

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY ZEKÂ VE DİNAMİK BULANIK MANTIK TABANLI
KINECT SENSÖR KULLANICI DENETİMİ İYİLEŞTİRMESİ

Erkan HÜRNALİ

TEMMUZ 2018

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında Erkan HÜRNALI tarafından hazırlanan YAPAY ZEKÂ VE DİNAMİK BULANIK MANTIK TABANLI KİNET SENSÖR KULLANICI DENETİMİ İYİLEŞTİRMESİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hasan ERBAY
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Halil Murat ÜNVER
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan	: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Polat	_____
Üye (Danışman)	: Dr. Öğr. Üyesi Halil Murat Ünver	_____
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Bülent Gürsel Emiroğlu	_____

26 / 07 / 2018

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

YAPAY ZEKÂ VE DİNAMİK BULANIK MANTIK TABANLI KINECT SENSÖR KULLANICI DENETİMİ İYİLEŞTİRMESİ

HÜRNALI, Erkan

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Murat ÜNVER

Temmuz 2018, 113 sayfa

Bir “Hareket Algılayıcı Sensör” olan Kinect sensör eğlence dünyasının yeniliklerinden bir tanesidir. Yapılan bu çalışma Kinect sensörden elde edilen verilerin yapay zekâ teknikleri ile işlenerek kullanıcı kontrolünün iyileştirilmesini hedeflemektedir. Bu amaçla örnek bir üç boyutlu oyun tasarlanmıştır. Oyun içerisindeki uçak modeli geçtiği yerlere feromon maddesi bırakmaktadır. Feromon maddesi bulanık kontrol üyelik fonksiyonlarının dinamikleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu sayede uçak modelinin izlediği zor manevralara tepki verebilirliği araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kinect Sensör, Hareket Algılama, Kontrol, Yapay Zekâ, Karınca Algoritması, Bulanık Mantık, Dinamik Üyelik Fonksiyonları, 3D (Üç Boyutlu) Oyun, WPF (Windows Presentation Foundation)

ABSTRACT

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DYNAMIC FUZZY LOGIC BASED KINECT SENSOR USER CONTROL IMPROVEMENT

HÜRNALI, Erkan

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Computer Engineering, Master's Degree Thesis

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Murat ÜNVER

Temmuz 2018, 113 pages

A "Motion Sensor" Kinect is one of the popular innovations in the entertainment world. In this study, the improvement of users control is aimed by applying artificial intelligence techniques to data obtained from Kinect sensor. For this purpose, a sample 3D game is designed. Aircraft model leaves the pheromone substance to where it passes in the game. The pheromone is used to dynamization of the fuzzy control membership function. Thus, in difficult situations, An aircraft control model has been studied on to obtain a better control response.

Key Words: Kinect Sensor, Motion Detection, Control, Artificial Intelligence, Ant Algorithm, Fuzzy Logic, Dynamic Membership Functions, 3D (Three-Dimensional) Game, WPF (Windows Presentation Foundation).

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Özetleri	3
1.2. Hareket Yakalama Sistemleri	9
1.2.1. Kinect Sensor	14
1.2.1.1. Kinect görüntü izleme ve iskelet takip sistemleri	18
1.3. Bulanık Mantık.....	19
1.3.1. Keskin Kümeler	24
1.3.2. Bulanık Kümeler.....	24
1.3.3. Üyelik Fonksiyonları	25
1.3.4. Bulanık Mantık Denetimi	25
1.3.4.1. Giriş Birimi Veya Bulandırıcı	26
1.3.4.2. Kural Tabanı.....	28
1.4. Karınca Algoritması	30
1.5. Windows Presentation Foundation.....	33
1.5.1. XAML Arayüz Oluşturma Dili.....	35
1.5.2. Visual C# Programlama Dili.....	37
2. MATERYAL METOT	40

2.1. Kinect Kullanıcı Kontrolü	42
2.2. Denetim Mekanizmaları	43
2.2.1. Matematiksel Model	44
2.2.2. Bulanık Kontrol Yöntemi	45
2.2.2.1. Bulanık Kümeler	46
2.2.2.2. Kural Tablosu.....	47
2.2.2.3. Tanımlanan Tüm Kurallar.....	48
2.2.3. Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol	49
2.3. Takip Rotası Oluşturma Modülü	53
2.4. Değerlendirme İşlemleri.....	55
2.4.1. Değerlendirme Grafiklerinin Oluşturulması	56
2.4.2. Çapraz Korelasyon ile Karşılaştırma	60
2.4.3. Çapraz Korelasyon Grafiğinin Yorumlanması	65
2.4.4. Çapraz Korelasyon Grafiğini Yorumlamak İçin Oluşturulan Kurallar	66
2.4.4.1. Savrulma Durumu	67
2.4.4.2. İçeriden Dönüş Durumu	70
2.4.4.3. Diğer Durumlar	73
3. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA	76
3.1. Hedef Görülebilirliği / Takip Edilebilirliğinin Etkisi.....	77
3.2. Takip Rotasının Zorluk Derecesinin Etkisi	78
3.2.1. Kolay Rota	79
3.2.2. Normal Rota.....	82
3.2.3. Zor Rota	85
3.3. Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi	88
3.3.1. Kolay Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi.....	89
3.3.2. Normal Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi	91
3.3.3. Zor Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi.....	93

4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR	96



ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Sayfa

1.1. Hedef takibi sürecinde kullanıcı denetimi	3
1.2. Avatar filmi için kullanılan hareket yakalama sistemi [32].....	10
1.3. Elektromekanik hareket yakalama sistemi [33].....	11
1.4. Elektromanyetik hareket yakalama sistemi [32].....	12
1.5. Optik hareket yakalama sistemi [35]	12
1.6. Derinlik algılayabilen kamera- Asus Xtion Pro.....	13
1.7. Kinect Sensör.....	14
1.8. Xbox oyun konsolunda oyun oynama	15
1.9. Kinect Sensor ve Donanımsal Bileşenleri	15
1.10. Kinect Sensor ve Donanımsal Bileşenleri	16
1.11. Kinect Sensörün Uygulamalarla Haberleşmesi [40].....	17
1.12. Windows SDK ile insan eklemleri takibi	17
1.13. Kinect'in Algılayabildiği Eklem Noktaları	19
1.14. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları	22
1.15. Üyelik Ağırlık Dereceleri	23
1.16. Üyelik fonksiyonları ve giriş değerinin bu üyelik fonksiyonlarına olan üyelik derecelerinin gösterimi	24
1.17. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları.....	25
1.18. BMD'lerin temel yapısı	26
1.19. Giriş değişkeni hatanın (e) 30 sayısal değeri için üyelik fonksiyonlarına olan üyelik dereceleri.....	27
1.20. Giriş değişkeni hata değişiminin (de) -15 sayısal değeri için üyelik fonksiyonlarına olan üyelik dereceleri.....	27
1.21. Çıkış değişkeni u için tanımlanan üyelik fonksiyonlar.....	29
1.22. Yuva ile yiyecek arasında karıncaların bulduğu en kısa yol	30
1.23. Yola bir cisim konulmasıyla en kısa yolun bozulması	31
1.24. Cismin konulmasından hemen sonraki durum	32
1.25. Cisim konulmasından belirli bir süre sonraki durum	33

1.26. WPF Uygulama Örneği	35
1.27. WPF ile XAML yapısı.....	36
1.28. XAML Örnek Kodları	37
2.1. Geliştirilen Uygulamanın Kullanımı	40
2.2. Uygulamanın genel görünümü	41
2.3. Geliştirilen Kinect Kullanıcı Kontrolü	43
2.4. Normal Yöntemle Uçak Modelini Hareket Ettirmek.....	44
2.5. Bulanık Kontrol Yöntemiyle Uçak Modelinin Hareket Ettirilmesi.....	45
2.6. Bulanık Kontrol Yöntemi İçin Belirlenmiş Olan Giriş ve Çıkış Değerleri	46
2.7. Sağ ve sol el için sınır değerleri.....	46
2.8. Çıkış için sınır değerleri.....	47
2.9. Kural tablosunun oluşumuna ilişkin örnekler.....	48
2.10. Sanal karıncalar	49
2.11. Tetiklenen Karınca ve önceden bırakılan feromonların buharlaşması	50
2.12. Değişen feromon miktarlarına göre üyelik fonksiyonlarının dinamikleştirilmesi	51
2.13. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol mekanizması	52
2.14. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol mekanizması akış diyagramı.....	53
2.15. Örnek bir takip rotası	54
2.16. Uçta bir olarak parametre değerlerinin zorlanması ile elde edilen örnek bir rota	55
2.17. Değerlendirme İşlemleri	55
2.18. Bulanık Kontrol Yöntemi ile hareket eden uçağın zamana göre konum verileri	57
2.19. “bulanık.dat” dosyasındaki verilerin grafiği.....	57
2.20. Takip edilecek olan hedef modelinin izleyeceği rastgele üretilmiş olan örnek kaçış rotası	58
2.21. Zamana göre değişen konum bilgilerinin uçak ve hedef modelleri için örnek grafiksel gösterimi	59
2.22. Tüm denetim mekanizmaları tarafından çizilen örnek rotalar.....	60
2.23. Örnek iki sinyal arasında Çapraz Korelasyon uygulandıktan sonra oluşan gecikme dizisinin grafiği	61

2.24. Örnek iki sinyal arasında Lag[0] değerinin hesaplanması.....	61
2.25. Örnek iki sinyalin en çok benzeştiği ikinci lag değeri (Lag[2]) hesaplanması.	62
2.26. Örnek iki sinyal için tüm lag değerlerinin hesaplanması.....	62
2.27. Örnek iki sinyal üzerinden hesaplanan tüm lag değerleri için “Çapraz Korelasyon Grafiği”.....	63
2.28. Matematiksel model için çizilmiş olan örnek çapraz korelasyon grafiği	64
2.29. Tüm denetim mekanizmaları tarafından çizilmiş olan rotaların örnek çapraz korelasyonları	64
2.30. Üst üste bindirilmiş örnek karmaşık sinyaller (a) ve sinyallerden bir tanesinin baz alınarak diğer sinyaller ile çizilen çapraz korelasyon grafikleri (b).....	65
2.31. MatLab programında temel bir sinüs fonksiyonunun elde edilişi	66
2.32. Savrulan sinyallerin elde edilişi.....	67
2.33. Savrulan sinyallerin çapraz korelasyon grafikleri	68
2.34. Savrulma durumunun uygulamaya uyarlanması	69
2.35. Uygulamaya uyarlanmış olan savrulma sinyallerinin çapraz korelasyon grafikleri	70
2.36. İçeriden dönüş sinyallerinin elde edilişi	70
2.37. İçeriden dönen sinyallerin çapraz korelasyon grafikleri.....	71
2.38. İçeriden dönüş durumunun uygulamaya uyarlanması	72
2.39. Uygulamaya uyarlanmış olan savrulma sinyallerinin çapraz korelasyon grafikleri	73
3.1. Değişik "Hedef Görülebilirlik" değerleri.....	77
3.2. Görülebilirlik değerinin yüksek tutulması sonucunda denetim mekanizmalarının kestirmeden sonuca ulaşmaları	78
3.3. Denetim mekanizmalarını test ederken kullanılan değişik zorluklarda rota örnekleri.....	79
3.4. Kolay rota üzerinde denetim mekanizmalarının (a- Matematiksel Model, b- Bulanık Kontrol, c-Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol) oyuncu hareketlerine tepkileri ve bu tepkilerin çapraz korelasyon grafikleri	80
3.5. Kolay rota üzerinde denetim mekanizmaları tarafından oluşturulan grafiklerin toplu gösterimi	81
3.6. Kolay rota için çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktalarının yorumlanması	

.....	81
3.7. Normal rota üzerinde denetim mekanizmalarının (a- Matematiksel Model, b- Bulanık Kontrol, c-Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol) oyuncu hareketlerine tepkileri ve bu tepkilerin çapraz korelasyon grafikleri	83
3.8. Normal rota üzerinde denetim mekanizmaları tarafından oluşturulan grafiklerin toplu gösterimi	84
3.9. Normal rota için çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktalarının yorumlanması	84
3.10. Zor rota üzerinde denetim mekanizmalarının (a- Matematiksel Model, b-Bulanık Kontrol, c-Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol) oyuncu hareketlerine tepkileri ve bu tepkilerin çapraz korelasyon grafikleri	86
3.11. Zor rota üzerinde denetim mekanizmaları tarafından oluşturulan grafiklerin toplu gösterimi	87
3.12. Zor rota için çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktalarının yorumlanması	87
3.13. Kolay Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi	89
3.14. Kolay rota üzerindeki değişik feromon buharlaşma hızlarının karşılaştırmalı gösterimi	90
3.15. Normal Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi	91
3.16. Normal rota üzerindeki değişik feromon buharlaşma hızlarının karşılaştırmalı gösterimi	92
3.17. Zor Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi	93
3.18. Zor rota üzerindeki değişik feromon buharlaşma hızlarının karşılaştırmalı gösterimi	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

1.1.	Kinect programlama için kütüphaneler ve özellikleri	18
1.2.	Bulanık denetleyici girişleri olan e (hata) ve de (hata değişimi) 'nin sırası ile $e=30$ ve $de=-15$ sayısal değerleri için üyelik fonksiyonlarında aldıkları üyelik dereceleri.....	28
1.3.	25 kuraldan oluşan kural tabanı	29
2.1.	Bileşenlerin Konum-Zaman Bilgilerinin Saklandığı Dosyalar.....	56
2.2.	Çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için kullanılan temel kurallar	74

KISALTMALAR DİZİNİ

DFBK	Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol
2D	2 Dimension
3D	3 Dimension
API	Application Programming Interface
CLR	Common Language Runtime
FPS	Frame Per Second
GDI+	Graphics Device Interface Plus
LINQ	Language Integrated Query
MVC	Model View Controller
OpenNI	Open Natural Interaction
RGB	Red Green Blue
SDK	Software Development Kit
URI	Uniform Resource Identifier
WPF	Windows Presentation Foundation
XAML	Extensible Application Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XPS	XML Paper Specification
ACO	Ant Colony Optimization
BM	Bulanık Mantık
BMD	Bulanık Mantık Denetleyici

1. GİRİŞ

Oyun oynama isteği insanların vazgeçemeyeceği bir duygudur. Bu duygunun sonucunda doğal olarak sayısal ortamda teknolojik gelişmelere paralel olarak farklı oyun tasarımları yapılmaktadır. Bu tasarımlar çerçevesinde öncelikli olarak grafik, ses, yapay zekâ gibi özellikler dikkat çekmektedir. Ancak bu özellikler büyük oranda görsel ve işitsel içeriğin uzantılarıdır. Oyuncunun oyuna daha fazla dahil olabilmesi ve oyunu daha verimli bir şekilde oynayabilmesi için yerine getirilecek eylemlerin tetiklenmesinde etkileşim tasarımlarının en az diğer görsel ve içeriksel öğeler kadar başarılı ve doğru tasarlanmış olması gerekir. Oyun ve oyuncu arasındaki temel etkileşim şu şeklide gerçekleşir; oyuncu bir şey yapar, oyun da buna tepki ve karşılık olarak bir şey yapar. Geribildirim, oyunu diğer eğlence eylemlerinden ayıran en önemli etkenlerden biridir. Etkileşimsiz bir oyun, karşısına oturup izlediğimiz bir filminden farksız olacaktır. Oyuncu için en büyük hayal kırıklıklarından biri, etkileşime geçeceğini düşündüğü bir durumda klavye veya farenin bir tuşuna basıp yanıt alamamasıdır. [1]

Etkileşim tasarım (interaction design) kavramı kullanıcının belirli bir mekanizmayı harekete geçirme veya belirli bir bilgiye ulaşma eylemini sağlayan durumdur şeklinde tanımlanabilir. [2]

Hareket Temelli işlemler teknolojisinin teknik olarak uygulanabilirliği oyun alanında da başlatılmıştır. Günümüzde oynanan oyunlardaki etkileşimi artırmak için insan vücudu hareketinden yararlanılmıştır. Kinect sensörünün, 2010 yılındaki temel çıkış noktasının da yine oyun alanında olduğunu bilinmektedir. Oyun içerisinde vücut hareketlerinin algılanıp değerlendirilmesi açısından, diğer oyunlara göre Kinect sensör oyunları ön plana çıkmaktadır. [3]

Doğrusal olmayan belirsiz sistemler için kararlı bir kontrolör tasarlamak, kontrol sistemleri alanının zorlu görevlerinden bir tanesidir. Bulanık mantık kontrolü, yeterince iyi modellenmemiş dinamikleri, karmaşık ve kötü tanımlanmış doğrusal olmayan sistemleri, modelden bağımsız olarak işleyebilen bir yöntemdir. Bulanık

kural tabanlı sistemler denetleyici tasarımı, küme analizi ve görüntü işleme de dâhil olmak üzere birçok alanda uygulanmıştır. [4] “Fuzzy control for linear plants with uncertain output backlashes” isimli çalışmada, bulanık kontrol tekniğinin doğrusal olmayan sistemler için etkili olduğu gösterilmiştir. [5]

Bu çalışmada da kullanıcının (oyuncunun), örnek olarak tasarlanmış oyundaki uçak modelini en verimli şekilde kontrol edebilmesi doğrusal olmayan belirsiz bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Problem olarak da kullanıcının hedefi takibi sırasında ki zor durumlarda en doğru manevraları yapabilmesi ele alınmıştır.

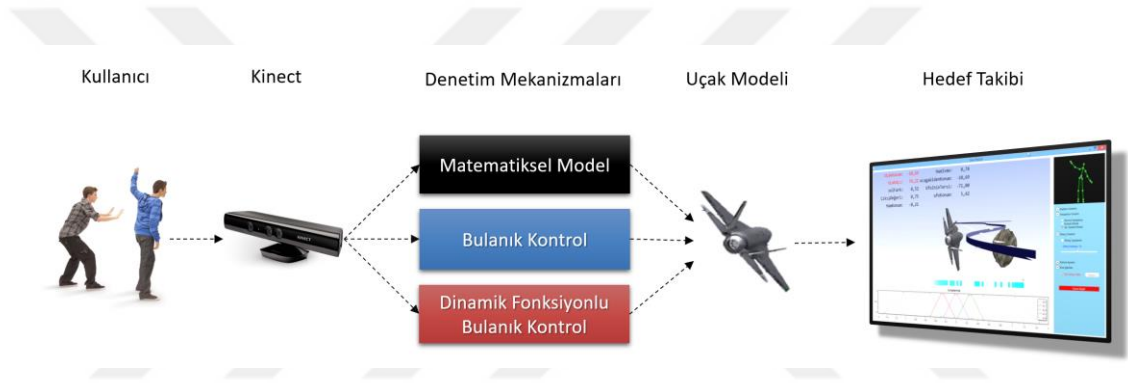
Sonuçta kullanıcı denetiminin iyileştirilmesi amaçlamaktadır ve bu çalışmada önerilmekte olan “Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol (DFBK)” yöntemi ile kullanıcının hedef rotayı takip etmesi optimize edilmeye çalışılmaktadır.

En basit anlamı ile optimizasyon (iyileştirme) eldeki kısıtlı kaynakları en optimum (en iyi) biçimde kullanmak olarak tanımlanabilir [6]. Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse optimizasyon kısaca bir fonksiyonun minimize veya maksimize edilmesi olarak tanımlanabilir [7]. Diğer bir deyişle optimizasyon “en iyi amaç kriterinin en iyi değerini veren kısıtlardaki değişkenlerin değerini bulmaktır” [8]. Başka bir tanımlama ile “belirli amaçları gerçekleştirmek için en iyi kararları verme sanatı” veya “belirli koşullar altında herhangi bir şeyi en iyi yapma” [9] olarak da tanımlanan optimizasyon kısaca “en iyi sonuçları içeren işlemler topluluğudur” [10].

Optimizasyonda bir amaç da maksimum kar veya minimum maliyeti sağlayacak üretim miktarını kısıtlara bağlı olarak tespit etmektir. Günümüzün bilgisayar teknolojisi kadar güncel bir kavram olan optimizasyon kavramı çok çeşitli endüstri kesimlerinde uygulama olanağı bulmuştur. [11]

Değişen teknolojilerin, sınırlı kaynakların, artan rekabetin, karmaşık hale gelen sistemlerin doğurduğu problemlerin klasik yöntemlerle (matematiksel veya matematiksel olmayan, analitik veya sayısal) çözümünün güçleşmesi optimizasyon kavramını güncelleştiren en önemli sebeptir. Bu yönüyle optimizasyonun kullanılmadığı bir bilim dalı hemen hemen yok gibidir [12].

Optimizasyon problemlerinin çözümünde de yapay zekâ tekniklerinin birbirlerini tamamlayıcı şekilde kullanıldıkları görülmektedir. Önerilen DFBK yöntemi de doğrusal olmayan belirsiz sistemlerin çözümünde iyi sonuçlar veren “Bulanık Kontrol (BK)” yönteminin bulanık kümelerini “kullanılan sanal karıncaların bıraktıkları feromon maddesinin yoğunluğuna göre sezgisel olarak dinamikleştirmeyi” hedeflemektedir. Bu sayede DFBK yönteminin bünyesindeki bulanık kurallar arasındaki geçişler feromon maddesinin yoğunluğuna göre gerektiğinde serileşerek sezgisel olarak dinamikleşebilmektedir. Sonuçta DFBK yöntemi ile kullanıcının zor durumlarda daha etkili manevralar yapabilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır.



Şekil 1.1. Hedef takibi sürecinde kullanıcı denetimi

Şekil 1.1 ‘de ifade edilmeye çalışıldığı gibi Kinect Sensör’den kullanıcının bedensel hareketleri alındıktan sonra diğer denetim mekanizmaları (Matematiksel Model ve Bulanık Kontrol yöntemleri) üzerinden de uçak modeline aktarılarak çalışmada önerilen DFBK yönteminin etkinliği kıyaslanmaya çalışılmaktadır.

1.1. Literatür Özetleri

Son dönemlerde “Yapay Zekâ” kavramı hayatımızın birçok alanında karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun, bizimle konuşan insansı robotlardan sağlığımızın yerinde olmadığına karar vererek aile doktorumuzdan randevu alan cep telefonlarına kadar birçok örneğini görmekteyiz. Teknoloji dünyasında buna benzer yapay zekâ

uygulamalarına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Literatürde ise yapay zekâ tekniklerinin optimizasyon problemlerinde birbirlerini destekleyici biçimde kullanıldıkları görülmektedir.

