her iki uçak için düşman uçağı atış yapabileceğı bir konuma gelmesi mümkün iken 3-3 ve 4-4 angajmanlarda bazen 3. ve 4. numaralı uçaklar düşman uçaklarından birine angaje olamamaktadır. Bu problemin genetik algoritmada uygunluk fonksiyonunun hesaplanmasının tüm uçakların taşıdığı değerlere göre yapılmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Ayrıca bu uygulamada, yeni jenerasyon oluşturulurken elitist seçimde sadece en iyi bireylerin bir sonraki jenerasyona aktarılması şeklinde değil, en iyi genlerinde aktarılabilmesi ile mümkün olacağı değerlendirilmektedir.

Birey sayısı ve iterasyon sayısının düşük seçildiği durumlarda çözüm üretilemediği görülmüştür.

Çok genel anlamda genetik algoritma deneysel çalışmalarda optimizasyon, pratik endüstriyel uygulamalar ve sınıflandırma sistemlerinde kullanılmakta iken, gerçekleştirilen uygulama ile genetik algoritmanın gerçek zamanlı bir faaliyette de kullanılabileceği gösterilmiştir

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hava hareketinde önemli bir yer tutan ve savaş pilotlarının kabiliyetlerini limitlerinde kullanmalarını gerektiren “görüş ötesi angajman” konusu ele alınarak bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Böylece “görüş ötesi angajman” sürecinde oldukça yoğun bir şekilde kabiliyetlerini limitlerde kullanan savaş pilotları için uygulayabilecekleri alternatif hareket tarzlarının üretilmesinde başlangıç olabilecek bir altyapı oluşturulmuştur. Yapılan uygulama ile hava hareketinde görüş ötesi angajman tekniklerinin geliştirilmesinde kullanılabilecek bir görsel arayüz oluşturulmuştur. Bu metotla ağ merkezli hareket çerçevesinde daha ileri aşamalara gidilebilmesi için bir altyapı sunulmuştur.

Görüş ötesi angajman uygulaması, gerçek zamanlı çalışarak hava hareketinde savaş pilotlarına optimum hareket tarzını sunan ve hedef seçimi önerisinde bulunan genetik algoritma kullanılarak geliştirilmiş ilk uygulamalardandır.

Yapılan uygulama ile dost uçakların bir adım sonraki hızı ve dönüş açıları hesaplanmıştır. Oluşturulan kromozom yapısı sadece şimdiki an için değil, mevcut uygulamaya ilave özellikler kazandırıldığında, uçağın füze atması anına kadar takip edeceği optimum rotanın belirlenmesinde de kullanılabilecek yapıda tasarlanmıştır.

Bu çalışmada dost uçağın amacı “angle-of” u 30 dereceden daha küçük bir değerde ve ayrıca düşman uçağına karşıdan veya arkadan yaklaşabilmek için de “aspect-angle” değerini 0 ile 30 derece ya da 150 ile 180 derece arasında tutmaya çalışmaktır. İki uçak arasında verilen füze atım mesafesine göre de avcı uçağın füze atıp atmama kararını vermesi hesaplanmıştır. Tarif edilen süreç bir savaş pilotunun eğitimi için kullanılan süreçle uyumludur. İki dost ve iki düşman uçağı karşılaştığında ise iki farklı uçağı kilitlendiklerinde optimum hareketlerini bulmaya çalışılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu noktada AMH yeteneğinin milli olarak gelişebilmesi için önemli bir adım atılmış olmaktadır.

Bu çalışma savaş pilotunun angajman kararı aldığı noktada kendisinin önüne akıllı manevra tahminlerinin konulması konusunun başarılabileceğini ortaya koymuş ve ulaşılan noktada halihazır uygulamanın, savaş pilotlarının görüş ötesi angajman eğitimlerinin başlangıç safhalarında kullanılabileceği savaş pilotları tarafından değerlendirilmiştir. Savaş pilotları tarafından muhtemel uygulama alanı şu şekilde tarif edilmiştir:

Görüş ötesi angajman eğitimi öncelikle bir uçağın bir uçağa karşı uçtuğu senaryoda karşı tarafın attığı füzeden kurtulma eğitimiyle başlamaktadır. Bunun için iki uçak havaya kalkmakta ve uçaklardan biri düşman uçak rolünü oynarken diğeri dost rolünü oynamaktadır. Böylece sıra ile her iki uçakta bulunan eğitim pilotu eğitime tabi tutulmaktadır. Ancak bu şekilde 2 eğitilen pilot için 2 öğretmen pilot ihtiyacı ortaya çıkmakta ve kullanılabilir toplam uçuş süresinin sadece yarısı eğitim pilotlarının eğitimine ayrılabilir. Uçuş eğitimi ise oldukça pahalı bir eğitimidir. Geliştirilen bu uygulama ile havaya sadece tek uçak kaldırılarak toplam uçuş süresinin tamamında öğrenci pilotun eğitilmesi mümkün olacaktır.