Chang Y. ve arkadaşlarının çalışmasında, bir çift ayrıştırılmış bulanık sürgülü mod denetleyicisinin (DFSMC'ler) önerildiği bir bilye ve kiriş sisteminin denge kontrolü ele alınmaktadır. DFSMC, tasarım hatalarını azaltma avantajına sahiptir ki burada hata - bağlantı dinamiği, rahatsız edici terimler olarak kabul edilir. DFSMC'lerle top ve kiriş sisteminin kararlılık analizi de ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. Kontrol performansını daha da iyileştirmek için, kontrol parametrelerini optimize etmek için geliştirilmiş bir karınca kolonisi optimizasyonu (ACO) önerilmiştir. Önerilen ACO algoritması, bulanık feromon güncellemesinin ve adaptif parametre ayarının artırılmış yeteneğine sahiptir. Önerilen ACO-optimize edilmiş şema, gerçek bir bilye-kiriş sistemi için bulanık sürgülü mod kontrolörlerinin parametrelerini ayarlamak için kullanılır. [4]

Gahanbari A. ve arkadaşları ise çalışmalarında, ilgili faktörlerin etkisi altında enerji talebinin dalgalanmalarını modelleme ve simüle etme yeteneğine sahip uzman sistemler oluşturmak için “Kooperatif Karınca Kolonisi Optimizasyonu-Genetik Algoritma” (COR-ACO-GA) adlı yeni bir yaklaşım sunmaktadırlar. Önerilen yaklaşımın iki ana aşaması vardır, ilk aşamada uzman sistemin veri tabanını oluşturmak için genetik algoritmalar kullanılır. İkinci aşamada ise, dilsel bulanık kurallarını öğrenmek için karınca kolonisi optimizasyonu benimsenir. Böylece veri tabanı ve kural tabanı arasındaki iş birliği derecesi arttığı ve sonuç olarak algoritmanın performansının iyileştiği gösterilmektedir. [13]

Casillas J. ve arkadaşlarının “Learning Fuzzy Rules Using Ant Colony Optimization Algorithms” isimli çalışmalarında ise “Bulanık Kural Tabanlı Sistemlerin” en önemli uygulamalarından biri olan “Dilsel Modelleme” alanında, bu sistemleri oluşturan bulanık dilbilim kurallarının sayısal verileri otomatik olarak öğrenilmesi önemli bir görev olarak verilmiştir. Çalışmada Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) algoritmalarını kullanarak problemi ele almak için yeni bir yol sunulmaktadır. Bunu yapmak için, öğrenme görevi bir optimizasyon problemi olarak formüle edilmekte ve

bir ACO algoritması için gerekli olan özellikler tanıtılmaktadır. Önerilen öğrenme yönteminin davranışı, diğer özelliklere göre, üç boyutlu bir fonksiyon ve gerçek bir elektrik mühendisliği problemi olmak üzere farklı özelliklere sahip iki uygulamanın çözümünde analiz edilmektedir. [14]

Lu C. ve arkadaşlarının çalışmasında ise çok makineli bir güç sisteminde esnek AC iletim sistemi (FACTS) cihazlarının koordineli kontrolü için evrimsel bir kontrol yaklaşımı önerilmektedir. Kullanılan FACTS cihazları, her ikisi de güç sistemi dinamik stabilitesini iyileştirmek için bir “fuzzy lead-lag” kontrol cihazı ile donatılmış bir “tristör kontrollü seri kapasitör (TCSC)” ve bir “statik kompensatördür (SVC)”. “Fuzzy lead-lag” kontrolörü, her bir kontrol adımındaki iki lead-lag kontrolörünün parametrelerini, jeneratör rotor hızlarının sapmalarına göre uyarlamak için bir bulanık kontrol cihazı (FC) kullanır. Bu makale, FC'deki tüm serbest parametrelerin optimize edilmesi için bir “Gelişmiş Sürekli Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACACO)” algoritması önermektedir, bu da insan uzmanları tarafından parametre seçiminin zaman alıcı bir görevden kaçınmasını sağlar. [15]

Castillo O. ve arkadaşlarının çalışmasında, Karınca Kolonisi Algoritması (ACO) 'nda çeşitlilik kontrolüne yeni bir yaklaşım araştırılmaktadır. Temel fikir, belirli parametrelerin dinamik değişimi yoluyla tam yakınlaşmayı önlemek veya yavaşlatmaktır. ACO algoritmasının farklı varyantlarının performansının, önerilen yaklaşımın temeli olarak birini seçtiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada erken yakınlaşmayı önlemek için çeşitliliğin bir düzeyde tutulması amacıyla bir yakınsak bulanık mantık denetleyicisi oluşturulmuştur. Bulanık kontrolörlerin tasarımına uygulanmasında cesaret verici sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle, tek tekerlekli bisiklet mobil robot yörünge kontrolü için üyelik fonksiyonlarının optimizasyonu önerilen yöntemle sunulmaktadır. [16]

Van Ast J. ve arkadaşlarının çalışmasında ise, “sürekli durum” dinamik sistemler için optimum kontrol politikalarının otomatik tasarımı için yeni bir Karınca Kolonisi Algoritması (ACO) algoritması tanıtılmıştır. Bulanık ACO algoritması, ACO'nun çoklu-ajan optimizasyon sezgisini, sistemin durum uzayında bulanık bir bölümleme

ile bütünleştirir. Önerilen algoritmanın işleyişini göstermek için simüle edilmiş bir kontrol problemi sunulmuştur. [17]

Kullanıcı denetimi tarafında ise Microsoft tarafından Kinect ilk olarak tanıtıldığında oyunlar için geliştirilmiş bir teknoloji olarak vurgulandı. Fakat Kinect'in insan hareketlerini algılama özelliğinin kullanımı sadece oyunlarla kalmayacağı görülmektedir. Microsoft Kinect teknolojisini tanıttıktan 1 yıl sonra yazılımcıların kullanması için SDK (Software Development Kit) 'sını yayınladı. Bununla beraber bilimsel çalışmaların hızlı bir şekilde ilerlediği görülmektedir. [18]

Microsoft firmasının üretmiş olduğu Kinect sensörün geniş kullanılabilirliği ve düşük maliyeti ile bilgisayar bilimleri, elektronik mühendisliği ve robotik alanındaki pek çok araştırmacı ve uygulayıcı, makinelerle etkileşime geçmek için bu tür algılama teknolojilerinden yararlanmaktadır. [19]

Bu alanda yapılan bilimsel yayınlar incelendiğinde Kinect sensör üzerinde bulunan bütün donanımlarla ilgili çalışmaların yapılmış olduğu görülmektedir. Bunlardan Kinect sensörün iskelet verisi yakalama özelliği kullanılarak kullanıcı denetimi gerektiren oyun tabanlı öğrenme ve sağlık alanında yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır:

Yükseltürk E. ve arkadaşlarının “Kinect Teknolojisi İle Oyun Tabanlı Öğrenmeyi Yabancı Dil Eğitiminde Kullanma” isimli çalışmalarında, oyun tabanlı dil öğreniminin Kinect teknolojisi ile öğrencilerin öz-yeterlik inançları ve İngilizceye yönelik tutumları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin bazı alt faktör tutum ve öz-yeterlik puanlarında, kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama puanlarına göre anlamlı pozitif bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada, Kinect teknolojisi ile oyun tabanlı öğrenme aktivitelerinin neden yabancı dil kurslarına entegre edilmesi gerektiği açıklanmaktadır. [20]

Yine Yükseltürk E. ve arkadaşlarının “Spor Bilimlerinde Hareket Yakalama Teknolojisi: Kinect ile Üç Boyutlu Sanal Spor Platformu” isimli çalışmalarında geliştirmiş oldukları üç boyutlu sanal platform üzerinde internet ve Kinect gibi güncel

ve gelişmiş teknolojilerin sağladığı olanaklar ile, spor yapamayanlara fiziksel olarak aynı ortamda bulunmaksızın, sanal eğitmen kontrolünde spor yapabilme olanağı sunmanın alternatif bir yolu gösterilmektedir. [21]

Al-Naji A. ve arkadaşlarının “Microsoft Kinect Sensörünü Kullanarak Kardiyopulmoner Aktivitenin ve İlişkili Anormal Olayların Saptanması” isimli çalışmasında ise farklı uyku pozisyonları, çevresel ayarlar ve belirsiz bir ilgi alanı (ROI) dahil olmak üzere olumsuz koşullar altında zorlu bir sorun olan Kardiyopulmoner aktivitenin izlenmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Çalışma, birçok olası uykuda kardiyopulmoner-sinyal ve bulgu ile ilişkili anormal kardiyopulmoner olayların (örneğin taşikardi, bradikardi, taşipne, bradypne ve santral apne) gözlemlenmesi için bir Microsoft Kinect v2 sensörüne dayanan etkili bir uzaktan görüntüleme sistemi önermektedir. Önerilen sistem, Kinect v2 sensörü tarafından yakalanan gerçek zamanlı bir görüntü dizisi kullanılarak kardiyopulmoner aktivitenin en belirgin olduğu abdominal torasik bölgeden gelen sinyali çıkarır. [22]

Chang Y. ve arkadaşlarının çalışmasında ise, bir devlet okulu ortamında Kinect tabanlı bir sistem kullanan iki genç yetişkinin motor bozukluklarla rehabilite edilmesini değerlendirmiştir. Bu çalışma, A'nın başlangıç çizgisini ve B'nin müdahale aşamalarını temsil ettiği bir ABAB dizisine göre gerçekleştirilmiştir. Veriler, iki katılımcının fiziksel rehabilitasyon konusundaki motivasyonlarını önemli ölçüde artırdığını, böylece müdahale aşamalarında egzersiz performansını geliştirdiğini göstermiştir. Bulguların pratik ve gelişimsel etkileri tartışılmaktadır. [23]

Ross A. ve arkadaşlarının çalışmasında Postürel kontrolü değerlendirmek için Microsoft Kinect'in geçerliliği incelenmiştir. Fonksiyonel erişim ve ayakta denge görevleri sırasında veriler toplanmıştır. Microsoft Kinect ve bir 3D hareket analizi sistemi sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılabilir denemeler arası güvenilirlik ve mükemmel eşzamanlı geçerlilik gözlenmiştir. [24]

Kinect sensörün derinlik algılayabilme özelliğinden yararlanılarak yapılan çalışmalar bazıları ise şunlardır:

Khoshelham K. ve arkadaşlarının “İç Mekân Haritalama Uygulamaları İçin Kinect Derinlik Verilerinin Doğruluğu ve Çözünmesi” isimli makalelerinde bir matematiksel modele dayanarak, verilerin doğruluğunu etkileyen faktörler hakkında içgörü sağlayan teorik bir hata analizi sunulmaktadır. Bu makaledeki deneysel sonuçlar, derinlik ölçümünün rastgele hatalarının, sensöre olan uzaklığı arttıkça arttığını ve sensörün maksimum aralığında birkaç milimetre ile yaklaşık 4 cm arasında değiştiğini göstermektedir. [25]

Henry P. ve arkadaşlarının çalışmasında ise Microsoft Kinect gibi RGB-D kameraların yoğun 3 boyutlu iç mekân ortamları oluşturmak için nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu tür haritalarda robot gezinme, manipülasyon, semantik haritalama ve telepresence uygulamaları vardır. Çalışmada görsel özellikleri ve şekil tabanlı hizalamayı birleştiren yeni bir ortak optimizasyon algoritmasını kullanan tam bir 3D haritalama sistemi olan RGB-D Mapping sunulmaktadır. RGB-D Mapping yöntemi iki büyük iç mekân ortamında değerlendirilmiş ve RGB-D kameralardan elde edilen görsel ve şekil bilgisinin etkili bir şekilde birleştirildiği gösterilmiştir. [26]

Xia L. ve arkadaşlarının “Human Detection Using Depth Information by Kinect” isimli çalışmasında Kinect üzerinde bulunan derinlik ve 3 boyut kameraları kullanılarak ortamda bulunan insanlar tespit edilebilmektedir. Bu sayede herhangi bir görüntü işleme yöntemi kullanmadan kolay bir şekilde insanlar algılanmaktadır. [27]

Schwarz L. ve arkadaşlarının “Human skeleton tracking from depth data using geodesic distances and optical flow” isimli çalışmasında Kinect derinlik kamerası kullanılarak insan iskeletini izleyip ve hareketlerin algılanarak modellenmesi üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiştir. İnsanların gerçekleştirdiği hareketlerin anlık olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. [28]

Izadi S. ve arkadaşlarının “KinectFusion: real-time 3D reconstruction and interaction using a moving depth camera” isimli çalışmasında gerçek zamanlı 3 boyutlu modelleme yapılabilmektedir. Modellenmek istenilen ortam Kinect kamera tarafından taranıp ve anlık olarak modeli çıkartılmıştır. Modelin çıkartılmasında NVIDIA grafik kütüphanesinden yararlanılmıştır. [29]

Oikonomidis L. ve arkadaşlarının “Efficient Model-based 3D Tracking of Hand Articulations using Kinect” isimli çalışmasında insan el hareketlerinin tanımlanması gerçekleştirilmiştir. Bu sayede konuşma engelliler için el hareketlerinin anlamsallaştırılmasında yol gösterici bir konumda bulunmaktadır. Çalışma içerisinde 15 farklı kelime ve buna bağlı hareket tanımlanmıştır. Kullanıcı tanımlı hareketleri gerçekleştirdiği zaman ona karşılık gelen kelime belirtilmiştir. Ayrıca tanımı 15 farklı el hareketi için 3 boyutlu model oluşturulmuştur. Bu işlem için el hareketinin önce derinliği alınmıştır. Daha sonra NUI Kütüphanesi ile modeli oluşturulmuştur. [30]

1.2. Hareket Yakalama Sistemleri

Hareket izleme ya da yakalama temelde 3D animasyon için kullanılmaktadır. Film ve animasyon dünyasında hareket yakalama, aktör ve aktrislerin üzerinde her eklem noktası üzerine yerleştirilen sensörler ile hareket kayıtlarının alındığı süreç olarak tanımlanabilir. Bu ölçümler alınıp kaydedildikten sonra 3 boyutlu model üzerine çevrilmiştir.

Hareket yakalama teknolojisi 1970 yılından bu yana hızla ilerlemiştir. Buna örnek olarak 2009 yılında 20. Century Fox ödülünü kazanan ve tamamlanması 15 yıl süren "Avatar" filmi verilebilir. Bu film, aktör performansının yakalanarak dijital forma çevrilip avatar üzerinde gerçekleştirildiğini gösteren güzel bir yapımdır. [31]

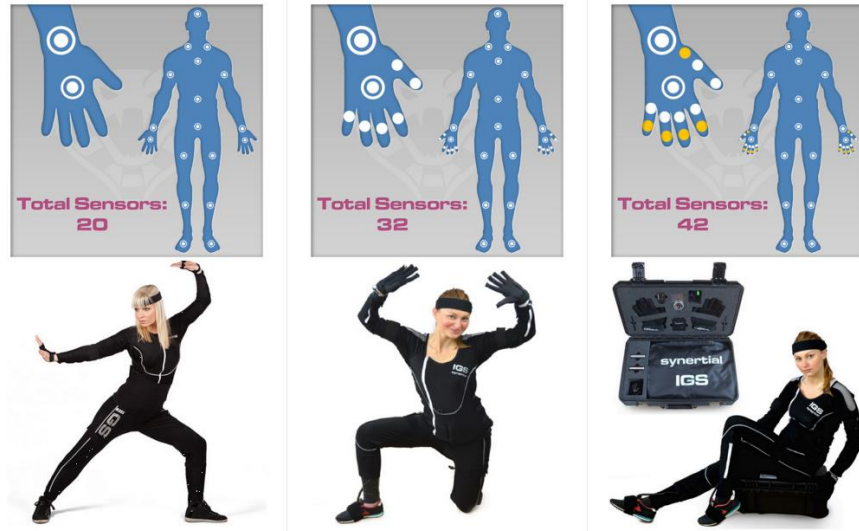


Şekil 1.2. Avatar filmi için kullanılan hareket yakalama sistemi [32]

Hareket yakalama sistemleri 4 temel başlık altında incelenebilmektedir.

1. Elektromekanik sistemler
2. Elektromanyetik sistemler
3. Optik sistemler
4. Derinlik algılayabilen kameralar

Elektromekanik sistemlerde (Şekil 1.3.), üzerindeki sabit noktalarda potansiyometreler gibi ölçüm yapabilen cihazlar bulunan kıyafetler giyilir. Böylelikle, uzuvların hareketini yansıtan sinyaller gönderilir. Bu sistemler, manyetik alanlardan, istenmeyen yansılardan etkilenmeyen mutlak ölçümler sağlarlar. Fakat bu cihazların giyilmesi genellikle hareketi yetişkin ölçüde engeller. Veri eldivenleri gibi veri eldivenleri de mekanik sistemlere örnektir. Mekanik hareket yakalama sistemleri maliyet yönünden bu alandaki en ucuz seçeneklerden biridir. [31]



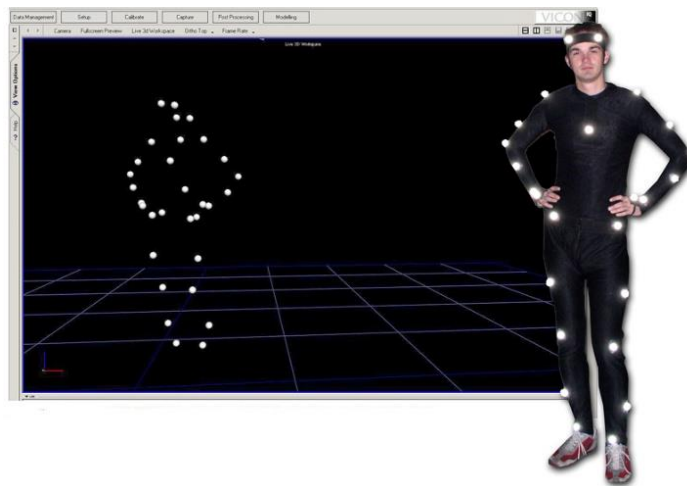
Şekil 1.3. Elektromekanik hareket yakalama sistemi [33]

Elektromanyetik sistemler (Şekil 1.4.), hareketleri izlemek için alıcı ve verici tekniğine dayanan bir yöntem kullanır. Cihazların her biri vücutta farklı eklemlere bağlanarak, dünyanın manyetik alanına veya bir verici tarafından yaratılan manyetik alana göre her bir cihazın oryantasyon ve lokasyon verileri bilgisayara gönderilir. [34] Çoğu manyetik MOCAP sistemi tüm vücutla yapılan hareketleri yakalamak için tasarlanmıştır. Bu sistemlerin çok azı aynı zamanda el ve parmak hareketlerini de yakalar. Elektromanyetik yakalama sistemleri, "Yüzüklerin efendisi" filminde başrolde yer alan "Gollum" adlı yaratığın hareketlerinin modellenmesinde kullanılmıştır. [31]



Şekil 1.4. Elektromanyetik hareket yakalama sistemi [32]

Optik sistemler (Şekil 1.5.), kullanılan hareket yakalama yöntemlerinin başka bir yaygın biçimidir. Bu yöntemde veri toplayan sensörler bulunmaz. Belirli sayıda küre şeklindeki yansıtıcı işaretçiler vücudun farklı bölümlerindeki referans noktalarına bağlanır. Yakalanması istenen hareketin tipine bağlı olarak daha fazla işaretçi o hareketi sağlayan uzuvlara bağlanabilmektedir. Sistemde bulunan sayıları 12'ye kadar çıkabilen kameralar ile işaretçilerin takibi ve 3 boyutlu uzayda pozisyonlarının yeniden oluşturulması sağlanır. Bu tür optik sistemlerin dezavantajı fiyatlarının çok yüksek olmasıdır. [31]



Şekil 1.5. Optik hareket yakalama sistemi [35]

Derinlik algılayabilen kameralar (Şekil 1.6.), bir RGB kamera ve bir derinlik kamerasından oluşur. En önemli özellikleri, bir görüntüdeki her bir nokta için kameraya olan uzaklığı hesaplayabilmeleridir. Menziline bulunan nesnelere bir grid (dörtgenlerle örülmüş ağ) yapısı oluşturacak şekilde kızılötesi sinyaller gönderen bir yayıcı (emitter) ve bu sinyallerin nesneler üzerinden yansdıktan sonra kameraya geri dönüş zamanını ölçerek nesneler üzerindeki noktaların kameraya olan uzaklığını hesaplayan kızılötesi kamera yardımıyla, her nokta için dördüncü bir boyut oluşturulmakta ve görüntüdeki her nokta için RGBD yani RGB ve derinlik değerleri hesaplanmaktadır. Derinlik değerlerinin birinci türevleri görüntüdeki yuvarlak kütleleri ve şekilleri tespit etmemizi sağlar. İkinci türevi ile insan formuna uyan şekilleri belirler ve insan vücudu üzerinde her önemli eksen noktasının konumunu hesaplar. Böylelikle insan iskelet modeli oturtularak 3 boyutlu uzayda pozisyon bilgileri hesaplanmış olur.

Diğer hareket yakalama sistemlerine göre daha düşük maliyetli olması, kullanıcıya hareket serbestliği tanınması, ortamdaki manyetik alanlardan etkilenmemesi, karmaşık kalibrasyon problemlerinin olmaması, kullanım kolaylığı gibi birçok avantajı nedeniyle şu anda sıklıkla kullanılan hareket yakalayıcısı olarak kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerin dezavantajı açık alan uygulamalarında güzel sonuçlar verememeleridir. Genellikle kapalı alan uygulamaları için tercih edilmektedir. [31]



Şekil 1.6. Derinlik algılayabilen kamera- Asus Xtion Pro

Hareket yakalama çizgi film, oyun ve filmlerde insanımsı karakterleri yaratmak; atletizmde atletlerin performansının ölçümünde, tıbbi uygulamalarda yaralanmaların belirlenmesi ve tedavi yöntemlerinde; askeriyede pilotların baş hareketlerinin izlenmesinde, eğlence, film ve reklam amaçlı uygulamalarda ve son olarak bilgisayarlı

görü uygulamalarının geliştirilmesinde ve test edilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. [32]

1.2.1. Kinect Sensor

Kinect, bir hareket algılayıcı bir sensördür (Şekil 1.7.). Öncelikle bilgisayar oyun ortamındaki doğal etkileşim için tasarlanmıştır. [36] Düşük maliyetli mesafe sensörleri, iç mekân haritalama, gözetleme, robotik ve adli tıp gibi uygulama alanlarında pahalı lazer tarayıcılara cazip bir alternatiftir. Tüketici sınıfı alan algılama teknolojisindeki son gelişmeler Microsoft'un Kinect sensörüdür. [37] Kinect' in göze çarpan en büyük özelliği insan hareketlerini algılaması olmuştur. Yani oyuncu hiçbir kontrol aracı kullanmadan hareketleri ile oyunu oynayabilmektedir. [38]



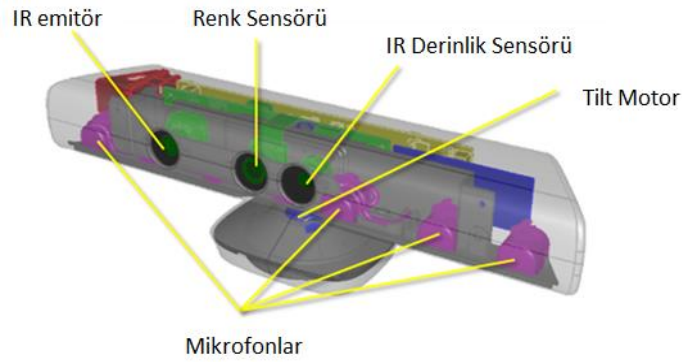
Şekil 1.7. Kinect Sensör

Kinect ilk defa Amerika'da Xbox oyun konsolu için tanıtılmıştır. Kinect ile birlikte, bilgisayar ortamında çevre birimler kullanmadan sadece el, kol ve bacak hareketleriyle oyun oynayabilme imkânı sunulmuştur (Şekil 1.8.).



Şekil 1.8. Xbox oyun konsolunda oyun oynama

Microsoft, Windows7 ile uygulama geliştirmek üzere 2011 yaz aylarında yazılım geliştirme kiti yayınlanmıştır. [39] Bununla birlikte yazılım sektörü ve akademik çalışmalar basta olmak üzere Kinect ile ilgili çalışmalar hızlanmıştır. Kinect bir adet RGB kamera, bir derinlik kamerası, bir adet kızılötesi sinyaller gönderen bir yayıcı, bir adet eğim motoru ve ses sensörlerinden oluşur (Şekil 1.9.).



Şekil 1.9. Kinect Sensor ve Donanımsal Bileşenleri

Kinect sensörün en önemli özelliği, bir görüntüdeki her bir nokta için kameraya olan uzaklığı hesaplayabilmesidir. Bunu da kızılötesi sinyaller göndererek, bu sinyallerin nesneler üzerinden yansıdıktan sonra kameraya geri dönüş zamanını ölçerek hesaplamaktadır. Kinect ile sağlanan derinlik bilgisi nesne segmentasyonu ve arka plan

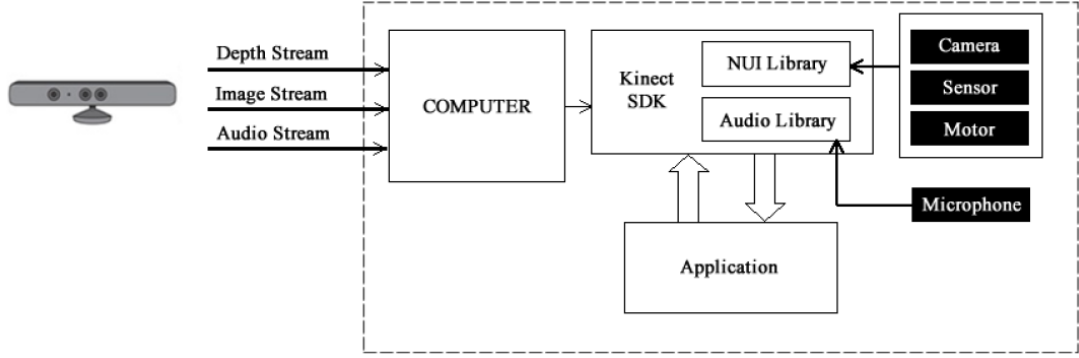
gidermede kolaylık sağlamaktadır. İçerisinde, insan vücudu üzerinde 20 noktanın (eklemin) hareketini algılama teknolojisi içerir. Bunu kullanıcıya iskelet modeli oturtarak yapar. İskelet tanıma komutu verilince kızılötesi ışın yaymaya başlar ve çok kısa bir süre içerisinde kullanıcının baş, gövde, kol, el, bacak, ayak gibi kısımlarını oynattığında, eklemlerin hareketi takip edilebilmektedir (Şekil 1.12.). [31]



Şekil 1.10. Kinect Sensor ve Donanımsal Bileşenleri

İskelet Modeli Takibi: Kinect kızılötesi ışık yayar ve yansımalarını algılar. Işığın yansıması ile izleme alanına giren tüm piksellerin derinlik değerlerini hesaplar. Derinlik değerlerinin birinci türevleri görüntüdeki yuvarlak kütleleri ve şekilleri tespit etmemizi sağlar. İkinci türevi ile insan formuna uyan şekilleri belirler ve insan vücudu üzerinde her önemli eksen noktasının konumunu hesaplar. Böylelikle insan iskelet modeli oturtulmuş olur (Şekil 1.12.)

Kinect ile programlama için kütüphaneler: Kinect ile programlama için farklı kütüphaneler bulunmaktadır (Çizelge 1.1.). Windows Kinect SDK ve OpenNI insan iskelet modelini oluşturan algoritmalar içeren ve sıklıkla kullanılan yazılım geliştirme araçlarıdır.



Şekil 1.11. Kinect Sensörün Uygulamalarla Haberleşmesi [40]

Microsoft Kinect SDK, Microsoft tarafından geliştirilen bir yazılım alt yapısı; OpenNI ise Primesense firması tarafından geliştirilen açık kaynak kodlu bir yazılım altyapısıdır. Microsoft alt yapısını kullanarak yazılım geliştirenler Microsoft Kinect SDK'yı, açık kaynak kodlu yazılım geliştirenler ise genellikle OpenNI kullanmayı tercih etmektedirler. OpenNI benzer yeteneklere sahip olmasına rağmen kullanılması Microsoft SDK kadar kolay değildir



Şekil 1.12. Windows SDK ile insan eklemleri takibi

Çizelge 1.1. Kinect programlama için kütüphaneler ve özellikleri

Kütüphane	İşletim Sistemi	Prog.Dili
Windows SDK	Windows7, 8	C++,C#,Visual Basic
OpenNI	Windows, Linux, Mac, Android*	C, C++,C#,Processing, Java
OpenKinect	Windows, Linux, Mac	C, C++, C#, Java, Python
Point Cloud	Windows, Linux, Mac,Android/iOS	C++

Windows SDK v1.7 ile yeni gelen özellikler:

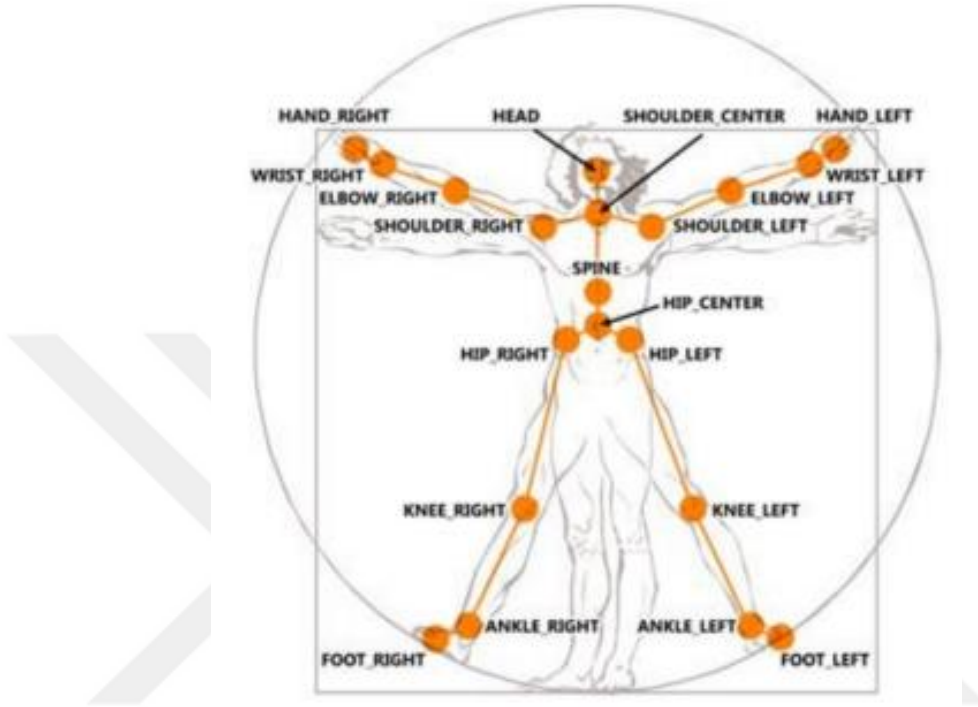
- Daha gelişmiş hareket tanıma özelliği
- Kinect Fusion:
 - Gerçek zamanlı olarak üç boyutlu nesne tarama ve modelleme aynı zamanda taranan nesnenin hareketinin tanınması.
 - Artırılmış gerçeklik uygulamaları
- Kapalı ve açık elin belirlenmesi
- El hareketinin imleci ekranda kaydırmak için kullanılması
- Buton kontrolünün eklenmesi

Diğer hareket yakalama sistemlerine göre daha düşük maliyetli olması, kullanıcıya hareket serbestliği tanınması, ortamdaki manyetik alanlardan etkilenmemesi, karmaşık kalibrasyon problemlerinin olmaması, kullanım kolaylığı gibi birçok avantajı nedeniyle işaret dilindeki kavramlarla ilgili görüntü verilerinin elde edilmesi için Kinect sistemi kullanılmıştır. [31]

1.2.1.1. Kinect görüntü izleme ve iskelet takip sistemleri

Kinect üzerinde bulunan soldaki bölme lazer projeksiyonu yaparken, sağdaki kızılötesi sensör bu ışınların gidiş- geliş süresini hesaplayarak her bir noktanın mesafesini bildirmektedir. Kinect içerisindeki yazılım ise bu veriler ışığında iskelet yapısını hesaplamaktadır. [18]

Kinect üzerinde bulunan kızılötesi kamera sayesinde insanın hareketli eklemleri algılanabilmekte ve izlenebilmektedir. Kinect kameraları aynı anda 2 farklı kişinin 20 farklı bölgesini aktif olarak algılayıp izleyebilmektedir. [38]



Şekil 1.13. Kinect'in Algılayabildiği Eklem Noktaları

1.3. Bulanık Mantık

Bulanık önermeler mantığı, belirsiz bilgileri işleyebilme ve kesin rakamlar ile ifade edilemeyen durumlarda karar vermeyi kolaylaştıran bir teknolojidir. [41] Mühendislik sistemlerinin analizi genelde sayısal tekniklere dayanmaktadır. Fakat birtakım problemler tam ve kesin olarak tanımlanamadığından dolayı benzetim çalışmalarında ve modellemede zorluklara neden olmaktadır. Bu tür sorunlar karşısında, “Bulanık küme teorisi” University of California’dan Prof. Lotfi A. Zadeh’in 1965 yılındaki “Fuzzy Sets” isimli makalesi ile farklı bir çözüm önermiştir. [42] Bazı bilim adamları konuya olumlu yaklaşıp da bazıları da “bulanıklaştırmanın” bilimin temel prensibine aykırı olduğunu savunmuşlardır. Özellikle istatistik ve olasılık ile uğraşan

matematikçiler, olasılık teorisinin belirsizlikleri karakterize etmede yeterli olduğunu ve bulanık teorisinin çözebileceği her problemin eşdeğer veya daha iyi bir şekilde olasılık teorisi ile çözülebileceğini iddia etmişlerdir. Başlangıçta hiçbir pratik uygulama olmadığından, bulanık teoriyi savunmak gerçekten güç olmuştur. Bu nedenle dünyadaki hemen hemen tüm ciddi bilimsel enstitüler bulanık teoriyi pek fazla ciddiye almamışlardır.

Geleneksel kontrol sistemlerinde, sistemin matematiksel modelinin oluşturulması gerekir. Özellikle doğrusal olmayan sistemlerde bu işlem oldukça zor ve zaman alıcıdır. Bu sebeple bilgi tabanlı sistemler günümüz karmaşık sistemlerinin denetlenmesinde de önemlerini arttırmışlardır. Bulanık mantık (BM) ise sayısal değerlerin sözel ifadelerinden yola çıkarak bilgi tabanlı denetleyiciler arasında insan düşünce yapısına yaklaşmayı sağlamışlardır. Bu tür sistemler tek başlarına kullanılabildikleri gibi diğer modern veya klasik sistemlerle de kullanılabilmektedir. BM, modelleme aşamasında değişkenler ve kuralların esnek olarak belirlenmesidir. Bu esneklik asla rastgelelik ya da belirsizlik içermez. Kısaca, bulanık mantık teorisi: Aristo mantığının siyah-beyaz ikilemine karşılık, Zadeh'in grinin çeşitli derecelerinin varlığını bilimsel olarak ifade edilebilmesidir.

BM sistemlerinin avantajları kısaca şöyle sıralanabilir:

- İnsan düşünme tarzına yakındırlar
- Uygulamaları matematiksel modele ihtiyaç duymazlar
- Yazılımın basit olması dolayısıyla ucuza mal olmaktadır
- BM eksik tanımlı problemlerin çözümü için uygundur.

Bu sistemlerin dezavantajları ise aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

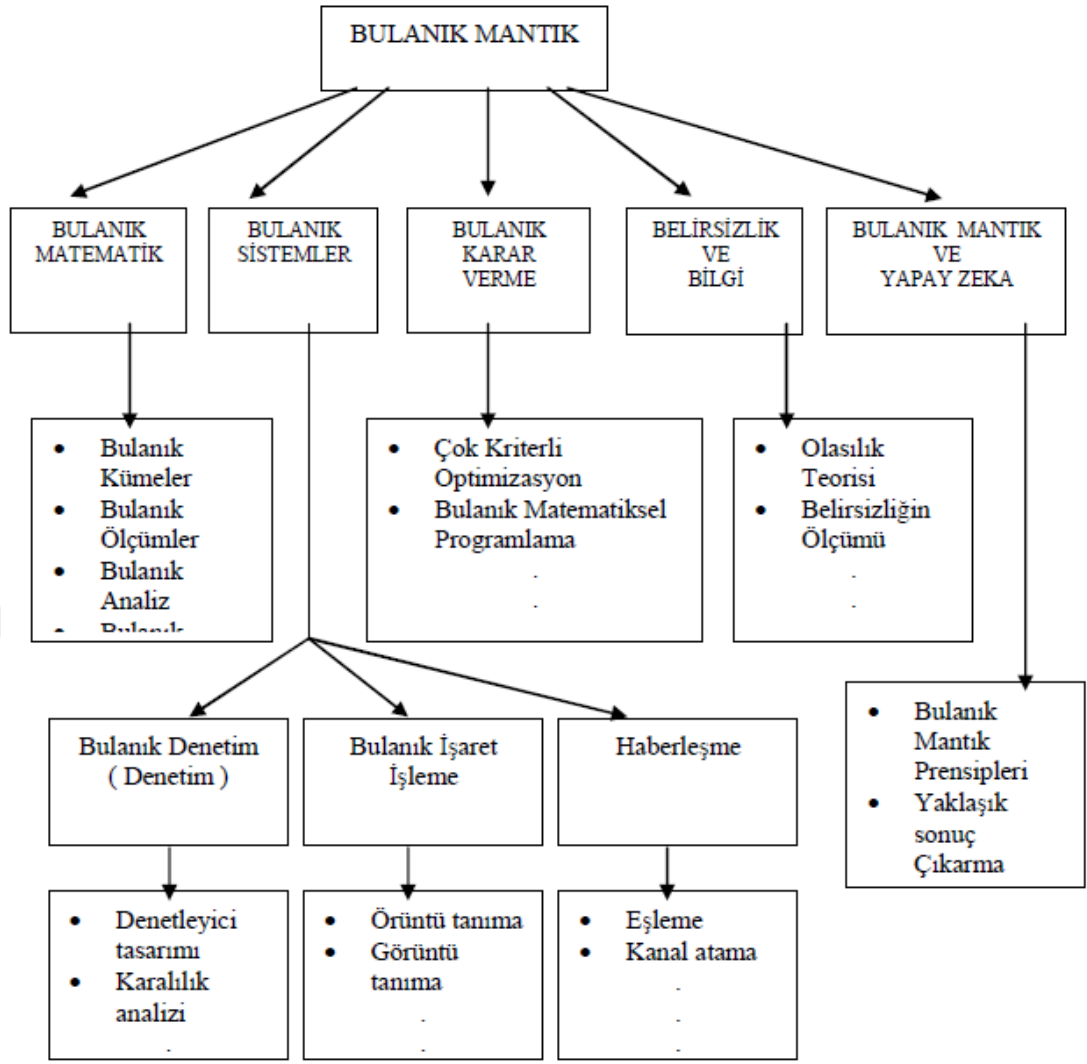
- Uygulamada kullanılan kuralların oluşturulması uzmana bağlıdır.
- Üyelik fonksiyonlarının seçiminde belirli bir yöntem yoktur.
- Deneme yanılma yolu ile bulma işlemi uzun zaman alabilmektedir.
- Denetlenen sistemin kararlılık analizinin yapılması zordur.

- Sistemin nasıl cevap vereceği önceden kestirilemez. Fakat benzeşim yapılabilir.
- BM sistemleri öğrenemez ya da öğretilemez.

Bulanık mantık sistemler yeni olmasına karşılık, üzerinde en çok araştırma yapılan sistemleridir. Fakat yapılan çalışmalarla bile hala tam olarak ortak bir terminolojisi ortaya konulamamıştır. Araştırmacılar yeni yeni bu durum üzerinde durmaktadırlar.

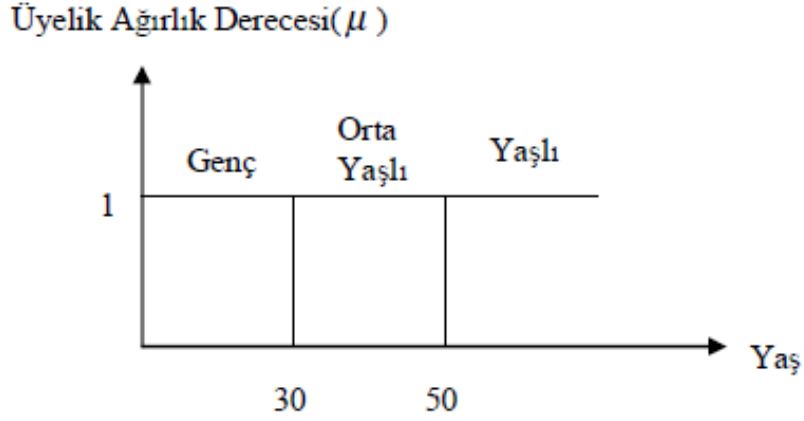
Bulanık mantık ve bulanık küme teorisi, ilk kez 1965 yılında aslen Azerbaycanlı Prof. Dr. Lotfi A. Zadeh (California University, Berkeley) tarafından ortaya atılmış ve hızla gelişerek birçok bilim adamının ilgisini çeken araştırmaya açık yeni bir konu olmuştur. Bulanık mantık, denetim, haberleşme, entegre devre üretimi, işletme, tıp ve psikoloji gibi birçok farklı alanda uygulanmış fakat en önemli uygulamalar ve çalışmalar bulanık denetim alanında olmuştur.

Bulanık mantık konusunda başlıca araştırma alanları Şekil 1.14.'de verilmiştir. Şüphesiz bu 5 ana dal birbirinden bağımsız değildir ve aralarında kuvvetli bir ilişki vardır. Örneğin; bulanık denetim, bulanık matematik ve bulanık mantık kavramları üzerine kurulmuş bir denetim yaklaşımıdır. Olaya pratikteki uygulamalar açısından bakıldığında uygulamaların çoğunun bulanık sistemler, özellikle bulanık denetim üzerinde yoğunlaştığı görülür.



Şekil 1.14. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

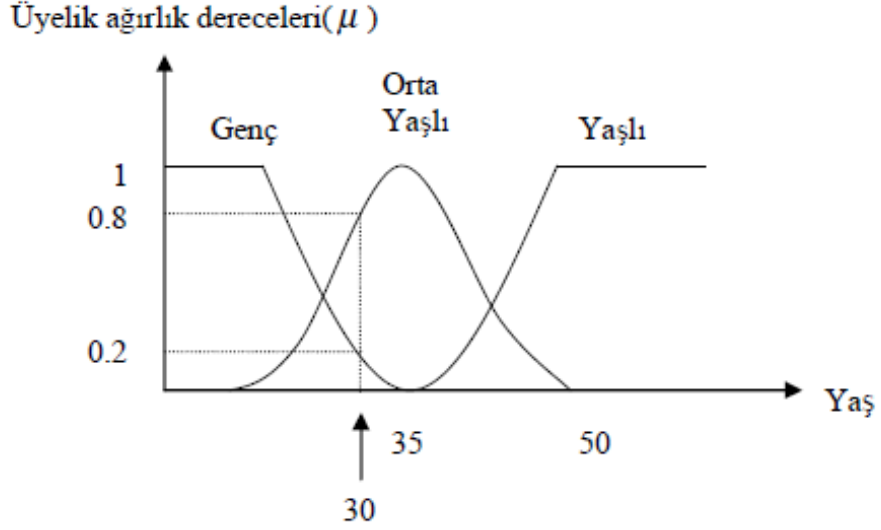
Bulanık mantığın oldukça kapsamlı ve ayrıntılı matematiksel temeli olmasına rağmen, uygulaması oldukça kolaydır. Bilinen geleneksel var-yok mantığında (boolean mantığı) bir eleman bir kümenin ya elemanıdır yada değildir (0 veya 1). Bu tür kümelere keskin küme denir. Örneğin yaş kavramını ele alalım; Şekil 1.15.’te görüldüğü gibi 0-30 yaş arası “GENÇ”, 30-50 yaş arası “ORTA YAŞLI”, 50’den yukarısı “YAŞLI” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1.15. Üyelik Ağırlık Dereceleri

Bu kümeleme işlemine göre 29.5 yaşındaki bir insan genç sayılırken 30.5 yaşındaki bir insan orta yaşlı sayılmaktadır. Denetim sistemlerinde bir denetleyici için bu durumu ele alırsak, fiziksel büyüklüklerin oluşturduğu kümeler birbirinden böyle keskin çizgilerle ayrılmışsa, denetim çıkışında ani değişikliklerin olması kaçınılmazdır. Örneğin sıcaklık denetimi yapan bir ON/OFF denetleyicide, soğuk-sıcak sınırı 30°C 'de ise 29.9°C soğuk olarak algılanırken 30.1°C sıcak olarak algılanacak ve ısıtma-soğutma işlemleri çok ani değişikliklerle gerçekleşecektir ki bu istenmeyen bir durumdur.

Yukarda açıklananlara zıt olarak bulanık mantık, keskin mantığın açık/kapalı, soğuk/sıcak, hızlı/yavaş gibi ikili kavramları yerine az açık, normal açık, çok açık gibi ara kavramlar da tanımlayarak ve her değere bu kümeler içinde bir üyelik derecesi vererek gerçek dünya ile daha iyi bağdaşan uygun bir mantık oluşturur. Örneğin yine yaş konusunu ele alırsak, 30 yaşındaki bir insan pek genç sayılamayacağı gibi pek orta yaşlıda sayılmayabilir. Bu durumlarda bazen genç bazen orta yaşlı terimi uygun düşebilir. İşte bulanık kümeler, aşağıdaki Şekil 1.16'da görüldüğü gibi yaş ve benzeri kavramları dereceli olarak tanımlamaya imkân verir.



Şekil 1.16. Üyelik fonksiyonları ve giriş değerinin bu üyelik fonksiyonlarına olan üyelik derecelerinin gösterimi

1.3.1. Keskin Kümeler

Elemanları x olan bir X evrensel kümenin elemanların $A \subset X$ alt kümesine aitliği, yani bu alt kümelerin elemanı olup olmadığı X 'in $\{0,1\}$ 'de tanımlı olan karakteristik fonksiyonu olarak belirlenir. Kümeye aitlik, “üyelik fonksiyonu” ile belirtilip $I(x)$ ile gösterilir ve 1.1. eşitliğindeki gibi tanımlanır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (1.1)$$

Bu tür kümeler “keskin kümeler” olarak tanımlanırlar ve bu küme teorisine göre bir eleman, bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir.

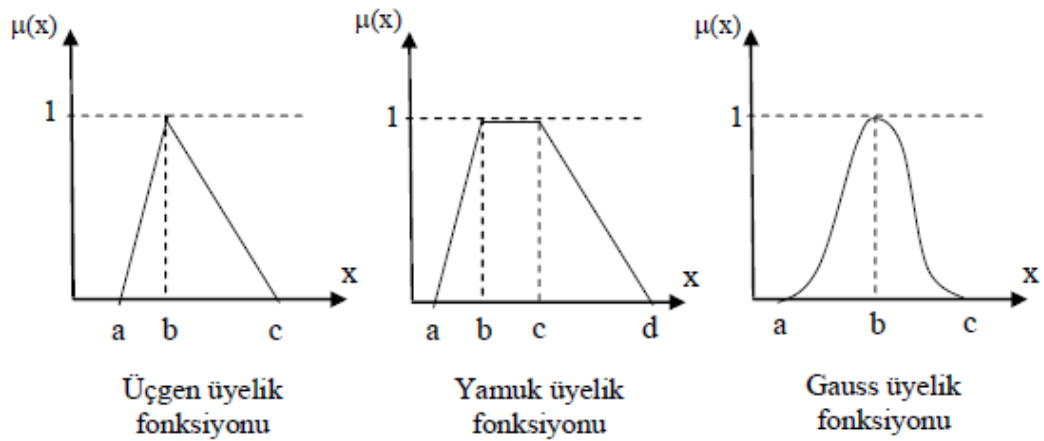
1.3.2. Bulanık Kümeler

Keskin küme teorisinde elemanlar bir kümeye ya aitti ya da değildi. Bulanık küme teorisinde ise elemanlar bir kümeye kısmen ait olabilmektedirler. Bu aitlik “üyelik

derecesi” ile belirlenir. Bulanık kümelerde üyelik derecesi karakteristik fonksiyonun genelleştirilmesi ile ölçülür ve “üyelik fonksiyonu” olarak adlandırılır

1.3.3. Üyelik Fonksiyonları

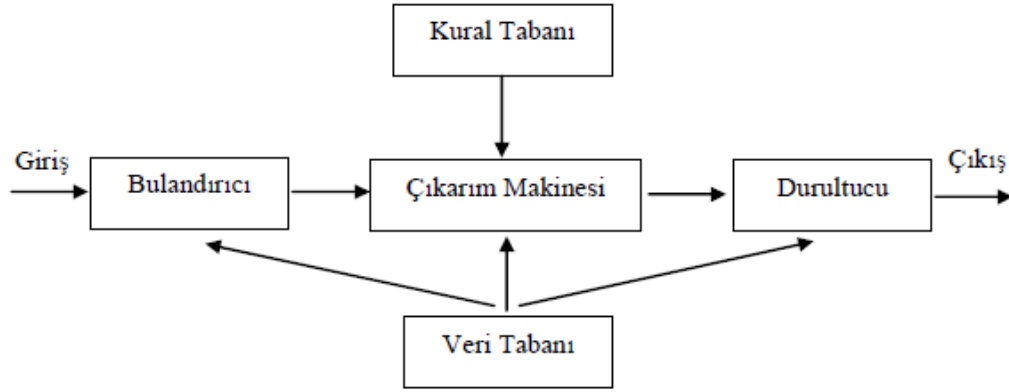
Bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile tanımlanırlar. Bu fonksiyonların değer kümesi $[0,1]$ aralığındadır. Üyelik ağırlıkları, belirli bir değerin, bir bulanık küme içinde yer almasının derecesini gösterir. Başka bir deyişle, bir değer, bir kümenin kısmi üyesi olabilir. Bu özellik sayesinde bulanık mantık, insan düşünce sistemini klasik boolean mantığına (var/yok) göre daha iyi modelleyebilir ve insanın tecrübelerini matematiksel ifadelere çok daha doğru bir şekilde dönüştürebilir.



Şekil 1.17. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları

1.3.4. Bulanık Mantık Denetimi

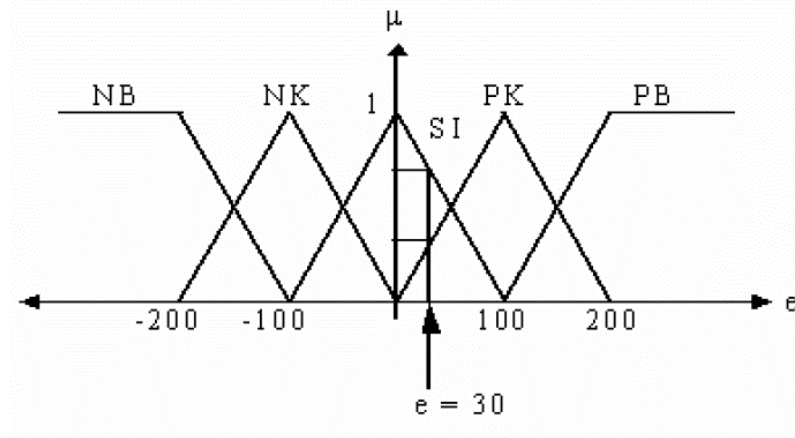
Aşağıdaki blok şemada görüldüğü gibi Bulanık mantık denetleyici (BMD) 'ler Bulandırıcı, Veri Tabanı, Kural Tabanı, Çıkarım makinesi ve Durulaştırıcı olmak üzere beş ana bölümden oluşur. Bunlardan Kural Tabanı ve Veri Tabanı olarak adlandırılan bölümler, bazen ikisi birlikte ele alınarak “Bilgi Tabanı” olarak da adlandırılırlar



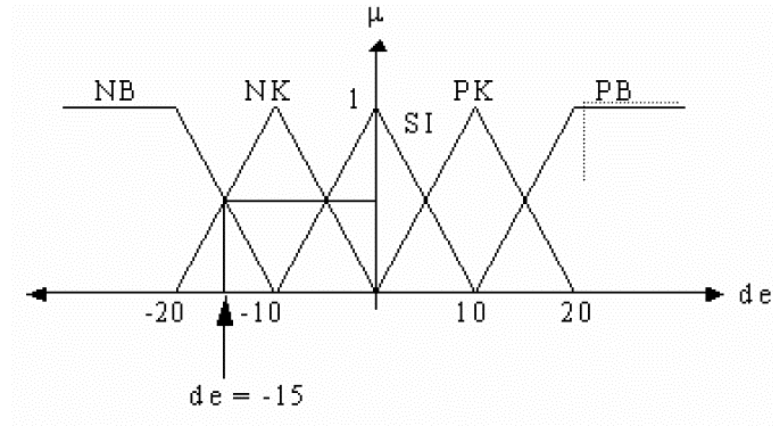
Şekil 1.18. BMD’lerin temel yapısı

1.3.4.1. Giriş Birimi Veya Bulandırıcı

Bir bulanık denetleyicinin giriş birimi olan bulandırıcı, giriş değişkenlerinin değerlerini, çıkarım mekanizmasında kolayca kullanılacak bilgilere dönüştürür. Bulandırıcı temel olarak giriş değişkenlerinin aldığı her değere, ilgili giriş değişkeni için tanımlanan tüm bulanık kümeler için bir üyelik derecesi hesaplar. Örneğin, endüstriyel denetleyicilerin çoğunda olduğu gibi denetleyicilere uygulanan giriş değişkenlerinin hata $e(k)$ ve hatadaki değişim $de(k)$ ($de(k) = e(k) - e(k-1)$) olduğunu kabul edelim. Bu giriş değişkenleri için aşağıda Şekil 1.19. ve Şekil 1.20. görülen üyelik fonksiyonları ile karakterize edilen bulanık kümelerin tanımlandığını varsayalım



Şekil 1.19. Giriş değişkeni hatanın (e) 30 sayısal değeri için üyelik fonksiyonlarına olan üyelik dereceleri



Şekil 1.20. Giriş değişkeni hata değişiminin (de) -15 sayısal değeri için üyelik fonksiyonlarına olan üyelik dereceleri

Yukarıdaki şekillerde “NB”, “NK”, “SI”, “PK” ve “PB” gibi adlandırılan üyelik fonksiyonları “Negatif Büyük”, “Negatif Küçük”, “Sıfır”, “Pozitif Küçük” ve “Pozitif Büyük” anlamlarına işaret edecek şekilde isimlendirilmiştir. Şekil 1.19. ve Şekil 1.20., örnek olarak, $e(k) = 30$ ve $de(k) = -15$ değerleri için üyelik derecelerinin belirlenmesi de gösterilmiştir. Buna göre, Çizelge 1.2.’deki, $e = 30$, $de = -15$ değerleri için bulandırıcının hesapladığı üyelik derecelerini göstermektedir.