Geliştirilen görüş ötesi angajman uygulaması, eşit sayıdaki uçakların angajmana girmesi dikkate alınarak kodlanmıştır. Asimetrik karşılaşmaların da ele alınacağı bir uygulamanın geliştirilmesinin görüş ötesi angajman faaliyeti için önemli olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Calhoun, M. K., "A Tabu Search for Scheduling and Rescheduling Combat Aircraft", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Department of the Air Force Air University*, Ohio, 12-34, 45-71 (2000).
2. Koewler, A. D., "An Approach for Tasking Allocated Combat Resources to Targets", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Department of the Air Force Air University*, Ohio, 1-130 (1999).
3. LI, V. C. ve diğerleri, "Towards the Real Time Solution of Strike Force Asset Allocation Problems", *Computers & Operations Research*, 31:273-291 (2004).
4. Castro, D. R. D. S., "Optimization Models for Allocation of Air Strike Assets with Persistence", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Naval Postgraduate School*, Monterey, 5-79 (2002).
5. Gürdal, T., "Harekât Alanında Muharip Jet Uçaklarının Hava Görev Emrinin Modellenmesi", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 24-28 (2005).
6. Ehlert, P.A.M., "The Intelligent Cockpit Environment Project", Research report DKS03-04/ICE04, Knowledge Based Systems group, *Delft University of Technology*, The Netherlands, 17-23 (2003).
7. Mouthaan, Q.M., "Towards an intelligent cockpit environment: a probabilistic approach to situation recognition in an F-16", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Knowledge Based Systems group, *Delft University of Technology*, The Netherlands, 50-151 (2003).
8. Capkova, I. Juza, M. and Zimmermann, K., "Explorative data analysis of flight behavior with neural networks", Research report DKS02-04/ACE02, Knowledge Based Systems group, *Delft University of Technology*, The Netherlands, 45-61 (2002).
9. Andriambololona, M. and Lefeuvre, P., "Implementing a dogfight artificial pilot", Research report DKS03-07/ICE07, Knowledge Based Systems group, *Delft University of Technology*, The Netherlands, 7-94 (2003).
10. Tamerius, M.S., "Automating the cockpit: constructing an autonomous human-like flight bot in a simulated environment", Technical report DKS-03-05/ICE05, Knowledge Based Systems group, *Delft University of Technology*, The Netherlands, 39-43 (2003).

11. Laird, J.E. and Jones, R.M.. “Building Advanced Autonomous AI Systems for Large Scale Real Time Simulations”, *Proceedings of the 1998 Computer Game Developers’ Conference*, Long Beach, California, USA, 365-378 (1998).
12. Tozour, P., “AI Game Programming Wisdom”, *Charles River Media, Inc.*, 3-15 (2002).
13. Waveren, J.M.P.van., “The Quake III Arena Bot”, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Knowledge Based Systems group, *Delft University of Technology*, The Netherlands, 1-7 (2001).
14. Spronck, P. Sprinkhuizen-Kuyper, I. and Postma, E.. “Online adaptation of game opponent AI with dynamic scripting”, *International Journal of Intelligent Games and Simulation*, 3(1): 45-53 (2004).
15. Williamson, Ahmed T., “Analyzing the Effects of Network Centric Warfare on Warfighter Empowerment”, *Naval Postgraduate School*, Monterey/California, 90 (2002).
16. İnternet: The Defense of Socialism: Experience of History And The Present Day , <http://www.comw.org/rma/fulltext/hasim.html>, (2003)
17. İnternet: Revolution in Military Affairs, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/battle/chp3.html>, (2003).
18. İnternet: American Views of the Revolution In Military Affairs, <http://www.biu.ac.il/SOC/besa/books/28book1.html>, (2003).
19. Williamson, Ahmed T., “Analyzing the Effects of Network Centric Warfare on Warfighter Empowerment” *Naval Postgraduate School*, Monterey/California, 83 (2002).
20. Department of the Navy Headquarters United States Marine Corps, MCDP-1 Warfighting, *Marine Corps Doctrinal Publication*, Washington, DC, 94 (1997).
21. United States Department of Defense, Joint Vision 2020, *US Government Printing Office*, Washington, 3 (2000).
22. Clay, W., “Network Centric Warfare: Background and Oversight Issues for Congress” , Report, *Library Press*, Washington, 2-29 (2004).
23. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., “Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised)”, *CCRP Press*, Washington, D.C., 2 (1999).