Çizelge 1.2. Bulanık denetleyici girişleri olan e (hata) ve de (hata değişimi) ‘nin sırası ile $e=30$ ve $de=-15$ sayısal değerleri için üyelik fonksiyonlarında aldıkları üyelik dereceleri

Hata ($e(k)$)= 30		Hatadaki değişim ($de(k)$)=-15	
Üyelik Derecesi	Bulanık Küme	Üyelik Derecesi	Bulanık Küme
0.7	SI	0.5	NB
0.3	PK	0.5	NK
0	NB, NK, PB	0	SI, PK, PB

Bu anlamda bulandırıcı, kendine uygulanan her giriş değeri için bir üyelik derecesi hesaplayarak (ilgili değişken için tanımlanan üyelik fonksiyonlarının hepsi için) çıkarım mekanizmasına iletir.

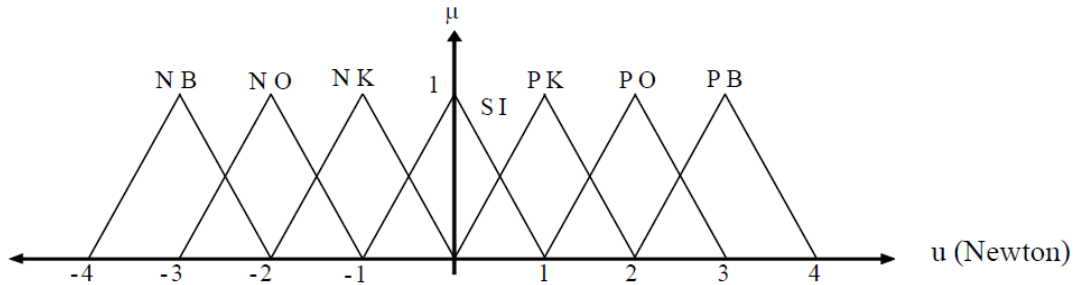
1.3.4.2. Kural Tabanı

Bir bulanık denetleyicinin kural tabanı, genellikle denetimi yapılacak sistem hakkında bilgi sahibi uzman kişilerin dilsel ifadelerinden elde edilen bir grup “IF-THEN” kuralından oluşur. Kurallar, bazen matematiksel ilişkilerden de çıkartılabilir. Kural tabanı, bir bulanık denetleyicinin kalbi olarak nitelendirilebilir. Çünkü diğer bütün birimler ve bileşenler bu kuralların makul ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi için kullanılır. Çizelge 1.3. 25 kuraldan oluşan bir kural tabanını göstermektedir.

Çizelge 1.3. 25 kuraldan oluşan kural tabanı

		<i>de</i>				
<i>e</i>	<i>u</i>	NB	NK	SI	PK	PB
	NB	NB	NB	NO	NK	SI
	NK	NB	NO	NK	SI	PK
	SI	NO	NK	SI	PK	PO
	PK	NK	SI	PK	PO	PB
	PB	SI	PK	PO	PB	PB

Giriş değişkenleri hata (e) ve hatadaki değişim (de) dir ki bunlar için tanımlanan üyelik fonksiyonları daha önce verilmişti. Bulanık denetleyicinin çıkış değişkeni “u”dur ve çıkış için tanımlanan üyelik fonksiyonları Şekil 1.21.’de gösterilmiştir.



Şekil 1.21. Çıkış değişkeni u için tanımlanan üyelik fonksiyonlar

Örneğin kural tabanındaki bir kural aşağıdaki gibi yazılır:

IF (e is SI AND de is NK) THEN (u is NK)

eğer e=SI ve de=NK ise o zaman u=NK

IF (Varsayım) THEN (Sonuç)

Kuralların “Varsayım” kısmı denetleyicinin giriş değişkenleri ile “Sonuç” kısmı ise çıkış değişkeni ile ilgilidir. Yukarıda verilen örnekte, her varsayım “AND” operatörü ile bağlanmış iki terimden oluşmaktadır. Varsayım kısmı ikiden daha fazla terimden oluşabileceği gibi “OR” ve “NOT” operatörleri ile de bağlanabilir. Eğer sistemin çıkışı birden fazla ise, kuralların sonuç kısmı birden fazla terim içerebilir. [43]

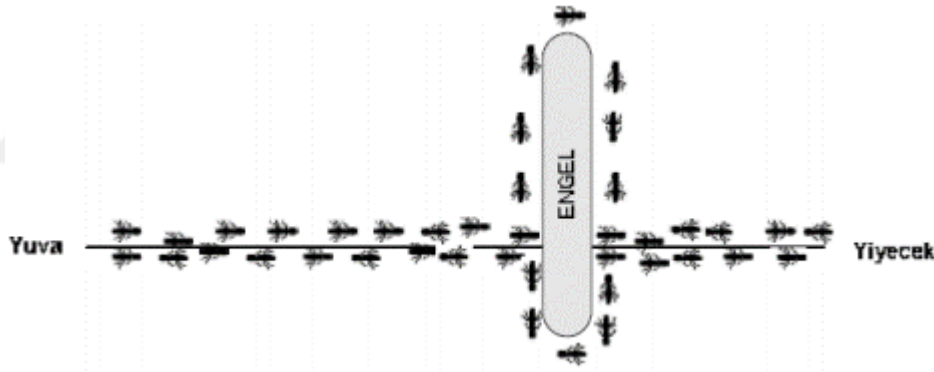
1.4. Karınca Algoritması

Doğada topluluk (koloni) halinde yaşayan, aralarında belirli bir iş paylaşımının olduğu ve karşılaştıkları problemleri yardımlaşarak birlikte çözen hayvanlar sosyal hayvanlar olarak adlandırılmaktadır. Bu gruba giren hayvanlara çok sayıda örnek verilebilir. Bu tür hayvanların problem çözme özellikleri örnek alınarak gerçek dünya problemlerinin çözümü için başarılı yeni yaklaşımlar türetilir. Karıncalar, koloni halinde yaşayan ve problem çözmede örnek alınabilecek önemli davranış özellikleri olan hayvanlardır, örneğin, karıncalar tam olarak görebilme yeteneğine sahip olmayan, yani çevrelerinde ne olup bittiğini izleyemeyen böceklerdir. Ancak buna rağmen yuvalarından yiyecek kaynağına ve tersine yiyecek kaynağından yuvaya uzanan en kısa yolu bulabilmektedirler. Başka bir ifadeyle, çevredeki değişimlere uyum sağlama kabiliyetine sahiptirler. Yani, karıncaların bulup takip ettiği yuva-yiyecek arasındaki en kısa yol herhangi bir şekilde çevre şartlarından dolayı en kısa yol olmaktan çıkarsa (örneğin bir cismin yola konulması suretiyle), mevcut şartlardaki yeni en kısa yolu bulma özellikleri vardır. Şekil 1.22.’de gösterilen yuva ile yiyecek kaynağını birbirine bağlayan en kısa hat üzerinde hareket halinde bulunan karıncaların durumunu inceleyelim.



Şekil 1.22. Yuva ile yiyecek arasında karıncaların bulduğu en kısa yol

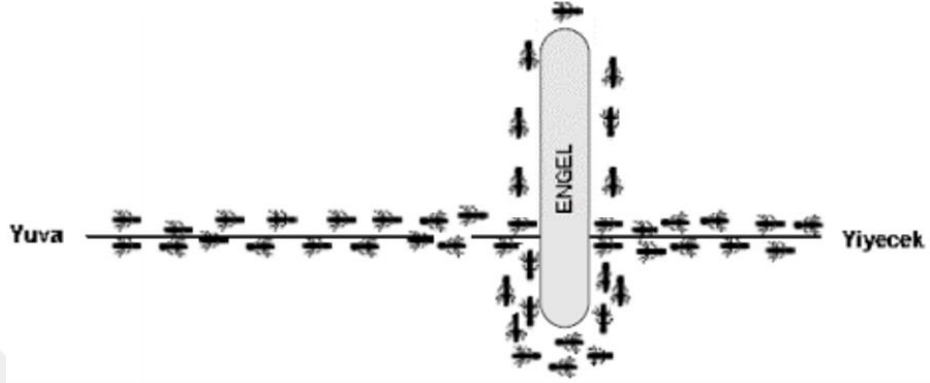
Yiyecek ile yuva arasındaki bu en kısa yolu keşfetmek için karıncalar tarafından kullanılan ve karıncalar arasında haberleşme imkânı sağlayan temel maddenin kimyasal feromon maddesi olduğu bilim adamları tarafından bilinen bir gerçektir. Karıncalar, hareket halinde bulundukları yola belirli miktarda feromon maddesi bırakırlar. Gitmek için seçecekleri yönün belirlenmesinde bu maddenin miktarı önemlidir. Karıncaların, feromon maddesinin daha yoğun olduğu yönleri tercih etme olasılığı, daha az feromon maddesine sahip yönleri tercih etme olasılığından daha fazladır. Ancak, feromon maddesinin daha yoğun olduğu yönün seçilememe veya az yoğun olduğu yönün de seçilebilme olasılığı söz konusudur. Bu basit prensiple hareket eden karıncalar en uygun yolu kısa süre içerisinde bulabilmektedir. Şekil 1.22.'de gösterilen yol, önceden keşfedilen en kısa yol olsun ve bu yola bir cisim konularak bozulduğunu varsayalım. Yani, kullanılmakta olan en kısa yol artık en kısa değildir. Bu durum Şekil 1.23.'de gösterilmektedir



Şekil 1.23. Yola bir cisim konulmasıyla en kısa yolun bozulması

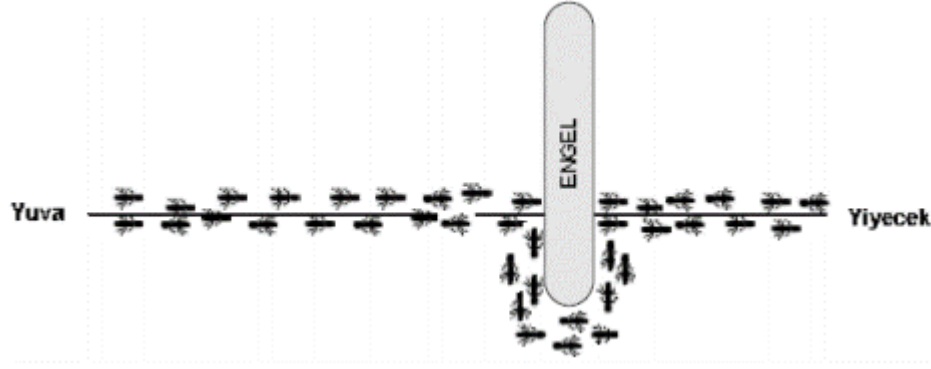
Cisim yola konduğunda cismin hemen önündeki ve arkasındaki karıncalar, tercih edilmesi gereken feromonsuz yönlerle karşılaşılır. Bu yüzden sağa veya sola dönmeler arasından rasgele birini tercih etmek zorunda kalırlar, Koloni (grup) halindeki karıncaların yaklaşık olarak yarısının sol tarafa dönmeleri ve diğer yarısının da sağ tarafa dönmeleri beklenir. Bilindiği gibi, kolonideki karınca sayısı Arttıkça feromonsuz olarak sağa ve sola dönen karıncaların sayıları arasındaki fark azalacaktır. Başka bir ifadeyle iki grubun sayıları yaklaşık olarak birbirine eşittir. Bu durum Şekil 1.24.'de gösterilmektedir.

Cisim etrafındaki daha kısa yolu rasgele seçen karıncalar, uzun yolu tercih eden karıncalarla kıyaslandığında, kesilmiş olan feromon maddesi bağlantı yolunu çok daha hızlı şekilde oluştururlar. Bunun sebebi şu şekilde izah edilebilir:



Şekil 1.24. Cismin konulmasından hemen sonraki durum

Karıncaların hızlarının hemen hemen aynı olduğunu varsayarsak, birim zamanda kısa yol üzerinden geçen karıncaların sayısı uzun yoldan geçenlerin sayısından daha fazla olacaktır. Kolonideki karıncaların yaklaşık olarak geçtikleri yola eşit seviyede feromon maddesi bıraktıklarını kabul edersek, birim zamanda kısa yola bırakılan koku miktarı daha fazla olacaktır. Yukarda belirtildiği gibi yön tercihinin koku miktarı ile bağlantılı olması, yeni gelen karıncaların kısa yolu daha yüksek ihtimalle seçmelerine ve bu yola daha fazla kokunun depolanmasına sebep olmaktadır. Böylece, kısa sürede kolonideki çoğu karınca yeni kısa yolu seçerek değişmiş olan çevreye adapte olmaktadır. Bu olaydan anlaşılabacağı üzere bir pozitif geri besleme söz konusudur: Bir yoldan geçen karınca sayısı arttıkça yola yapıştırılan koku miktarı artmakta ve koku miktarı arttıkça da yolu tercih eden karınca sayısı artmaktadır. Bu olay otokatalitik işlem olarak da adlandırılır. Pozitif geri besleme olayından dolayı, karıncaların çoğunluğunun kısa süre içerisinde daha kısa yolu seçmesi gerçekleşmektedir (Şekil 1.25.).



Şekil 1.25. Cisim konulmasından belirli bir süre sonraki durum

Yukarda tanımlanan pozitif geri besleme işleminin ilginç yönü şudur: Cisim etrafındaki en kısa yolun keşfedilmesi, karıncaların dağıtılmış davranışı ile cisim şekli arasındaki etkileşimin ortaya çıkardığı bir özellik olarak görülebilir. Tüm karıncaların yaklaşık olarak aynı hızda hareket etmelerinden ve yola aynı oranda feromon maddesi bırakmalarından dolayı, cisimlerin daha uzun taraflarından dolaşmak kısa taraflarından dolaşmaktan daha uzun süre alacağı ve bu sebeple feromon maddesinin kısa tarafta daha hızlı toplanacağı da bir gerçektir. Bundan dolayı feromon maddesinin kısa yol üzerinde daha hızlı toplanmasını sağlayan, karıncaların yön seçerken daha yüksek feromon maddesine sahip yönleri tercih etmeleridir. [44]

Her bir yinelemede, belirli bir karınca sayısı popülasyonu, olasılıksal bir geçişe göre sorun örneğini (yani problemin çözümlerini) temsil eden bir grafik üzerinde giderek farklı yollar oluşturur. Mevcut bilgilere dayanan kural (sezgisel bilgi ve feromon yollar). Bundan sonra feromon yollar güncellenir. Bu, önce onları sabit bir faktörle (feromonun buharlaşmasına karşılık gelen) azaltarak ve ardından kalitelerini dikkate alarak yapılandırılmış çözümlerin özelliklerini güçlendirerek yapılır. Bu görev, küresel feromon izi güncelleme kuralı tarafından geliştirilmiştir. [45]

1.5. Windows Presentation Foundation

Microsoft gelişen yazılım teknolojisine, kullanıcı etkileşimli uygulamalar konusunda eksiği giderecek bir teknoloji sunarak destek olmuştur. Bu teknoloji 2003 yılında

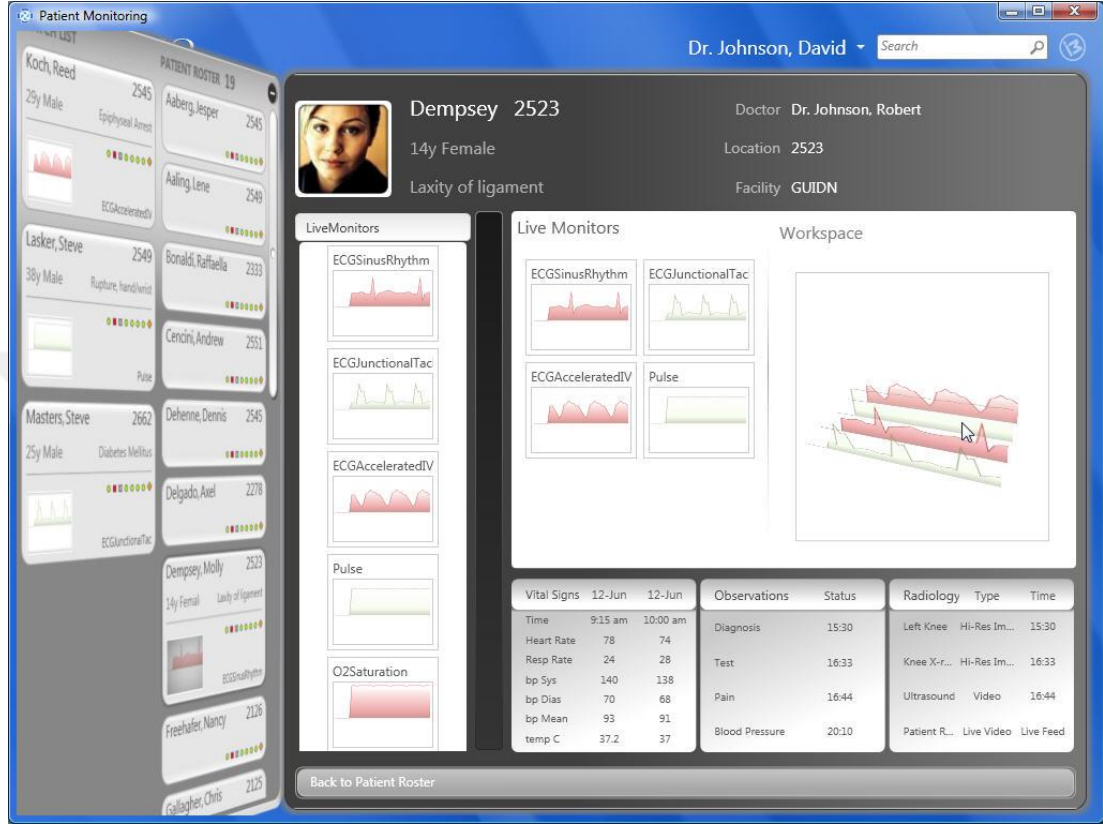
Professional Developer Conference etkinliğinde. NET Framework 3.0 ailesi ile birlikte lanse edilmiş ve ilk duyurulduğunda Avalon kod ismi ile anılmıştır. [46]

WPF teknolojisine bakıldığında ilk olarak tasarım ve kod alanlarının birbirinden ayrıldığı göze çarpmaktadır. Bu yenilik sayesinde hem tasarımcı hem de geliştirici kendi alanlarında daha verimli olabileceklerdir. WPF, teknolojinin karmaşık ama umut verici bir parçasıdır. [47]

WPF'in kazandırdıkları aşağıdaki gibidir: [48]

- Tasarım ve kodlama alanlarının birbirinden bağımsız olması ile beraber tasarım kodlaması için XAML (Extensible Application Markup Language) isimli işaretleme dili çıkmıştır.
- Windows Form'da alışık olduğumuz GDI+ (Graphics Device Interface Plus) kütüphanesi yerine Direct-X altyapısı kullanmaktadır.
- Silverlight isimli teknolojisi ile web ve mobil alanlar üzerinde tüm yeteneklerini göstermektedir.
- WPF piksel tabanlı değil vektörel tabanlı bir teknolojidir. Bu yüzden grafik uygulamalarında işlemci ve belleği kullanmak yerine ekran kartının işlemcisini ve belleğini kullanır. Grafik uygulamalarında performansın artması kaynak tüketimini en aza indirmektedir.
- 3D (3 Dimensional) kütüphanelerini içerisinde bulundurulur.
- WPF ve Silverlight ile birlikte tasarım kodlama kısmını daha verimli kullanabilmek için Expression ailesi geliştirildi.
- WPF Text Render Engine özelliğini de içerisinde barındırmaktadır.
- Form uygulamalarında 2D (2 Dimensional) işlemleri için GDI+, 3D işlemleri için Managed DirectX API (Application Programming Interface), görüntü desteği için Media Player API kütüphanelerine ihtiyaç vardır. Tüm bu işlemler WPF ile desteklenmiştir.
- Açık kaynak döküman formatı olarak bildiğiniz XPS (Extensible Markup Language Paper Specification) dosyalarını desteklemektedir. Kolay bir şekilde XPS okuyucular yapmak mümkündür.

WPF teknolojisi, bu eşsiz özellikleri ile daha yetenekli uygulamalar geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Şekil 1.26.’da bu teknoloji ile geliştirilmiş bir uygulama örneği görülmektedir.



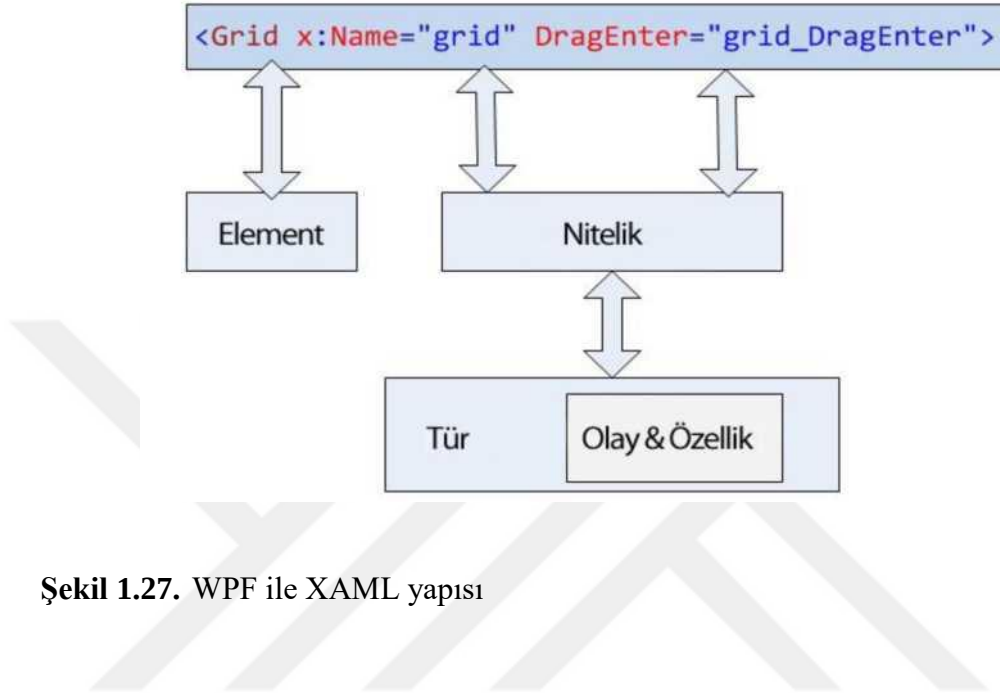
Şekil 1.26. WPF Uygulama Örneği

1.5.1. XAML Arayüz Oluşturma Dili

XAML, WPF uygulamalarının tasarım kısmının geliştirileceği statik ve dinamik kullanıcı arayüzleri oluşturulmasını sağlayan işaretleme dilidir. XML’in genişletilmiş hali gibi görülmekte ve uzantısı “.xaml”dır. Bu yüzden başlatılan her etiket sonlandırılmak zorundadır. Aslında Java’da bulunan MVC (Model View Controller) yapısına benzemektedir. [48]

XAML bir programlama dili olmamakla beraber uygulama mantığı ve olaylar da kod dosyalarında bulunmamaktadır. Her XAML elementi aslında .NET CLR sınıfını temsil

eden niteliklerin XML görünümleridir. Bu yüzden herhangi bir nesnenin özellikleri rahatlıkla değiştirilmektedir. Form uygulamalarından bilinen özellik kavramı ve olay ise Şekil 1.27.'de görüldüğü gibi XAML'de nitelik olarak adlandırılır. [49]



Şekil 1.27. WPF ile XAML yapısı

XAML'de ağaç yapısı ile niteliklerin yanı sıra, kontrolün içerisinde de kullanılmasına imkan sağlamaktadır. XAML açıkladıktan sonra Şekil 1.28.'deki gibi bir XAML dosyasını görülmektedir.

Ayrıca görsel tasarımın kod dosyası “.xaml” uzantılı, yine bu tasarım kodlarına ait programlama dili kod dosyası ise “.xaml.cs” uzantılı olmalıdır.

```

<Page x:Class="WpfBrowserApplication1.Page1"
      xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
      xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
      xmlns:mc="http://schemas.openxmlformats.org/markup-compatibility/2006"
      xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/expression/blend/2008"
      mc:Ignorable="d"
      d:DesignHeight="300" d:DesignWidth="300"
      Title="Page1">
    <Grid>
    </Grid>
</Page>

```

Şekil 1.28. XAML Örnek Kodları

xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"

xmlns:x=<http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml>

Yukarıdaki bu iki yapı WPF'e ait isim uzaylarıdır. Bunlar XAML içerisinde yerleştirilecek elementlerin isimlerinin benzersiz olmasını sağlamaktadır. Yani XAML'i yorumlayan yapılar bu isim uzaylarını kullanmaktadır. İsim uzayları URI (Uniform Resource Identifier) olarak tanımlanırlar. [49]

XAML işaretleme dilinin genel dizilişine bakıldığında XML kurallarında ilerlediği görülmektedir. XAML'de ilk tanımlanan eleman, ana eleman olarak adlandırılır. Windows ve Page birer ana elemandır. [50]

Ana elemanlarının kapsadığı panel elemanları kullanıcı arayüzleri için StackPanel, DockPanel, Grid ve Canvas gibi düzenler sunar. Kontrol elemanları XAML elementlerinin farklı tiplerini tanımlayıp, düzenlenmesini sağlar. Geometrik elemanlar ise uygulama arayüzü üzerinde grafik ve şekiller çizilmesini sağlar. [46]

1.5.2. Visual C# Programlama Dili

Microsoft Visual C#, öncelikle Microsoft .NET Framework kullanarak uygulama geliştiren yazılımcıları hedefleyen güçlü fakat basit bir dildir. C++ ve Microsoft Visual Basic'in en iyi özelliklerinin birçoğunu almıştır, ancak tutarsızlıklar ve zaman hataları

kaldırılmış, sonuçta ortaya daha temiz ve mantıklı bir dil çıkmıştır. 2005 yılında C# 2.0'ın ortaya çıkmasıyla dile, yineleyiciler ve adsız yöntemleri içeren birkaç yeni özellik eklenmiştir. Microsoft Visual Studio 2008'in bir parçası olan C# 3.0 ise uzantı yöntemleri, lambda deyimleri ve hepsinden önemlisi, Language Integrated Query özelliği ya da LINQ gibi daha fazla özellik ekler. Visual Studio 2008 tarafından sağlanan geliştirme ortamı, bu güçlü özelliklerin kullanımını kolaylaştırır ve Visual Studio 2008'in içerdiği birçok yeni sihirbaz ve iyileştirmeler, yazılım geliştirici olarak üretkenliğinizi önemli ölçüde artırır.

C# programlama dilinin diğer programlama dillerinden ayıran bazı özellikler vardır. Bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir. [51]

- Öğrenilmesi kolaydır.
- Yüksek verim. Program yazarken oluşan hataların önüne geçilmiştir.
- Nesne yönelimli programlamayı destekler. Bu sayede büyük ölçekli projeler hızlı bir şekilde geliştirilebilir.
- Güç ve kolaylık arasında denge. Hızlı ve güçlü programlar geliştirmek için uygundur.
- XML desteği.
- Yönetilmeyen kod. C# ile yazılım geliştirirken gerekli olmasa da işaretçiler kullanılır. Bu tür program kodlarına yönetilmeyen kodlar denir.
- Modern bir dil. İnternet çağının gerektirdiği tüm özellikleri desteklemesinin yanında hızlı yazılım geliştirmeye olanak tanır.

C# programlama dili bilgisayar dünyasında her platformda çalışacak yazılımlar geliştirilmek için kullanılabilir. C# ile yapılabilecek bazı işler şunlardır. [52]

- C#, Windows uygulaması gerçekleştirme, Asp.Net uygulaması geliştirme.
- Windows için gelişmiş, güçlü, hızlı ve güvenli program yazma.
- Web form uygulamaları geliştirme.
- Web üzerinden servis veren program parçacıkları yazma.
- Mobil uygulamalar geliştirme.

- .Net desteği olan diller için güçlü, hızlı ve esnek DLL (Dynamic Link Library) bileşenleri yazma.
- WPF uygulamaları geliştirme.
- Dokunmatik donanım kontrolü için kolay kütüphane barındırma ve yazma.



2. MATERYAL METOT

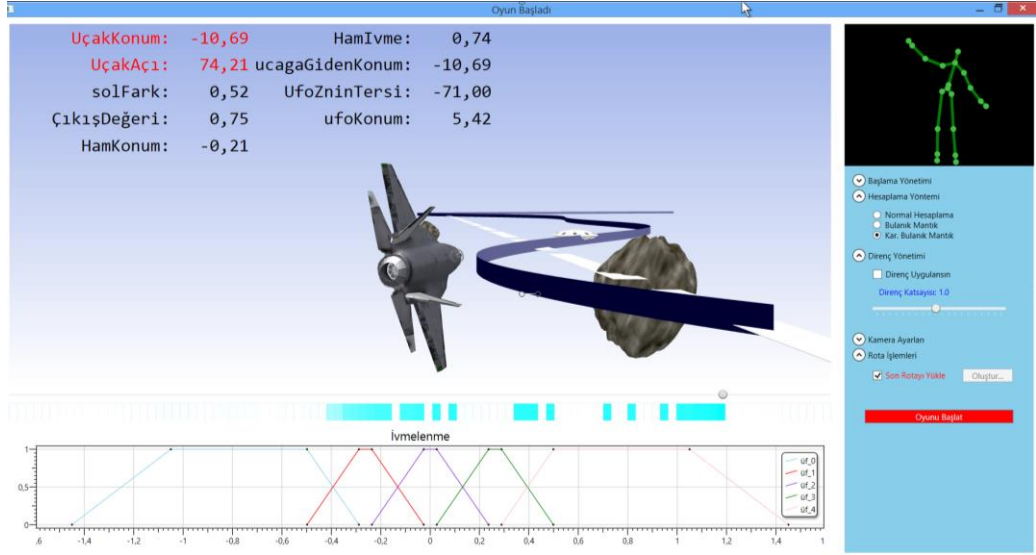
Geliştirilen uygulamada Şekil 2.1. de gösterildiği gibi Kinect sensörden elde edilen verilerin yapay zekâ teknikleri ile işlenerek kullanıcı kontrolünün iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla örnek bir üç boyutlu oyun tasarlanmıştır.



Şekil 2.1. Geliştirilen Uygulamanın Kullanımı

Oyun içerisindeki uçak modeli geçtiği yerlere feromon maddesi bırakmaktadır. Feromon maddesi bulanık kontrol üyelik fonksiyonlarının dinamikleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu sayede uçak modelinin zor durumlarda kullanıcısının hareketlerine daha iyi tepkiler verebilirliği araştırılmıştır.

Uygulamanın genel görünümü Şekil 2.2.' de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.2. Uygulamanın genel görünümü

Uygulama için geliştirilen arayüzde;

- Genel bir yönetim ekranı,
- “ucİskelet” isimli Kinect kullanıcı kontrolü,
- Dinamikleştirilen üyelik fonksiyonlarının eşzamanlı olarak takip edilebildiği grafik ve
- Uçak modeli ile Rastgele olarak çizilmiş rotanın da 3D (üç boyutlu) olarak modellendiği bir oyun alanı bulunmaktadır.

Oyunun başlayabilmesi için rota oluşturma işlemlerinden sonra (ya da önceki rota yüklendikten sonra) kullanıcının Kinect sensor karşısına geçerek sağ elini mümkün olduğunca öne doğru uzatması gerekmektedir. Kinect kullanıcı kontrolü kullanıcının el ve omuz eklem noktalarının derinlik bilgilerini karşılaştırarak aradaki farkın önceden belirlenmiş bir değerden yüksek olması durumunda oyunu başlatacaktır. Sonraki aşamada kullanıcı rastgele olarak belirlenmiş olan rota üzerinde kaçmakta olan “ufo” modelini takip etmeye başlamaktadır. Yönetim ekranından hesaplama yöntemleri değiştirilerek geliştirilmiş olan denetim mekanizmaları test edilebilmektedir. Test işleminin aynı rota üzerinde yapılabilmesi için de bir sonraki oyun başlangıcı korunmuş olan önceki rota üzerinde de yapılabilir.

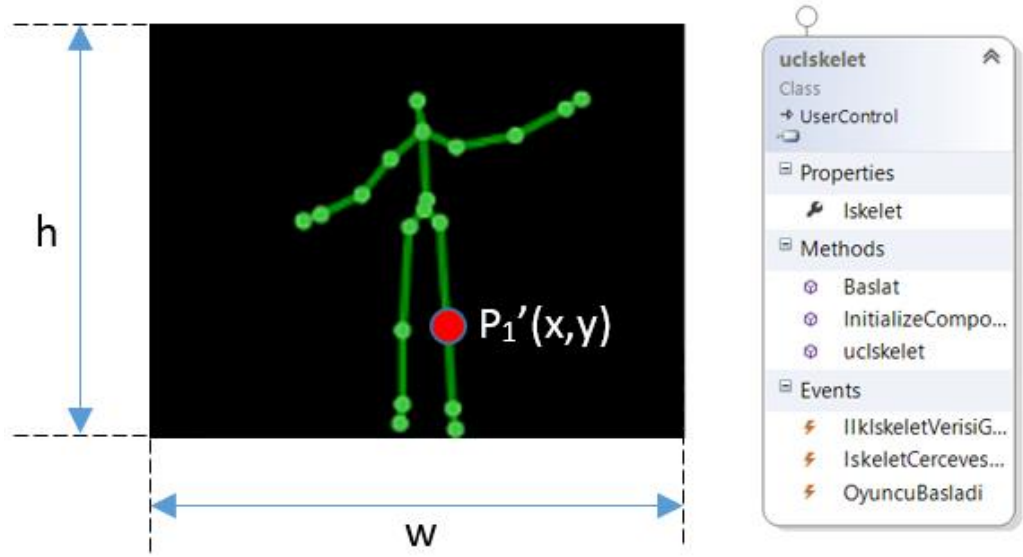
Arayüzün geliştirilmesinde;

- Dahili olarak kullanageldiği GPU (Graphic Prosessing Unit),
- Tasarım ve kodlamanın birbirinden ayrılarak daha hızlı ve temiz bir kodlama imkânı sunmasından ve
- 3D modellerin oluşturulması ve dönüşüm işlemlerinin çok kolay uygulanabilmesinden dolayı

yeni nesil sunum katmanlarından olan WPF (Windows Presentation Foundation) teknolojisi ile pratik kullanımından (iskelet bilgisine çok rahat bir şekilde ulaşılabilmesinden) dolayı Microsoft Kinect SDK kütüphanesi tercih edilmiştir.

2.1. Kinect Kullanıcı Kontrolü

Geliştirilen uygulama içerisinde Kinect sensör kullanımını kolaylaştırmak ve pratikleştirmek amacıyla bir takım özellik, metot ve olayları destekleyen bir kullanıcı kontrolü (user control) oluşturulmuştur. Bu kullanıcı kontrolü herhangi bir uygulamaya kolaylıkla eklenebilecek nitelikte bir modül olarak geliştirilmiştir.



Şekil 2.3. Geliştirilen Kinect Kullanıcı Kontrolü

Kinect sensörden gelen eklem noktası bilgileri yatay (x) ve dikey (y) boyutları için algılayabildiği sınırlar dahilinde $[-1, +1]$ aralığında alınabilmektedir. Bu da örnek olarak yatay konum düşünüldüğünde algılanan eklem noktasının algılama sınırlarının en sağında bulunması durumunda (+1) en solunda bulunması durumunda ise (-1) olacağı anlamına gelmektedir. Geliştirilen kullanıcı kontrolünün değişken olarak tasarlanmış yükseklik ve genişlik değerlerinin sırasıyla (h, w) olduğu ve Kinect sensörden gelen herhangi bir eklem noktasının $P_1(x,y)$ olduğu varsayıldığında yukarıdaki şekilde gösterilen ve P_1 noktasının karşılığı olan yeni $P_1'(x,y)$ noktası 2.1. eşitliği ile elde edilmektedir:

$$P_1'(x,y) = (P_{1x}.w, P_{1y}.h) \quad (2.1)$$

2.2. Denetim Mekanizmaları

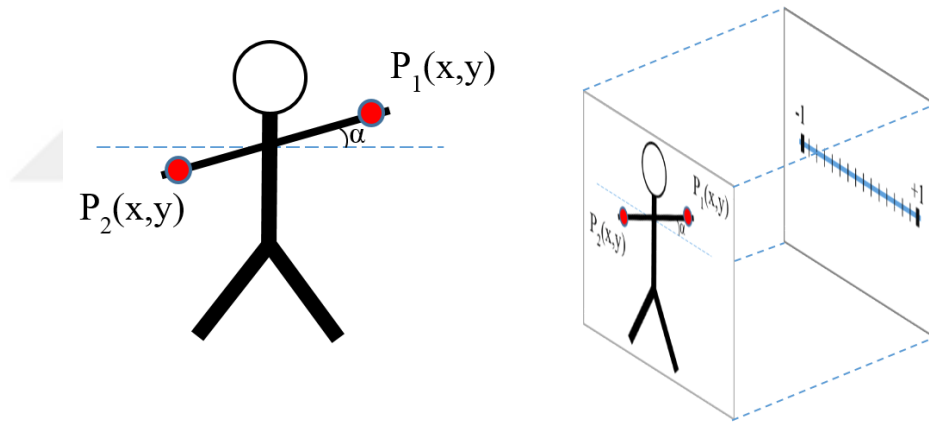
Girdi olarak alınmış olan kullanıcının bedensel hareketlerini uçak modeline aktarmada kullanılan denetim mekanizmaları;

- Normal Yöntem adı verilen Matematiksel Modelin uygulanması ile

- Yapay zekâ tekniklerinden olan ve denetim mekanizmalarında sıklıkla kullanılan Bulanık Kontrol ve
- Tasarlanmış olan bulanık denetim mekanizmasının, uçak modelinin hareketi sırasında bıraktığı Karınca Algoritmasındaki feromon benzeri yapılar sayesinde üyelik fonksiyonlarının uçağın hareketine göre dinamikleştirilmesi ile kullanıcı kontrolünün sezgisel olarak iyileştirilebilmesini amaçlayan üç farklı modelden oluşmaktadır.

2.2.1. Matematiksel Model

Bu yöntemde kullanıcının sol ve sağ el eklem noktalarından geçen hayali bir çizginin yatayla yaptığı açı uçak modelini hareket ettirmek için kullanılmaktadır.



Şekil 2.4. Normal Yöntemle Uçak Modelini Hareket Ettirmek

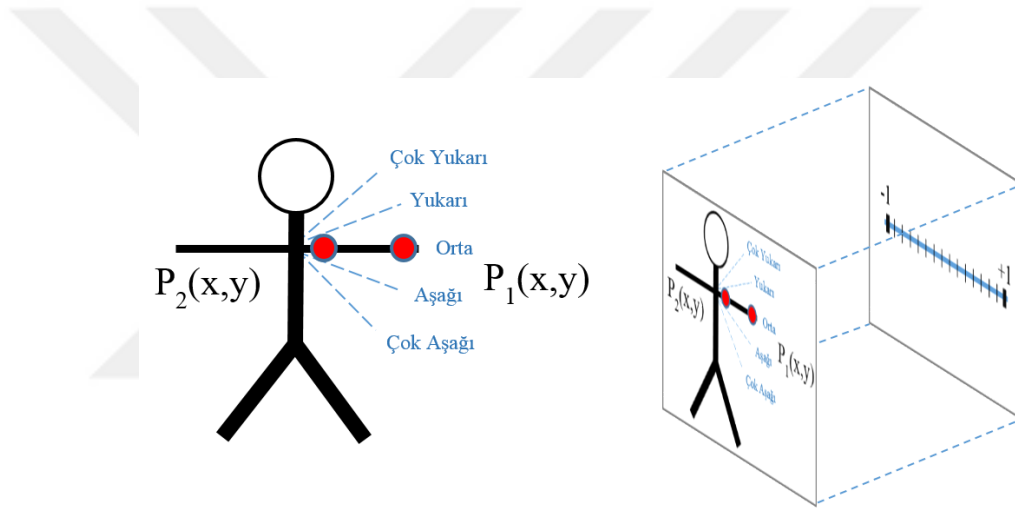
Kullanıcının sol elinin P_1 ve sağ elinin de P_2 noktalarında olduğu varsayılırsa uçak modelini hareket ettirmek için gerekli olan eğim 2.1 eşitliği ile bulunmaktadır.

$$\alpha = -1 \frac{P_2y - P_1y}{P_2x - P_1x} \quad (2.1)$$

Elde edilen $[-1, +1]$ aralığındaki sayı değeri ise uçak modelini hareket ettirmekte kullanılmaktadır.

2.2.2. Bulanık Kontrol Yöntemi

Bu yöntemde kullanıcının bedensel hareketlerinden elde edilen keskin değerler önceden sınırları belirlenmiş olan bulanık kümelerce bulanıklaştırılarak uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanmış kural tablosu ve çıkarım metodu yardımıyla durulaştırmak suretiyle tekrar keskin bir çıkış değeri elde edilir. Elde edilen bu çıkış değeri ise uçak modelini hareket ettirmekte kullanılmaktadır.



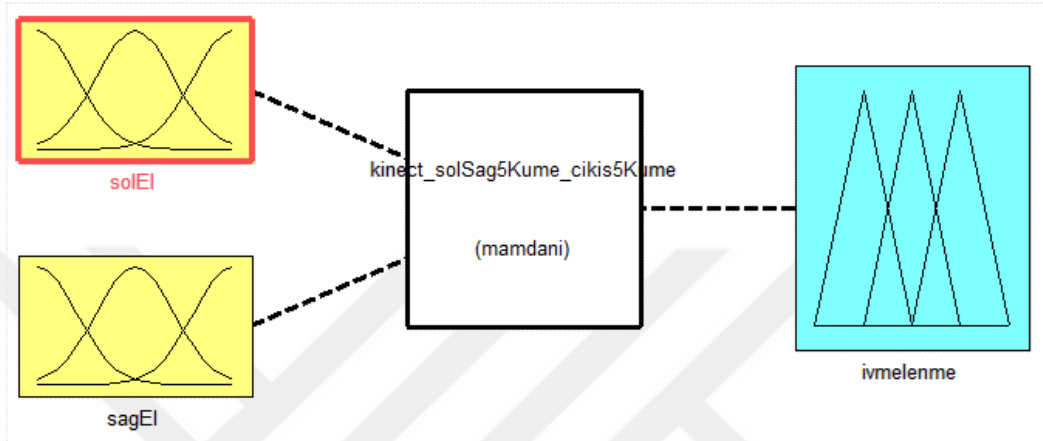
Şekil 2.5. Bulanık Kontrol Yöntemiyle Uçak Modelinin Hareket Ettirilmesi

P1 noktasının kullanıcının sol el eklem noktasını ve P2 noktasının da kullanıcının sol omuz eklem noktasını gösterdiği varsayılırsa kullanıcının sol kolu için kullanılacak olan keskin giriş değeri Eşitlik 2.2’de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$solKeskinGiris = P_2y - P_1y \quad (2.2)$$

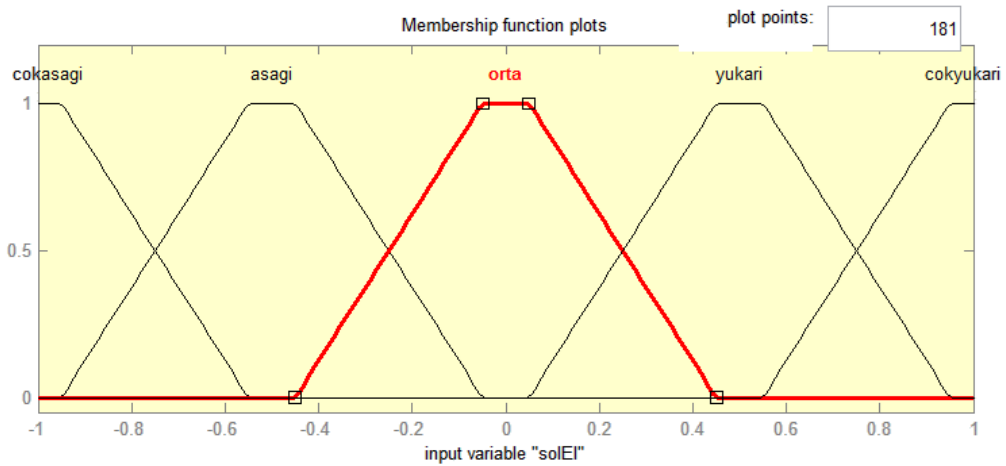
2.2.2.1. Bulanık Kümeler

Kullanıcının bedensel hareketlerini yorumlayabilmek amacıyla sağ ve sol el olmak üzere beş adet bulanık kümeye sahip olan iki giriş (solEl, sagEl) ve yine beş adet bulanık kümeye sahip olan bir çıkış değeri (ivmelenme) belirlenmiştir.



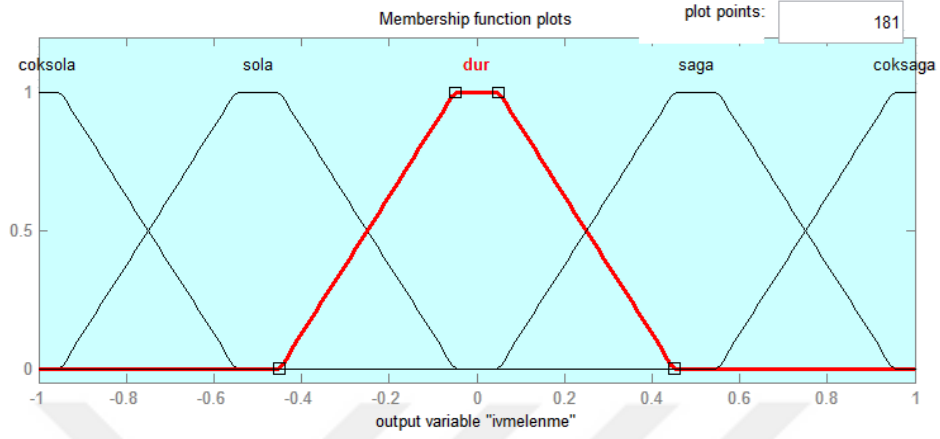
Şekil 2.6. Bulanık Kontrol Yöntemi İçin Belirlenmiş Olan Giriş ve Çıkış Değerleri

Sağ ve sol el için oluşturulmuş olan bulanık kümeler (cokasagi, asagi, orta, yukari, cokyukari) ve sınır değerleri Şekil 2.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Sağ ve sol el için sınır değerleri

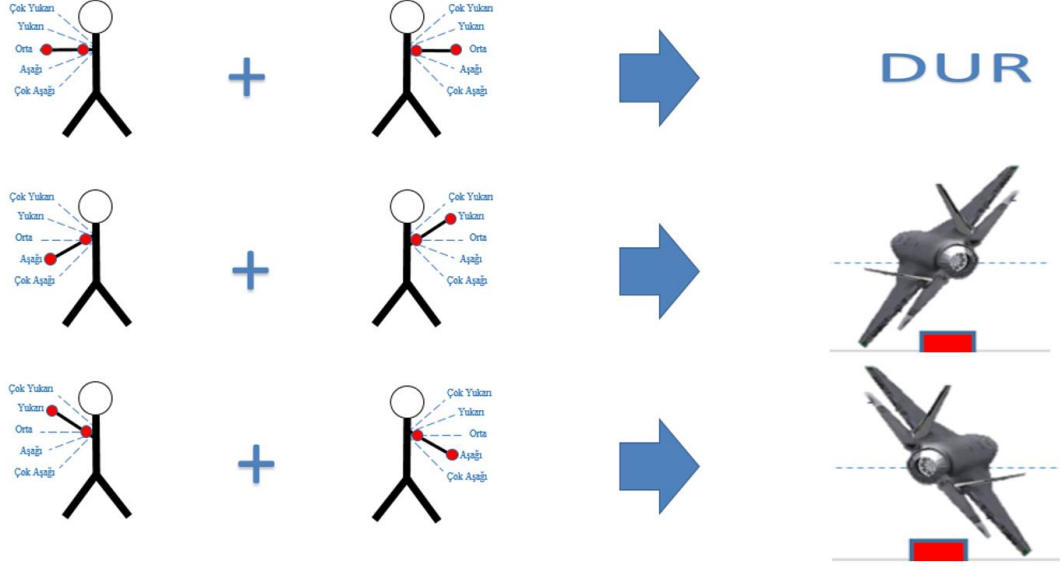
Çıkış değeri için ise oluşturulan bulanık kümeler (coksola, sola, dur, saga, coksaga) ve sınır değerleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Çıkış için sınır değerleri

2.2.2.2. Kural Tablosu

Şekil 2.9.'da tanımlanan bulanık kümelerden kural tablosunun oluşumuna ilişkin birkaç örnek verilmektedir.



Şekil 2.9. Kural tablosunun oluşumuna ilişkin örnekler

2.2.2.3. Tanımlanan Tüm Kurallar

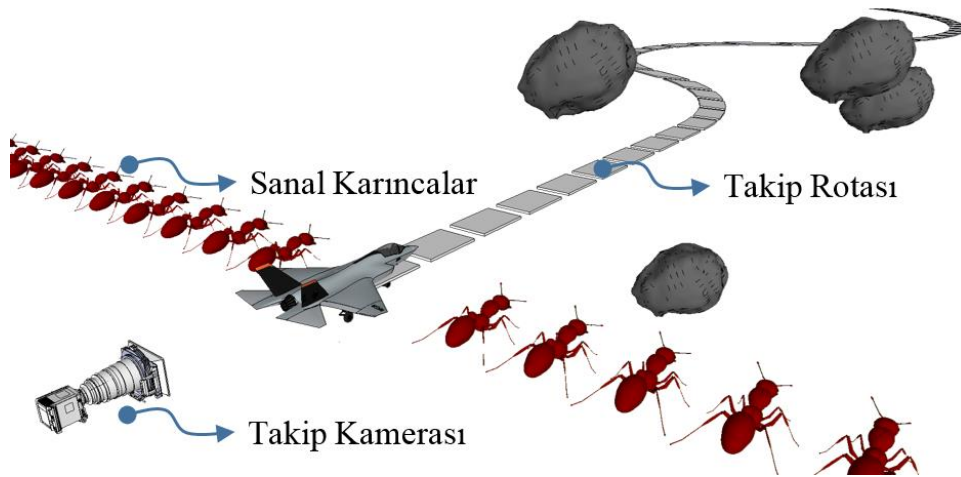
Sol el için oluşturulan 5 bulanık küme ve sağ el için oluşturulan 5 bulanık kümeden oluşturulan tüm bulanık kurallar aşağıda listelenmiştir:

IF (SolEl IS cokasagi) AND (SagEl IS cokasagi) THEN Yon IS dur
 IF (SolEl IS cokasagi) AND (SagEl IS asagi) THEN Yon IS sola
 IF (SolEl IS cokasagi) AND (SagEl IS orta) THEN Yon IS coksola
 IF (SolEl IS cokasagi) AND (SagEl IS yukari) THEN Yon IS coksola
 IF (SolEl IS cokasagi) AND (SagEl IS cokyukari) THEN Yon IS coksola
 IF (SolEl IS asagi) AND (SagEl IS cokasagi) THEN Yon IS saga
 IF (SolEl IS asagi) AND (SagEl IS asagi) THEN Yon IS dur
 IF (SolEl IS asagi) AND (SagEl IS orta) THEN Yon IS sola
 IF (SolEl IS asagi) AND (SagEl IS yukari) THEN Yon IS coksola
 IF (SolEl IS asagi) AND (SagEl IS cokyukari) THEN Yon IS coksola
 IF (SolEl IS orta) AND (SagEl IS cokasagi) THEN Yon IS coksaga
 IF (SolEl IS orta) AND (SagEl IS asagi) THEN Yon IS saga
 IF (SolEl IS orta) AND (SagEl IS orta) THEN Yon IS dur

IF (SolEl IS orta) AND (SagEl IS yukari) THEN Yon IS sola
 IF (SolEl IS orta) AND (SagEl IS cokyukari) THEN Yon IS coksola
 IF (SolEl IS yukari) AND (SagEl IS cokasagi) THEN Yon IS coksaga
 IF (SolEl IS yukari) AND (SagEl IS asagi) THEN Yon IS coksaga
 IF (SolEl IS yukari) AND (SagEl IS orta) THEN Yon IS saga
 IF (SolEl IS yukari) AND (SagEl IS yukari) THEN Yon IS dur
 IF (SolEl IS yukari) AND (SagEl IS cokyukari) THEN Yon IS sola
 IF (SolEl IS cokyukari) AND (SagEl IS cokasagi) THEN Yon IS coksaga
 IF (SolEl IS cokyukari) AND (SagEl IS asagi) THEN Yon IS coksaga
 IF (SolEl IS cokyukari) AND (SagEl IS orta) THEN Yon IS coksaga
 IF (SolEl IS cokyukari) AND (SagEl IS yukari) THEN Yon IS saga
 IF (SolEl IS cokyukari) AND (SagEl IS cokyukari) THEN Yon IS dur

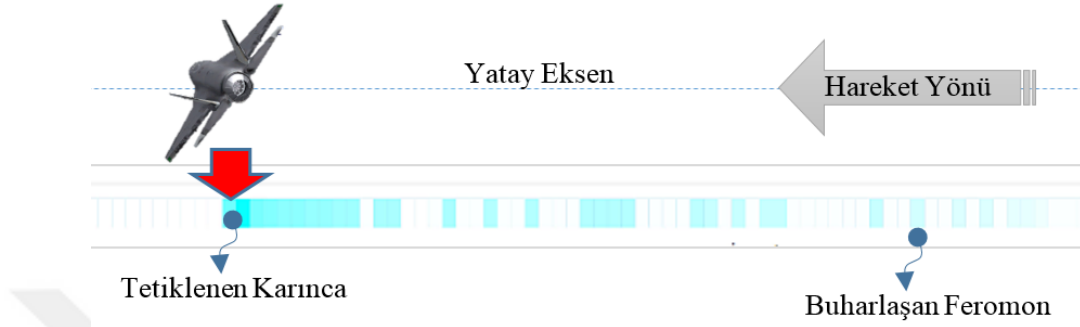
2.2.3. Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol

Bu yöntemde uçak modelinin hedefi takibi sırasında içerisinde bulunduğu hareket uzayının yatay boyutuna sanal karıncaların yerleştirildiği varsayılmaktadır.