24. VADM Arthur K. Cebrowski, USN, and John J. Garstka, "Network Centric Warfare: Its Origin and Future," *Proceedings of the Naval Institute*, 124:(1) 28-31 (1998).
25. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised).", *CCRP Press*, Washington, D.C., 15 (1999).
26. "George Gilder's Telecosm: Metcalfe's Law and Legacy," September, *Forbes ASAP 152*: Supplement ,158-166 (1993).
27. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority 2nd Edition (Revised)", *CCRP Press*, Washington, D.C., 73 (1999).
28. Kamradt, H.D., Mac Donald, D.H.L., "The Implications of Network Centric Warfare for U.S. and Multinational Military Operations", *Center for Naval Warfare Studies*, Santa Monica, CA, 43-60 (1998)
29. David S. Alberts and Richard E. Hayes, "Command Arrangements for Peace Operations", *National Defense University Press*, Washington, DC, 10 (1995).
30. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised)", *CCRP Press*, Washington, D.C., 45 (1999).
31. Clay, W., "Network Centric Warfare: Background and Oversight Issues for Congress", Report, *Library Press*, Washington, 2 (2004).
32. Kocabıyık, L., "Ağ Merkezli Harp", *Savunma ve Havacılık Dergisi*, 101: 30-37 (2004).
33. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised)", *CCRP Press*, Washington, D.C., 13 (1999).
34. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised)", *CCRP Press*, Washington, D.C., 127-141 (1999).
35. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised).", *CCRP Press*, Washington, D.C., 23 (1999).

36. Vadm Arthur K. Cebrowski, USN, and John J. Garstka, "Network Centric Warfare: Its Origin and Future", *Proceedings of the Naval Institute*, 124:1-34 (1998).
37. Michael S. Frankel and Robert H. Gormley, "Achieving Information Dominance: The Integrated Information Infrastructure-A Vision for the 21st Century", *SRI International Study Report*, 13-17 (1998).
38. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein., "Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, 2nd Edition (Revised)", *CCRP Press*, Washington, D.C., 35 (1999)..
39. Alberts, David and John Garstka, "Report to Congress on Network Centric Warfare", *Department of Defense*, 17-33 (2001).
40. Karaboğa, D., "Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları", *Atlas Yayınevi*, İstanbul, 75-112 (2004).
41. Bal H., "Optimizasyon Teknikleri", *Gazi Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 3-7 (1995).
42. Coşkun, A., "Genetik Algoritma Kullanılarak Kimyasal Maddelerin Deriden Geçiş Katsayılarının Ve Molekül Yapılarının Bulunması", Yayınlanmış Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 28 (2006).
43. G. Ulusoy, "Proje Planlamada Kaynak Kısıtlı Çizelgeleme", *Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8:23-29 (2002).
44. Karaboğa, D., "Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları", *Atlas Yayınları*, İstanbul, 75-76 (2004).
45. Coşkun, A., "Genetik Algoritma Kullanılarak Kimyasal Maddelerin Deriden Geçiş Katsayılarının Ve Molekül Yapılarının Bulunması", Yayınlanmış Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 29-30 (2006)
46. Fafali, P., Patrikakis, C., Michalas, A., Loumos, V., "Internet Traffic Engineering: History Monitoring Information Featuring Routing Algorithms", *Automatics and Informatics Conference*, Sofia Bulgaria, 46-51 (2003).
47. Mitchell, M., "Introduction To Genetic Algorithms", *Bradford Press*, London, 10-48 (1998).
48. Özbilen, A., "Genetik Algoritma ile İletişim Ağlarında Yönlendirme Optimizasyonu", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 39 (2006).

49. Mitchell, M., "Introduction To Genetic Algorithms", **Bradford Press**, London, 10-48 (1998).
50. Bolat, B., "Asansör Kontrol Sistemlerinin Genetik Algoritma İle Simulasyonu", Yayınlanmış Doktora Tezi, Yıldız Teknik **Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 35 (2006).
51. Mulyana, M., Killat, U., "An Alternative Genetic Algorithm to Optimize OSPF Weights", **Internet Traffic Engineering and Traffic Management, 15-th ITC Specialist Seminar**, Wuerzburg Germany, 186-192 (2002).
52. Bolat, B., Erol, K.O., İmrak, C.E., "Mühendislik Uygulamalarında Genetik Algoritmalar ve Operatörlerin İşlevleri", **Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, 4: 264-281 (2004).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TOKGÖZ, Hamit
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.07.1973 Kayseri
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 414 33 96
Faks : 0 (312) 425 21 64
e-mail : htokgoz@hvkk.mil.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Hacettepe Üniversitesi/ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü	1996
Lise	Malatya Fen Lisesi	1991

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1996	Hava Kuvvetleri Komutanlığı	Mühendis Yüzbaşı

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Türk Halk Müziği, Tenis, Yüzme