Şekil 2.10. Sanal karıncalar

Bu sanal karıncalar uçak modelinin üzerlerinden geçmesiyle birlikte tetiklenerek bulundukları yere, zamanla buharlaşabilen bir feromon maddesi bırakmaktadırlar. Aşağıdaki şekilde sanal karıncaların tetiklenmesi ve bıraktıkları feromon maddesinin zamanla buharlaşması gösterilmektedir.



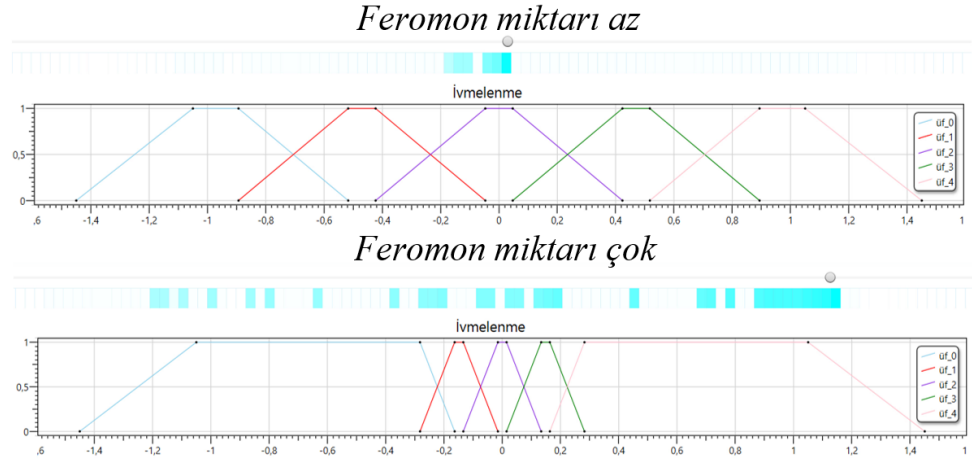
Şekil 2.11. Tetiklenen Karınca ve önceden bırakılan feromonların buharlaşması

Uçağın içinde hareket ettiği uzayda ki yatay konumundan alınmış ve uçakla birlikte hareket etmekte olan sınırlı alanın U , uçağın bu sınırlı alan içerisinde ki o andaki konumunun ise U_x olduğu varsayılırsa N adet karıncadan tetiklenecek olan karıncanın ($K[i]$) tespitinde ise 2.3 eşitliği kullanılmaktadır.

$K[N]$ karıncalar dizisini göstermek üzere

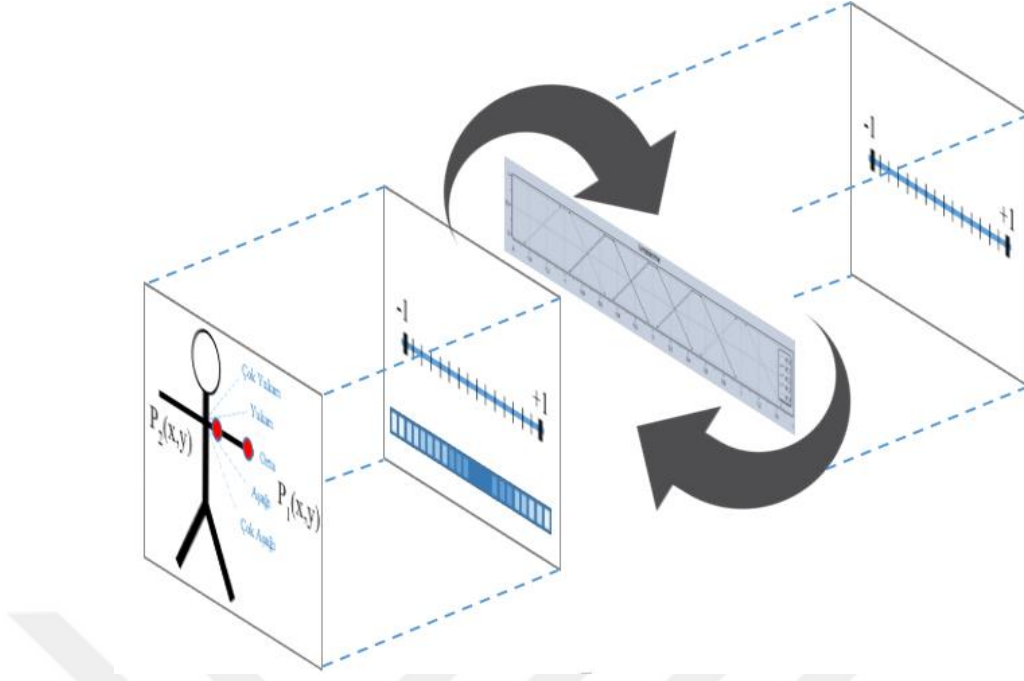
$$K[i] = \text{Yuvarla} \left(\frac{U_x}{U} N \right) \quad (2.3)$$

Tetiklenen karıncaların bıraktıkları feromon maddesi sayesinde ise çıkış değerini etkileyecek olan bulanık kümelerin sınır değerleri değiştirilmektedir. Aşağıdaki şekilde değişen feromon miktarlarına göre üyelik fonksiyonlarının dinamik olarak değişimleri gösterilmektedir.



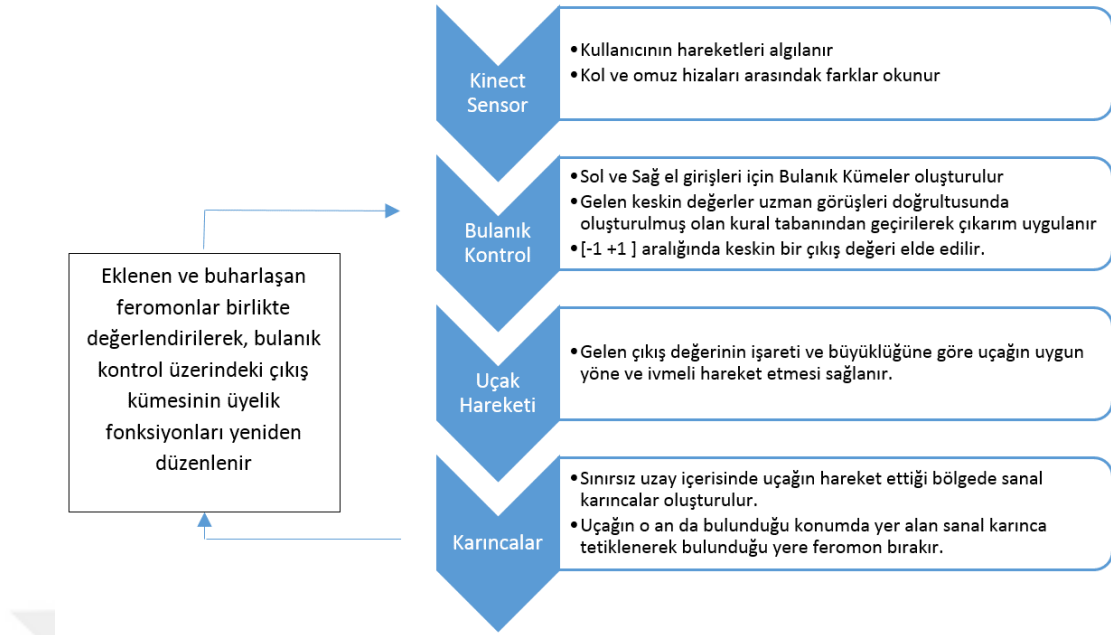
Şekil 2.12. Değişen feromon miktarlarına göre üyelik fonksiyonlarının dinamikleştirilmesi

Sonuçta uçak modelinin hareketine göre tetiklenen karıncalar ve bıraktıkları toplam feromon miktarı ile bu bırakılan toplam feromonun yayıldığı alan göz önünde bulundurulduğunda kullanıcının o anda sakin ya da daha kıvrak manevralar yapmaya çalıştığı sezgisel olarak tespit edilmeye çalışılmaktadır.



Şekil 2.13. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol mekanizması

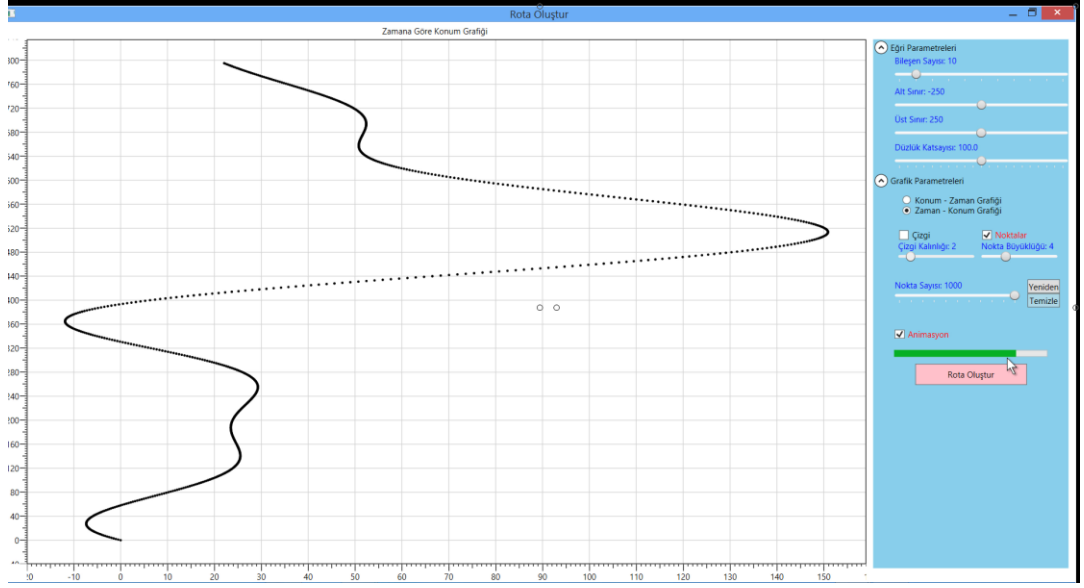
Dinamik üyelik fonksiyonuna sahip bulanık kontrol mekanizmasının çalışmasını gösteren akış diyagramı **Şekil 2.14.**'te gösterildiği gibidir.



Şekil 2.14. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol mekanizması akış diyagramı

2.3. Takip Rotası Oluşturma Modülü

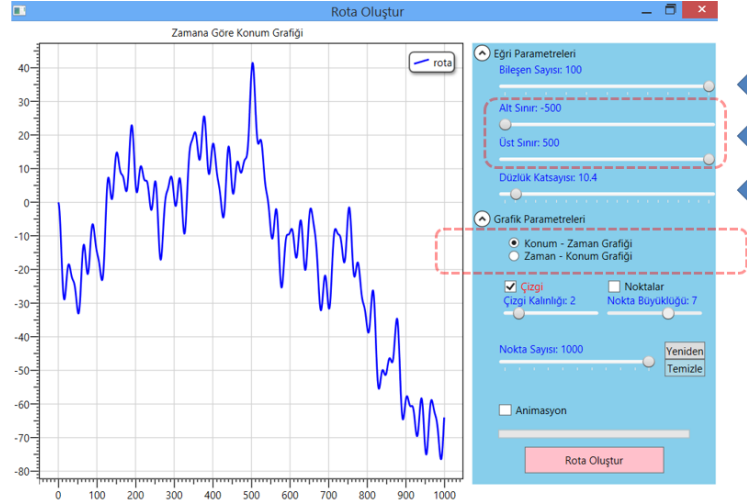
Kullanıcının bedensel hareketlerini uçak modeline aktarmada kullanılan denetim mekanizmalarını test edebilmek amacıyla Şekil 2.15.’te ki gibi bir takip rotası oluşturma modülü geliştirilmiştir.



Şekil 2.15. Örnek bir takip rotası

Bu modül sayesinde parametreler yardımıyla özellikleri değiştirilebilen rastgele bir rota (eğri) çizilebilmektedir. Temelde bir sinüs fonksiyonu olan takip rotasının çizimini etkileyecek olan parametreler aşağıdaki gibidir.

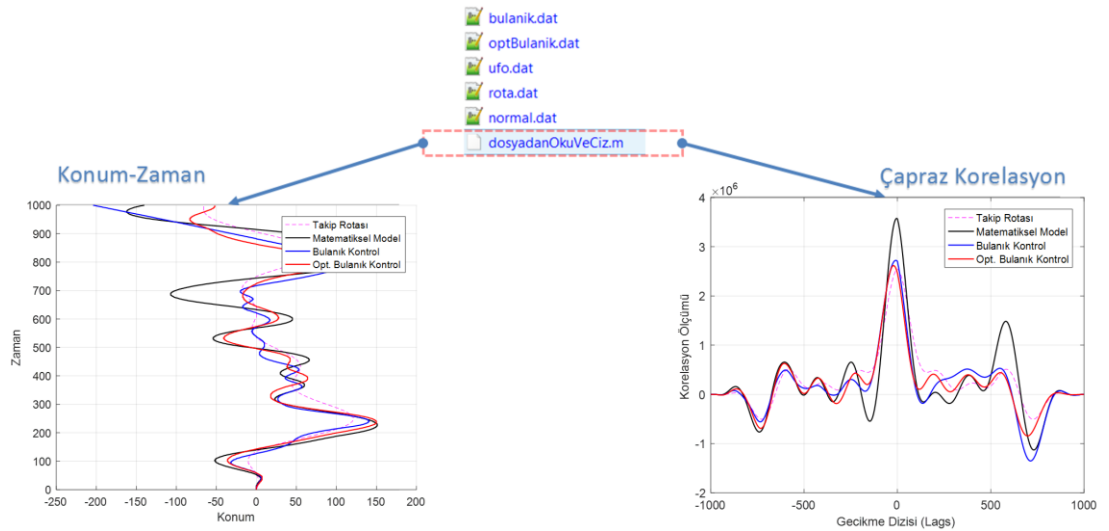
- Bileşen Sayısı: Hesaplanacak olan eğrinin ne sıklıkla iniş-çıkış yapacağını belirler.
- Alt ve Üst Sınırlar: Çizdirilen eğrinin alabileceği en yüksek ve en düşük değerlerini belirler.
- Düzlük Katsayısı: Eğrinin iniş-çıkışları sırasında gerçekleştirdiği dönüşlerin keskinlik derecesini belirler.



Şekil 2.16. Uçta bir olarak parametre değerlerinin zorlanması ile elde edilen örnek bir rota

2.4. Değerlendirme İşlemleri

Geliştirilen denetim mekanizmalarını etkinlikleri açısından değerlendirebilmek amacıyla Şekil 2.17.'da ifade edilmeye çalışıldığı gibi bir işleyiş kurgulanmıştır.



Şekil 2.17. Değerlendirme İşlemleri

Bu işleyişe göre denetim mekanizmaları uygulanırken uçak modelinin ve diğer bileşenlerin “zamana göre bulundukları konum bilgileri” Çizelge 2.1.’de belirtilen dosyalarda saklanmaktadır.

Çizelge 2.1. Bileşenlerin Konum-Zaman Bilgilerinin Saklandığı Dosyalar

Bileşen	Açıklama	Konum – Zaman Bilgilerinin Saklandığı Dosya
Normal Yöntem	Denetim Mekanizması	normal.dat
Bulanık Kontrol Yöntemi	Denetim Mekanizması	bulanik.dat
Dinamik Fonk. Bul. Kont. Yön.	Denetim Mekanizması	optBulanik.dat
Ufo	Uçağın takip etmeye çalıştığı nesne	ufo.dat
Rota	“Takip Rotası Oluşturma Modülü” tarafından oluşturulan rota bilgileri	rota.dat

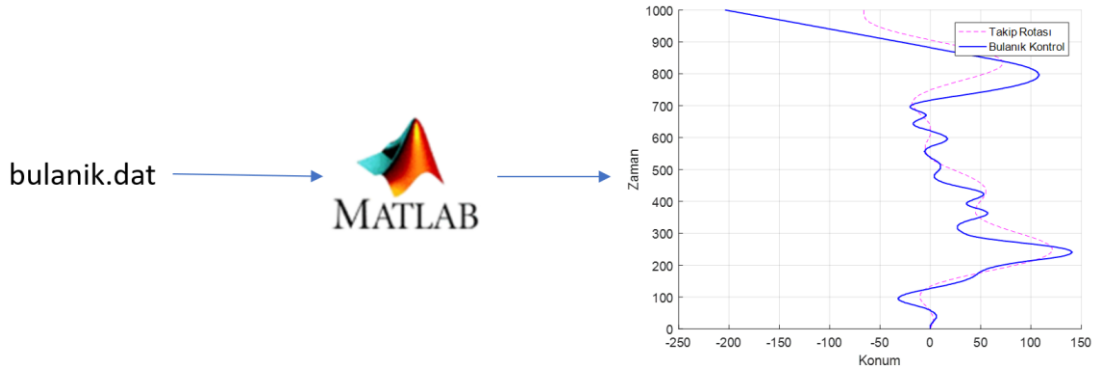
2.4.1. Değerlendirme Grafiklerinin Oluşturulması

Bileşenlerin, zamana göre bulundukları konumlarının grafiğini (Konum-Zaman) elde etmek için, zaman ve konum verileri ilgili metin dosyalarına Şekil 2.18.’de gösterildiği gibi kaydedilmektedir. Bu dosyalardaki ilk sütun mili saniye cinsinden zamanı ifade ederken ikinci sütun ise pixel cinsinden konumu ifade etmektedir.

28	1782	0.282758250466336
29	1844	0.226608680111811
30	1907	0.163116662481036
31	1985	0.0915590407340425
32	2032	0.0130504995404087
33	2094	-0.0721554035518654
34	2157	-0.163696340930608
35	2219	-0.261681830578058

Şekil 2.18. Bulanık Kontrol Yöntemi ile hareket eden uçağın zamana göre konum verileri

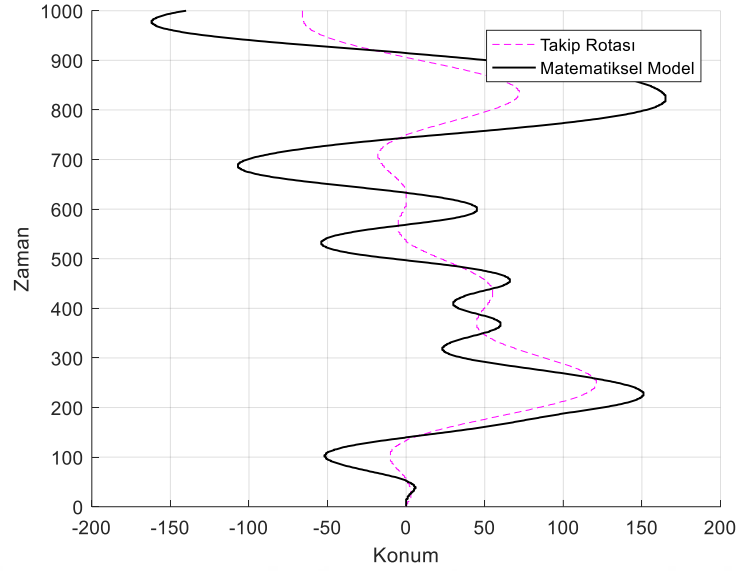
MatLab programı yardımıyla metin dosyalarında yer alan veriler Şekil 2.19.’deki gibi grafiğe dönüştürülür.



Şekil 2.19. “bulanik.dat” dosyasındaki verilerin grafiği

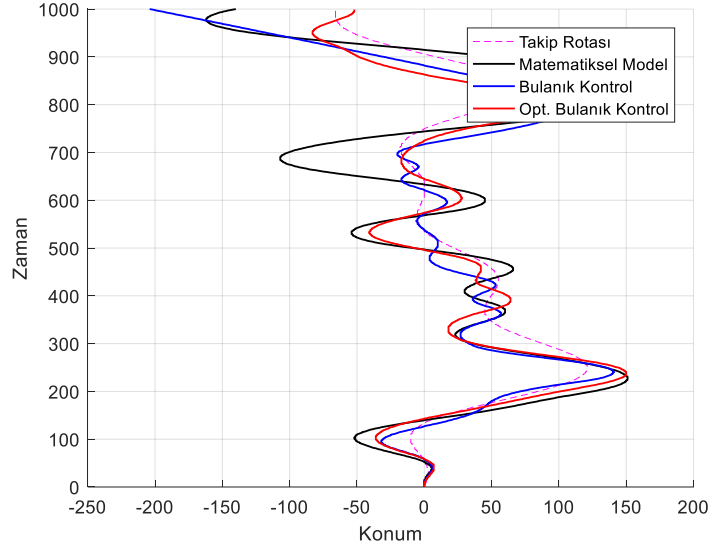
Takip rotası oluşturma modülü tarafından hedef modelinin üzerinde hareket edeceği rota belirlenmektedir. Şekil 2.20. takip edilecek olan hedef modelinin kaçarken izleyeceği ve rastgele üretilmiş olan güzergahı göstermektedir.





Şekil 2.21. Zamana göre değişen konum bilgilerinin uçak ve hedef modelleri için örnek grafiksel gösterimi

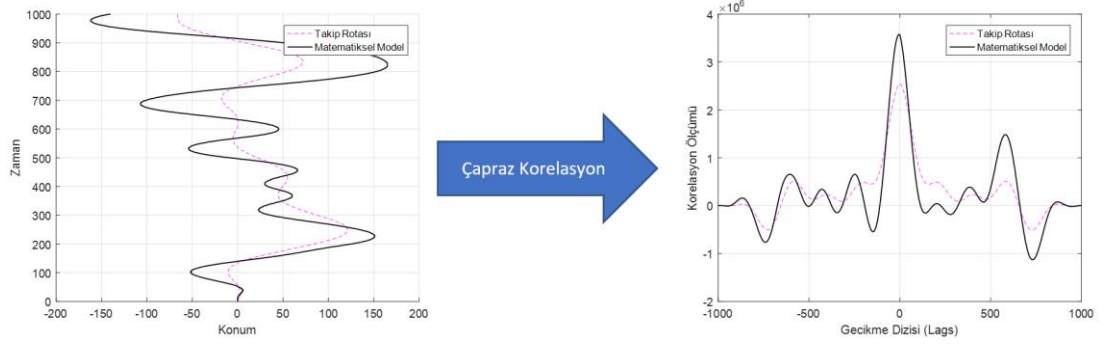
Karşılaştırma, her bir denetim mekanizması tarafından çizilen rota ile hedef modelin izlediği rota arasında olurken denetim mekanizmalarının etkinliğini kıyaslayabilmek için denetim mekanizmalarının çizmiş oldukları rotaları üst üste bindirmek şeklinde de yapılmaktadır. Şekil 2.21. denetim mekanizmalarından sadece matematiksel modelin çizmiş olduğu rotayı gösterirken, Şekil 2.22. tüm denetim mekanizmalarının çizmiş oldukları rotaları tek bir grafik üzerinde göstermektedir.



Şekil 2.22. Tm denetim mekanizmaları tarafından çizilen örnek rotalar

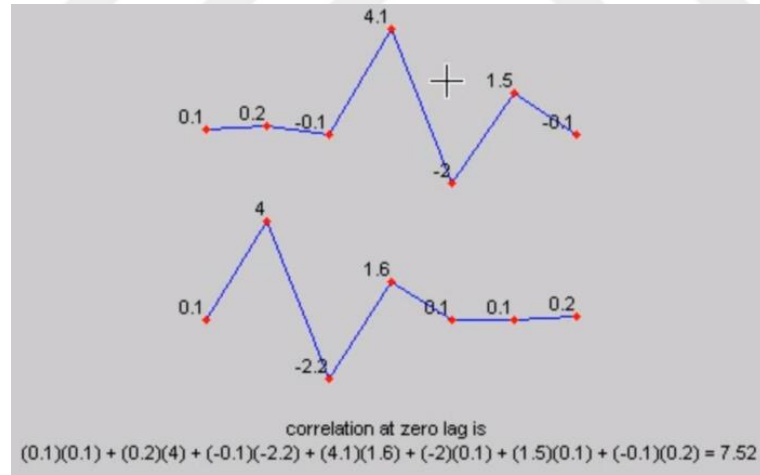
2.4.2. Çapraz Korelasyon ile Karşılaştırma

Rastgele olarak oluşturulmuş olan rota üzerinde giden “ufo” nesnesinin ve “ufo” nesnesini takip etmeye çalışan uçak nesnesinin geliştirilen denetim mekanizmalarına göre konum-zaman grafikleri çizildikten sonra bu grafiklerin ne derece örtüşüklerini tespit etmek amacıyla grafikler arasında “Çapraz Korelasyon” işlemi uygulanmaktadır. Şekil 2.23.’de verilen iki örnek sinyal ve bu sinyaller arasında oluşan gecikme dizisinin grafiğı görölmektedir.



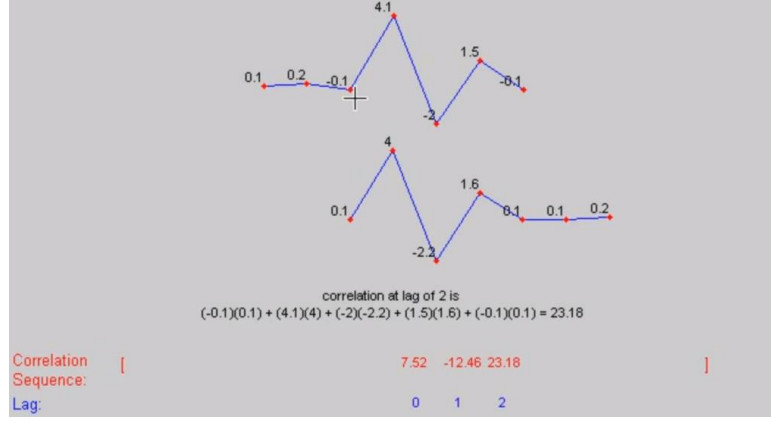
Şekil 2.23. Örnek iki sinyal arasında Çapraz Korelasyon uygulandıktan sonra oluşan gecikme dizisinin grafiği

Çapraz Korelasyon işleminde iki sinyalin birbirleri ile benzerliklerini araştırmak için sinyallerin aynı bölgedeki değerlerinin çarpımlarının toplanmasıyla elde edilen “lag (gecikme)” değerleri kullanılır. Şekil 2.24.’de iki sinyal arasında lag (gecikme) değerinin (sinyaller arasında kaydırma olmadan) hesaplanması gösterilmiştir.



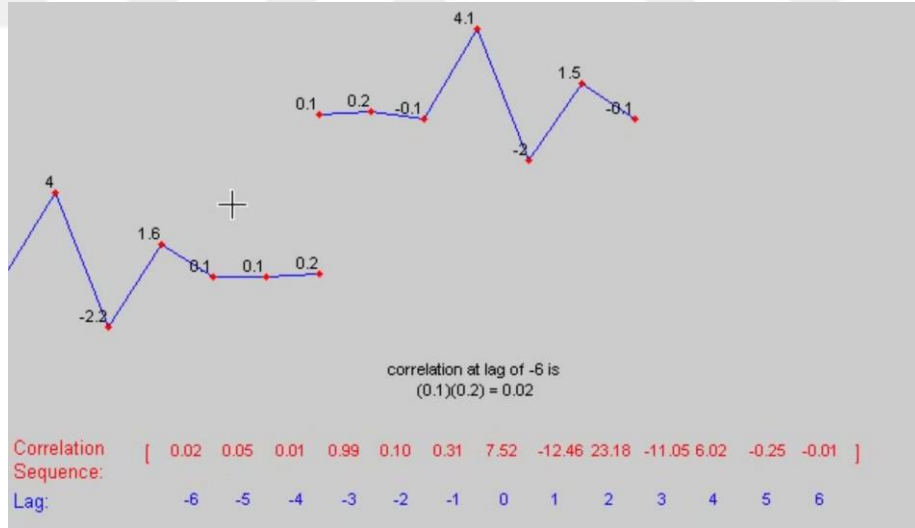
Şekil 2.24. Örnek iki sinyal arasında Lag[0] değerinin hesaplanması

Sinyallerden birisinin sağa ve sola kaydırılması ile farklı gecikme değerleri tekrar hesaplanır. Şekil 2.25.’ de verilen iki sinyalin örtüşme derecelerinin en yüksek olduğu ikinci lag değeri (Lag[2]) gösterilmiştir.



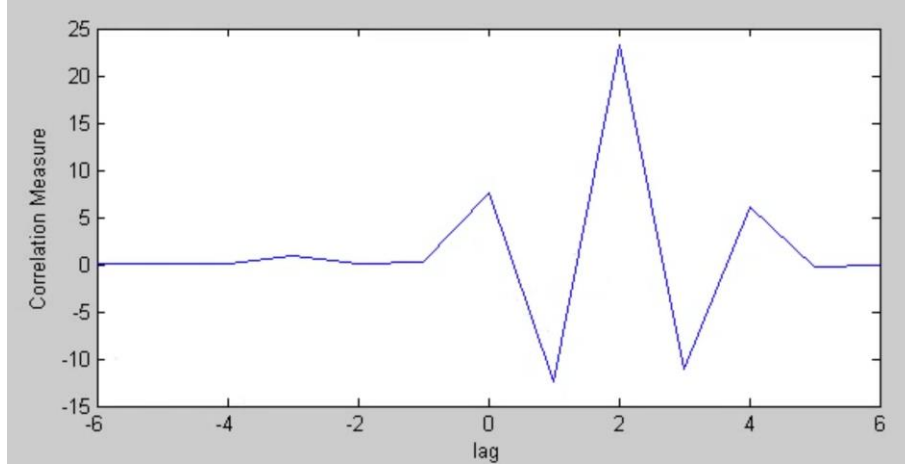
Şekil 2.25. Örnek iki sinyalin en çok benzeştiği ikinci lag değeri (Lag[2]) hesaplanması

Bu şekilde sağa ve sola kaydırılma derecelerine göre [...-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3...] şeklinde bir “Gecikme Dizisi” ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.26., verilen örnek sinyaller için hesaplanmış olan tüm lag değerlerini göstermektedir.



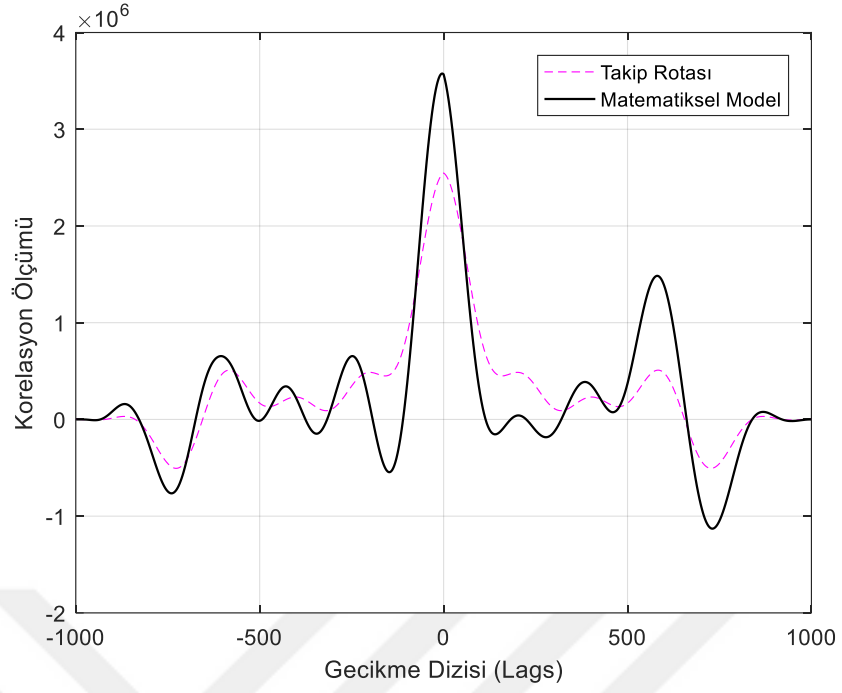
Şekil 2.26. Örnek iki sinyal için tüm lag değerlerinin hesaplanması

Herbir lag’e karşılık gelen değerlerin grafiğe dökülmesiyle de sinyallerin “Çapraz Korelasyon Grafiği” elde edilir.

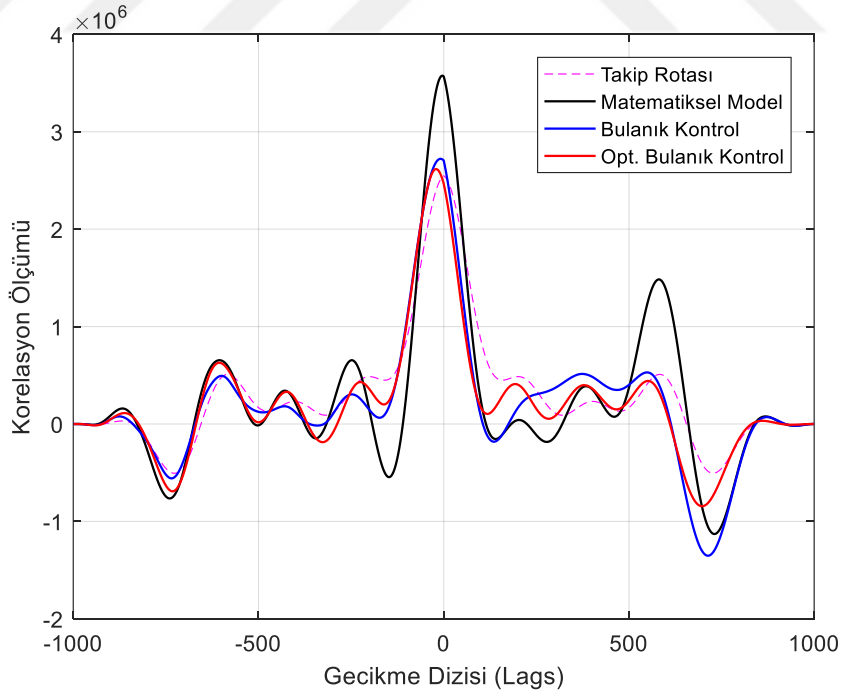


Şekil 2.27. Örnek iki sinyal üzerinden hesaplanan tüm lag değerleri için “Çapraz Korelasyon Grafiği”

Denetim mekanizmalarının oluşturmuş oldukları grafiklerin çizdirilmesine benzer şekilde denetim mekanizmalarının her biri için ayrı ayrı çapraz korelasyon grafikleri çizdirilir. Çizdirilen bu çapraz korelasyon grafiklerini daha etkin bir şekilde değerlendirebilmek için denetim mekanizmalarının çizmiş oldukları rotaların çapraz korelasyon grafikleri de üst üste bindirilmektedir.



Şekil 2.28. Matematiksel model için çizilmiş olan örnek çapraz korelasyon grafiği

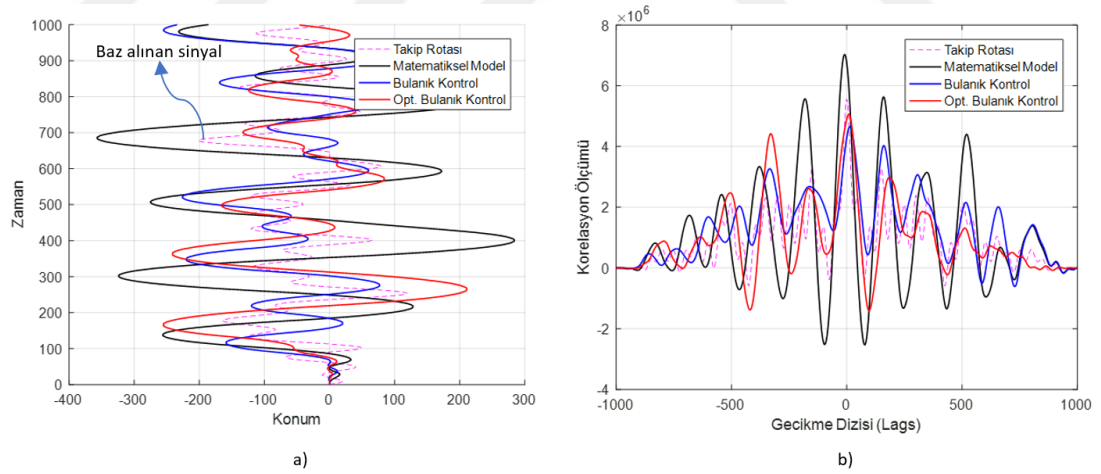


Şekil 2.29. Tüm denetim mekanizmaları tarafından çizilmiş olan rotaların örnek çapraz korelasyonları

Bu grafiklerden Şekil 2.28. sadece örnek olarak matematiksel model için olan çapraz korelasyonu gösterirken, Şekil 2.29. tüm denetim mekanizmaları için oluşturulan çapraz korelasyon ölçümlerini tek bir grafik üzerinde göstermektedir.

2.4.3. Çapraz Korelasyon Grafiğinin Yorumlanması

Genel bir yaklaşımla çapraz korelasyon grafiğinin tepe noktası iki sinyalin en çok benzeştiği lag değerini vermektedir. Şekil 2.27.'da ki grafik bu şekilde yorumlandığında ikinci sinyalin sağa doğru iki defa kaydırılması ile “en çok benzeşme oranına” ulaşılabildiği görülmektedir. Ancak daha karmaşık sinyaller söz konusu olduğunda ya da bu uygulamada da karşımıza çıkmakta olan birden fazla sinyalin benzerlik durumlarının sorgulanması gerektiği gibi durumlarda çapraz korelasyon grafiğini yorumlama işlemi daha da zorlaşmaktadır. Şekil 2.30.'da birden fazla karmaşık sinyal ve bu sinyallerden bir tanesi ile diğer sinyaller arasında oluşan çapraz korelasyon grafikleri verilmiştir.

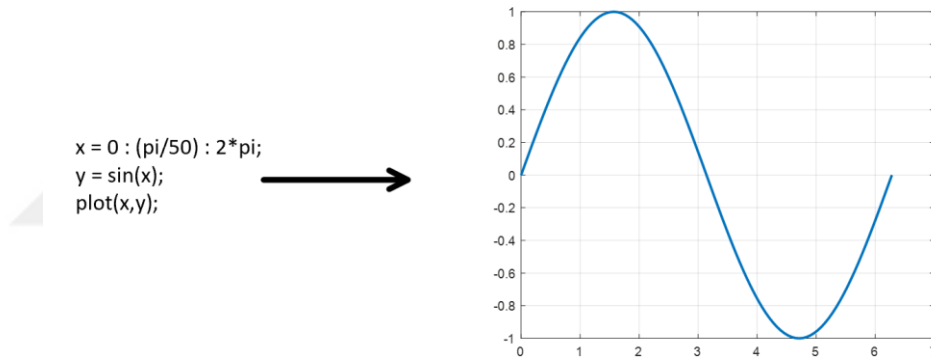


Şekil 2.30. Üst üste bindirilmiş örnek karmaşık sinyaller (a) ve sinyallerden bir tanesinin baz alınarak diğer sinyaller ile çizilen çapraz korelasyon grafikleri (b)

Çapraz korelasyon grafiklerinden yola çıkılarak asıl sinyaller arasındaki benzeşme oranları ya da sinyaller arasındaki ilişkileri yorumlamak amacı ile bu çalışmada, temel bazı sinyallerden yararlanılarak birtakım kurallar önerilmektedir. Önerilen bu kurallar doğrultusunda çapraz korelasyon grafiklerinin yorumlanması yoluna gidilmiştir.

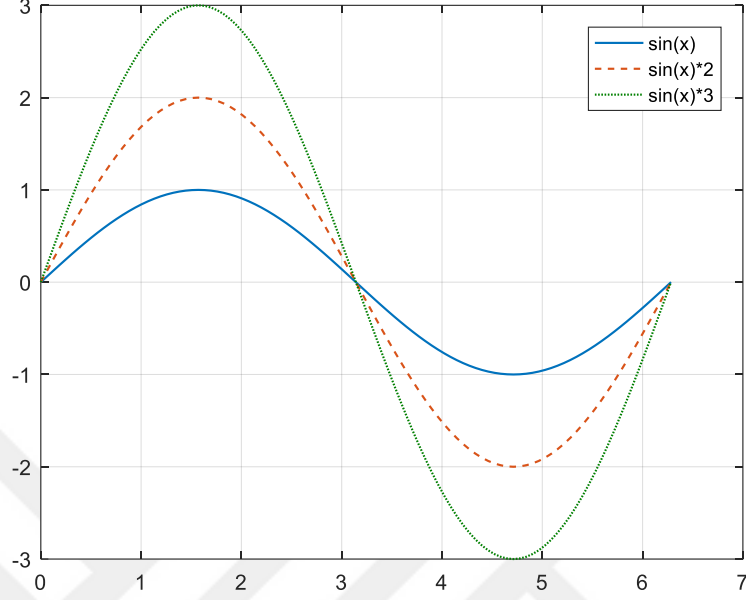
2.4.4. Çapraz Korelasyon Grafiğini Yorumlamak İçin Oluşturulan Kurallar

Kurallar, basit bir sinüs fonksiyonunun matematiksel işlemlerle değişikliğe uğratılması ve oluşan yeni sinyallerin değişikliğe uğramadan önceki asıl sinyal ile çapraz korelasyon grafiklerinin karşılaştırılarak bir yargıya varılması temeline dayanmaktadır.



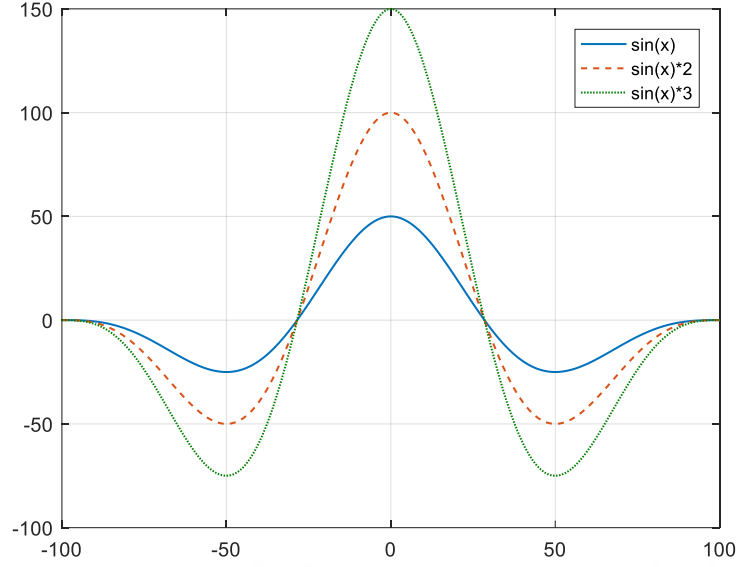
Şekil 2.31. MatLab programında temel bir sinüs fonksiyonunun elde edilişi

2.4.4.1. Savrulma Durumu



Şekil 2.32. Savrulan sinyallerin elde edilişi

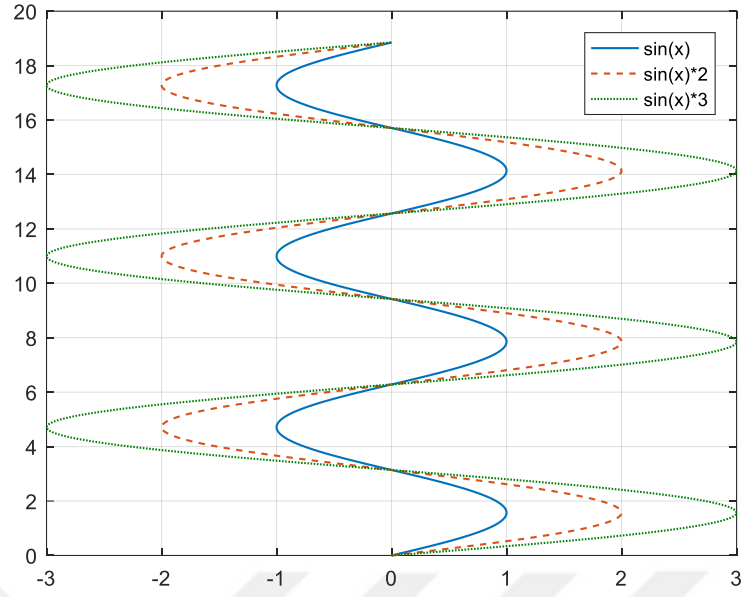
$y=\sin(x)$ fonksiyonunda $\sin(x)$ ifadesinin bir katsayı ile çarpılması sonucunda elde edilen sinyal belli noktalarda orijinal sinyal ile kesişebilmesine rağmen dönüşlerde orijinal sinyalden uzaklaşma eğilimindedir. Bu durum da savrulma olarak ifade edilmektedir. Şekil 2.32. savrulan sinyaller ile orijinal sinyali göstermektedir. $\sin(x)$ ifadesi ne kadar büyük bir katsayı ile çarpılırsa savrulmanın da derecesi o kadar artmaktadır.



Şekil 2.33. Savrulan sinyallerin çapraz korelasyon grafikleri

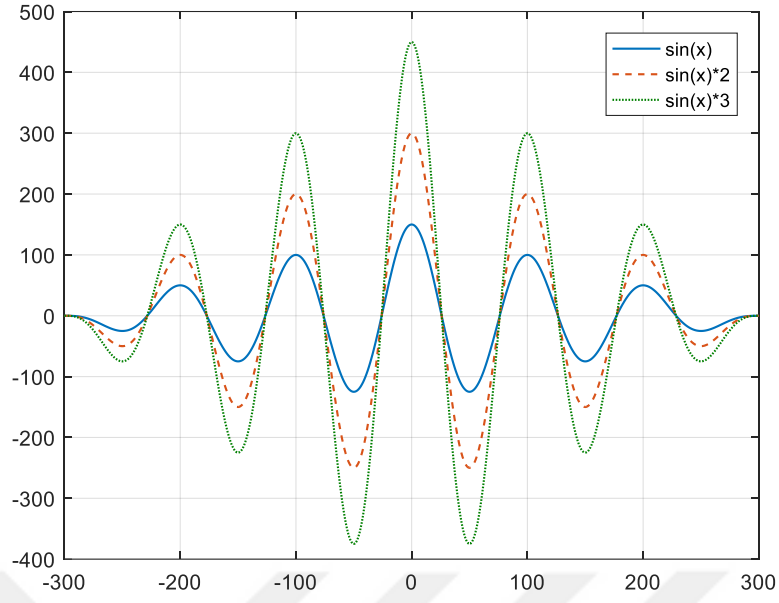
Savrulan sinyaller orijinal sinyal ile çapraz korelasyon işlemine tabi tutulduğunda Şekil 2.33.'te ki grafik elde edilmektedir. Bir sinyale en çok benzeyen sinyalin yine kendisi olacağıdır görüşünden yola çıkarak bu grafik aynı zamanda orijinal sinyalin de yine kendisiyle çapraz korelasyon işlemine tabi tutulmasını da içermektedir. Bu sayede diğer sinyallerin orijinal sinyalle oluşturdukları çapraz korelasyon grafiklerinin orijinal sinyalin yine kendisiyle oluşturduğu çapraz korelasyon grafiğine göre farklarına bakarak asıl sinyallerin davranışlarının yorumlanması amaçlanmıştır.

Savrulan sinyallerin çapraz korelasyon grafiğine göre asıl sinyallerin savrulma derecesi arttıkça korelasyon grafiğindeki ilgili sinyallerin tepe noktaları da yükselmektedir. Bu bilgiden yola çıkarak çapraz korelasyon grafiğindeki “orijinal sinyalin tepe noktasından yukarıya doğru uzaklaşmak savrulmayı ifade eder” çıkarımında bulunulmuştur.



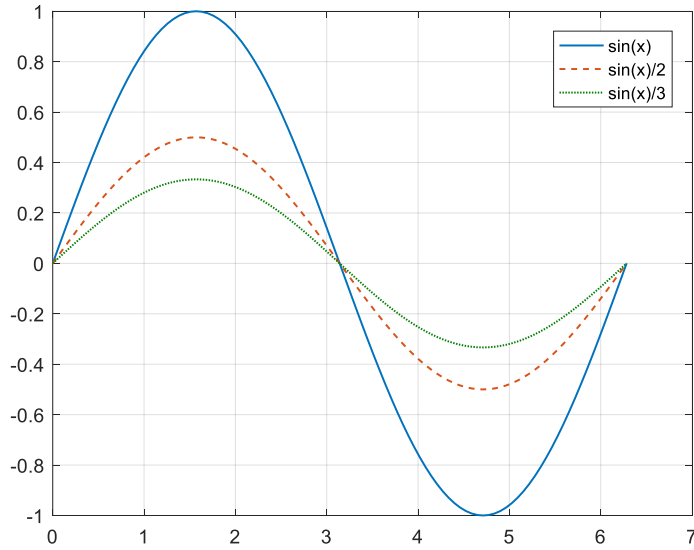
Şekil 2.34. Savrulma durumunun uygulamaya uyarlanması

Savrulma durumunu benzetecek olan sinyallerin periyotlarının arttırılmasıyla ve de yatay eksen de konum bilgisi yer alırken dikey eksen de zaman bilgisi yer aldığında geliştirilen uygulamanın değerlendirme aşamasındaki grafik yapıları elde edilmektedir. Şekil 2.34.'te uygulamanın değerlendirme aşamasındakine benzer yapıda olan savrulmuş sinyaller gösterilmektedir.



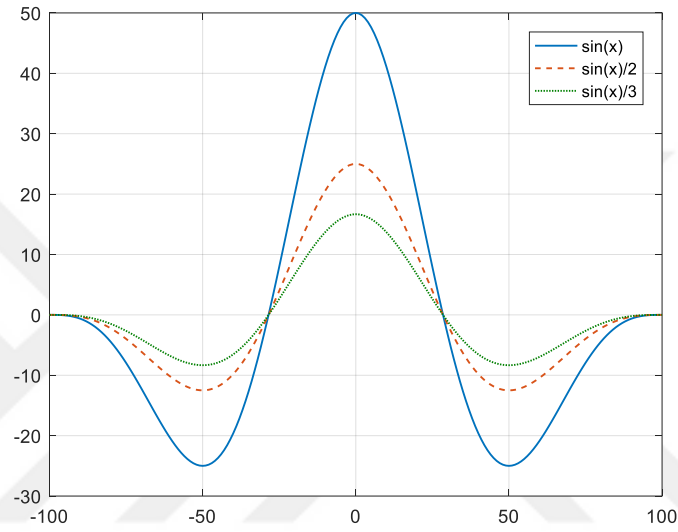
Şekil 2.35. Uygulamaya uyarlanmış olan sivrulma sinyallerinin çapraz korelasyon grafikleri

2.4.4.2. İçeriden Dönüş Durumu



Şekil 2.36. İçeriden dönüş sinyallerinin elde edilişi

$y=\sin(x)$ fonksiyonunda $\sin(x)$ ifadesinin bir katsayı ile bölünmesi sonucunda elde edilen sinyal belli noktalarda orijinal sinyal ile kesişebilmesine rağmen dönüşlerde orijinal sinyalden daha az yol tüketme eğilimindedir. Bu durum da içeriden dönüş olarak ifade edilmektedir. Şekil 2.36. içeriden dönen sinyaller ile orijinal sinyali göstermektedir. $\sin(x)$ ifadesi ne kadar büyük bir katsayı ile bölünürse içeriden dönüşün de derecesi o kadar artmaktadır.

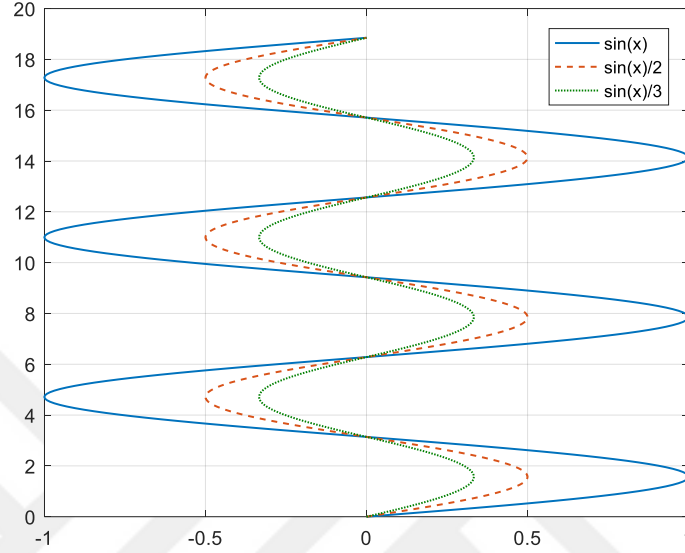


Şekil 2.37. İçeriden dönen sinyallerin çapraz korelasyon grafikleri

İçeriden dönen sinyaller orijinal sinyal ile çapraz korelasyon işlemine tabi tutulduğunda Şekil 2.37.'da ki grafik elde edilmektedir. Savrulma durumu çıkarımındakine benzer bir şekilde bir sinyale en çok benzeyen sinyalin yine kendisi olacağıdır görüşünden yola çıkarak bu grafik aynı zamanda orijinal sinyalin de yine kendisiyle çapraz korelasyon işlemine tabi tutulmasını da içermektedir. Bu sayede diğer sinyallerin orijinal sinyalle oluşturdukları çapraz korelasyon grafiklerinin orijinal sinyalin yine kendisiyle oluşturduğu çapraz korelasyon grafiğine göre farklarına bakarak asıl sinyallerin davranışlarının yorumlanması amaçlanmıştır.

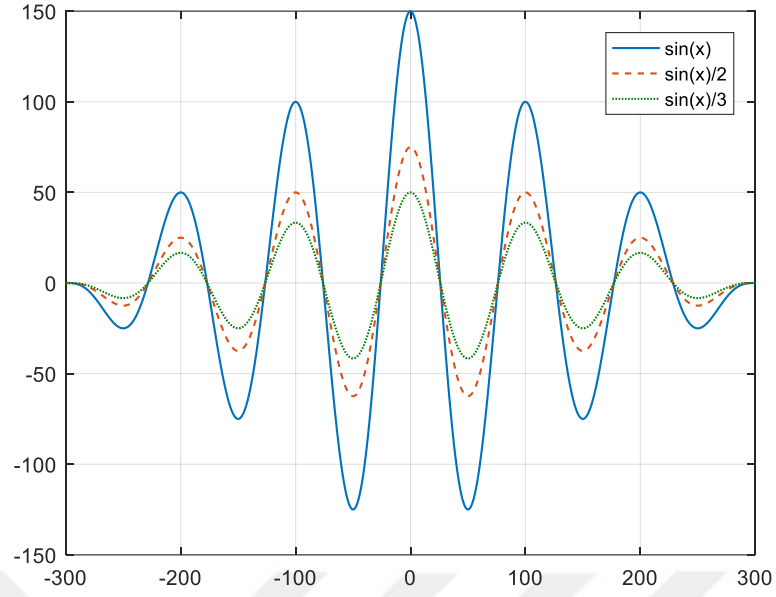
İçeriden dönen sinyallerin çapraz korelasyon grafiğine göre asıl sinyallerin içeriden dönme derecesi arttıkça korelasyon grafiğindeki ilgili sinyallerin tepe noktaları da

orijinal sinyalin tepe noktasına göre daha aşağıda çıkmaktadır. Bu bilgiden yola çıkarak çapraz korelasyon grafiğindeki “orijinal sinyalin tepe noktasından aşağıya doğru uzaklaşmak içeriden dönüşleri ifade eder” çıkarımında bulunulmuştur.



Şekil 2.38. İçeriden dönüş durumunun uygulamaya uyarlanması

İçeriden dönüş durumunu benzetecek olan sinyallerin periyotlarının arttırılmasıyla ve de yatay eksen de konum bilgisi yer alırken dikey eksen de zaman bilgisi yer aldığı geliştirilen uygulamanın değerlendirme aşamasındaki grafik yapıları elde edilmektedir. Şekil 2.38.’de uygulamanın değerlendirme aşamasındakine benzer yapıda olan içeriden dönmüş sinyaller gösterilmektedir.

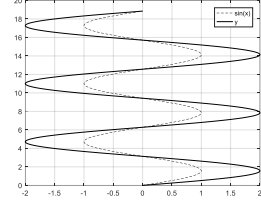
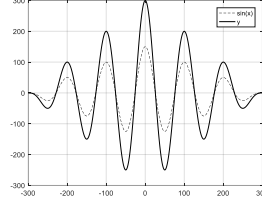
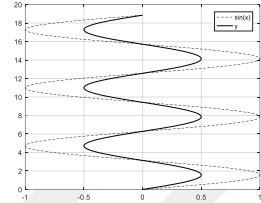
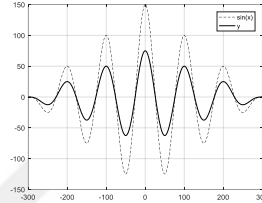
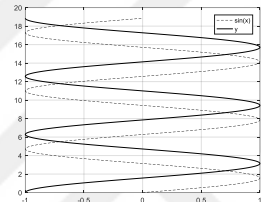
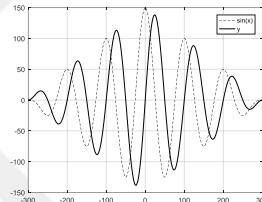
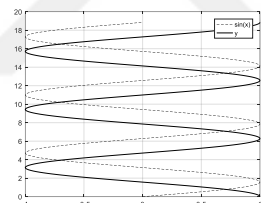
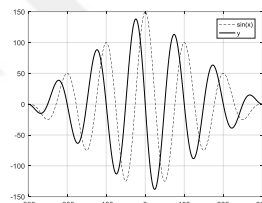
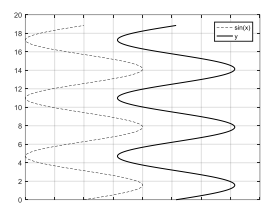
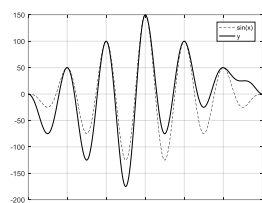
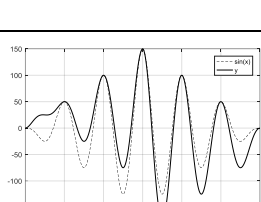
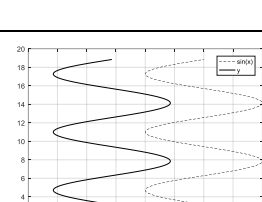


Şekil 2.39. Uygulamaya uyarlanmış olan savrulma sinyallerinin çapraz korelasyon grafikleri

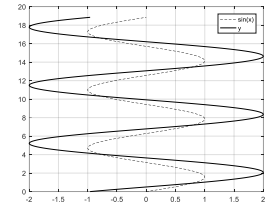
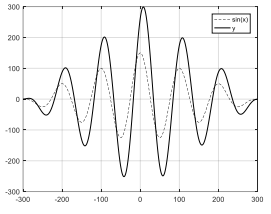
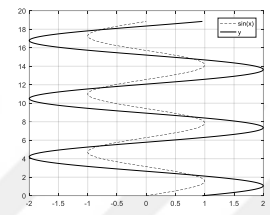
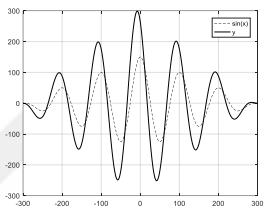
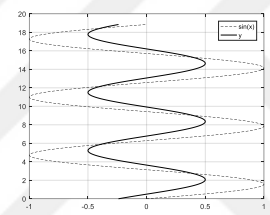
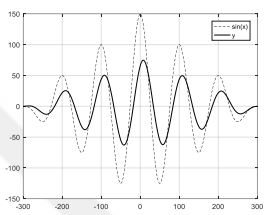
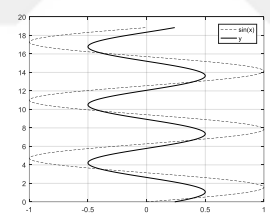
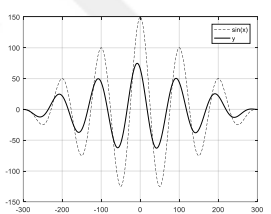
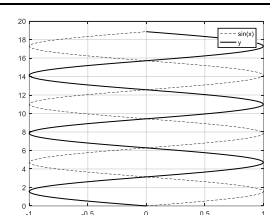
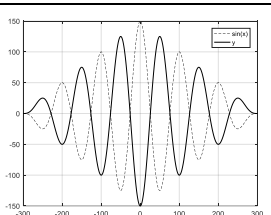
2.4.4.3. Diğer Durumlar

Benzer şekilde konum ve zaman arasındaki bağıntı değiştirilerek Çizelge 2.2.’de ki durumlar elde edilmiştir. Bu çizelge yardımıyla denetim mekanizmalarının hedef takibi sırasında oluşturdukları konum-zaman grafiklerinin çapraz korelasyonları yorumlanabilmektedir.

Çizelge 2.2. Çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için kullanılan temel kurallar

Oluşan Kural (Grafik Yorumu)	Konum (y)- Zaman (x) Bağıntısı	Konum-Zaman Grafığı	Çapraz Korelasyon Grafığı
Savrulma Durumu (Tepe noktası yukarı kaymaktadır)	$y = \sin(x) * k$		
İçeriden Dönüş Durumu (Tepe noktası aşağı kaymaktadır)	$y = \sin(x) / k$		
Geç Takip Etme Durumu (Tepe noktası sağ alt köşeye kaymaktadır)	$y = \sin(x - m)$		
Erken Takip Etme Durumu (Tepe noktası sol alt köşeye kaymaktadır)	$y = \sin(x + m)$		
Sağdan Takip Etme Durumu (Soldaki dip noktaları aşağı inerken sağdakiler yukarı çıkılmaktadır)	$y = \sin(x) + m$		
Soldan Takip Etme Durumu (Soldaki dip noktaları yukarı çıkarken sağdakiler aşağı inmektedirler)	$y = \sin(x) - m$		

Çizelge 2.2. (Devam) Çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için kullanılan temel kurallar

Oluşan Kural (Grafik Yorumu)	Konum (y)- Zaman (x) Bağıntısı	Konum-Zaman Grafığı	Çapraz Korelasyon Grafığı
Savrulma ve Geç Takip Etme Durumu (<i>Tepe noktası sağ üst köşeye kaymaktadır</i>)	$y = \sin(x - m) * k$		
Savrulma ve Erken Takip Etme Durumu (<i>Tepe noktası sol üst köşeye kaymaktadır</i>)	$y = \sin(x + m) * k$		
İçeriden Dönüş ve Geç Takip Etme Durumu (<i>Tepe noktası sağ alt köşeye kaymaktadır</i>)	$y = \sin(x - m) / k$		
İçeriden Dönüş ve Erken Takip Etme Durumu (<i>Tepe noktası sol alt köşeye kaymaktadır</i>)	$y = \sin(x + m) / k$		
Ters Yönden Takip Etme Durumu (<i>Tepe noktaları tam ters yönde çıkmaktadır</i>)	$y = \sin(x - \pi)$		

3. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada genel olarak oyuncu, hazırlanmış olan örnek üç boyutlu oyun ortamındaki uçak modelini Kinect sensor karşısında yapmış olduğu bedensel hareketler ile yönlendirmeye çalışmaktadır. Bu yönlendirme sırasında kullanılan denetim mekanizmaları (matematiksel model, bulanık kontrol, dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol mekanizmaları) oyun ortamındaki birtakım parametrelerden etkilenmektedir. Denetim mekanizmalarının çizmiş oldukları rotaları etkileyen faktörler;

- Hedefin kaçarken izlemiş olduğu rotanın zorluk derecesi,
- Oyuncunun, hedefin kaçarken izlediği rota hakkında ne kadar bilgi sahibi olduğu (bir başka deyişle hedefi ve hedefin bırakmış olduğu izleri ne derece görebildiği),
- Ve oyuncunun konsantrasyonudur.

Bahsi geçen faktörler tüm denetim mekanizmalarını etkilerken bu çalışmada önerilmekte olan dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol mekanizması (DFBK) ise,

- Bu mekanizmayı dinamikleştirmek için kullanmakta olduğu “sanal karıncaların bıraktığı feromon maddelerinin buharlaşma oranından” etkilenmektedir.

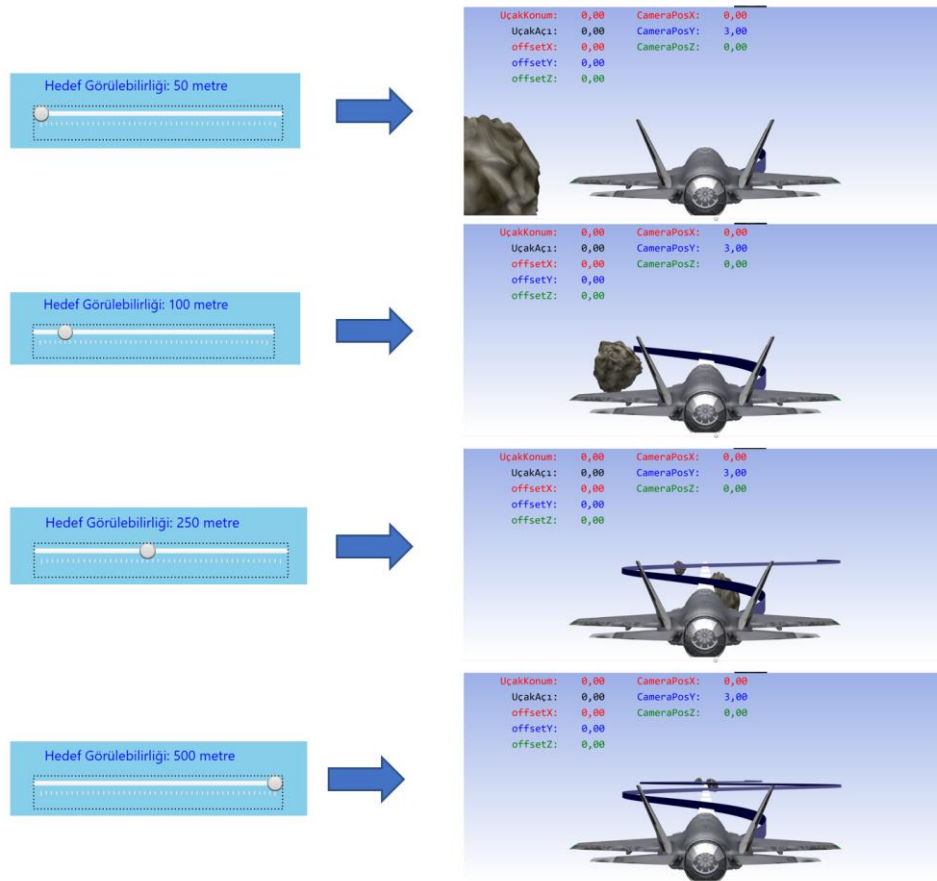
Denetim mekanizmalarının kullanıcı kontrolünü uçak modeline en iyi şekilde yansıtması açısından etkinliğini değerlendirebilmek için denetim mekanizmalarının çizmiş oldukları rotaları etkileyen parametrelerden diğer parametreler sabit tutularak bir tanesindeki değişimin etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

Denetim mekanizmalarının ne derece etkin oldukları incelenirken eğitilmiş denekler kullanılarak oyuncuların konsantrasyonlarının en üst seviyede tutulması amaçlanmıştır. Genel olarak hedefin bıraktığı izler (hedef görülebilirliği/takip edilebilirliği) ise düşük tutularak kullanıcı denetimi açısından etkin bir denetim

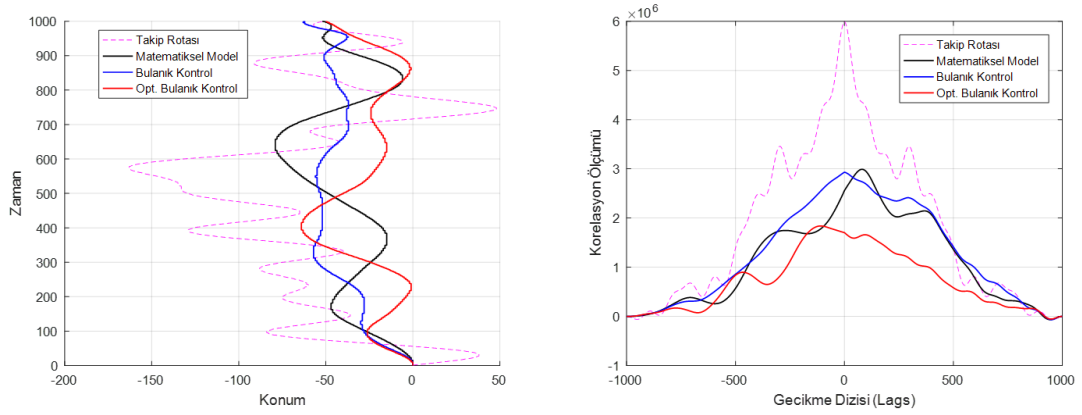
mekanizmasına olan ihtiyacın arttırılması amaçlanmıştır. Benzer şekilde hedefin kaçarken izlemiş olduğu rotadaki dönüş sayılarının arttırılması ve keskinleştirilmesi ile birlikte elde edilen zor rotalar ile de yine kullanıcı denetimi açısından etkin bir denetim mekanizmasına olan ihtiyacın arttırılması amaçlanmıştır.

3.1. Hedef Görülebilirliği / Takip Edilebilirliğinin Etkisi

Hedefi takip etmeye yönelik hedefin bırakmış olduğu izlerin ne derece oyuncunun gözlem alanı içerisine girdiği bu çalışmada “Hedef Görülebilirliği” olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.1. hedef görülebilirliği açısından örnek birkaç tane değeri ve bu değerler altında kullanıcının hedefi ne derece görebildiğine dair örnekler sunmaktadır.



Hedef görülebilirliğinin yüksek tutulması denetim mekanizmalarının etkinliğini ölçmek açısından sağlıklı veriler sunmamaktadır. Çünkü hedefin daha çok görülebilir olması hedefin bıraktığı izler pas geçilerek kestirme bir yoldan hedefe doğru gitmeyi kolaylaştırmaktadır. Bu durumda da çalışmada incelenen tüm denetim mekanizmaları benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu da denetim mekanizmalarının etkinliğini değerlendirmek açısından anlamlı olmamaktadır.



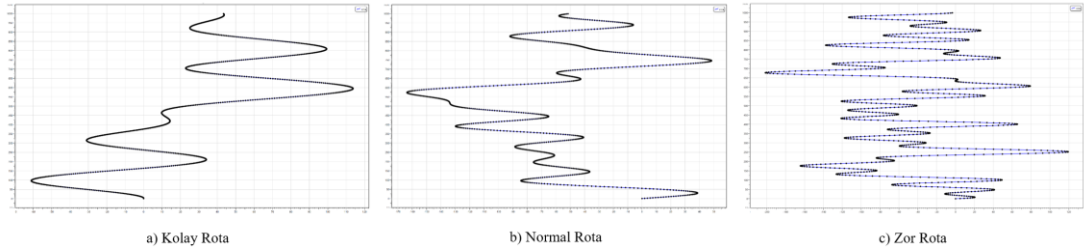
Şekil 3.2. Görülebilirlik değerinin yüksek tutulması sonucunda denetim mekanizmalarının kestirmeden sonuca ulaşmaları

Yukarıdaki gerekçelerden dolayı bu çalışmada ki test işlemleri düşük bir görülebilirlik değerinde (75 metre) yapılmıştır. Bu sayede denetim mekanizmalarının etkinleri arasında farklar oluşması sağlanmıştır.

3.2. Takip Rotasının Zorluk Derecesinin Etkisi

Genel olarak sınırların daraltılması, dönüş sayılarının ve dönüşlerin keskinlik derecelerinin azaltılmasıyla nispeten daha kolay takip edilebilir rotalar elde edilmektedir. Sınırların genişletilmesi, dönüş sayılarının ve dönüşlerin keskinlik derecelerinin artırılmasıyla da nispeten daha zor takip edilebilir rotalar elde edilmektedir.

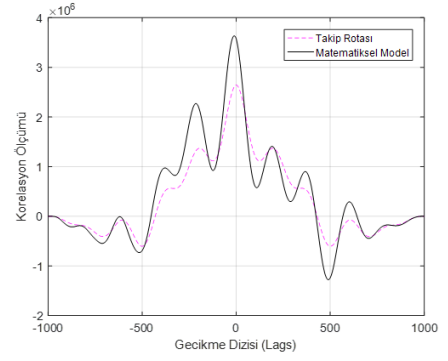
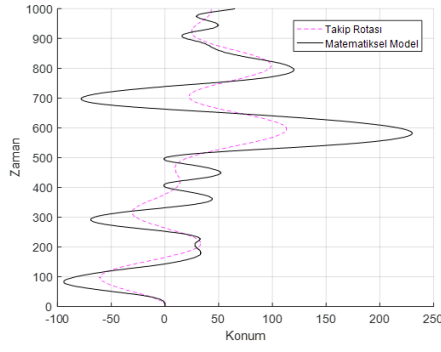
Şekil 3.3.'de “Takip Rotası Oluşturma Modülü” tarafından oluşturulmuş ve bu çalışmada önerilmekte olan dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yöntemini diğer denetim mekanizmaları ile test etmek için kullanılan değişik zorlukta rota örnekleri gösterilmektedir.



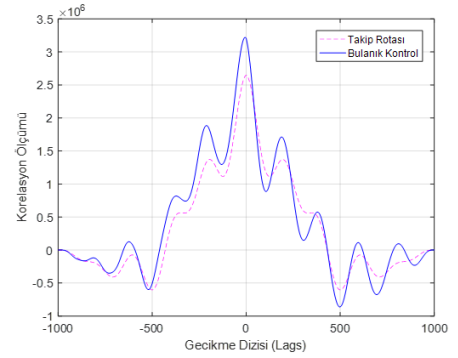
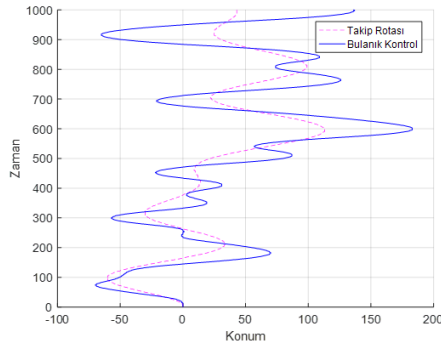
Şekil 3.3. Denetim mekanizmalarını test ederken kullanılan değişik zorluklarda rota örnekleri

3.2.1. Kolay Rota

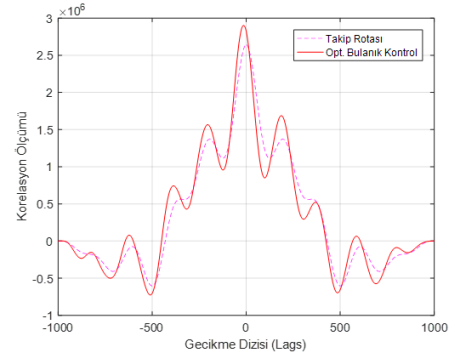
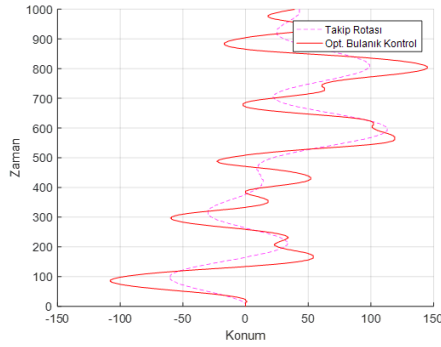
Dönüş sayılarının ve dönüşlerin keskinlik derecelerinin azaltılmasıyla normal ve zor rotalara oranla kolay takip edilebilirlik derecesine sahip rotalar bu çalışmada “Kolay Rota” olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.3.a. kolay takip edilebilir bir rota örneğidir.



a)



b)

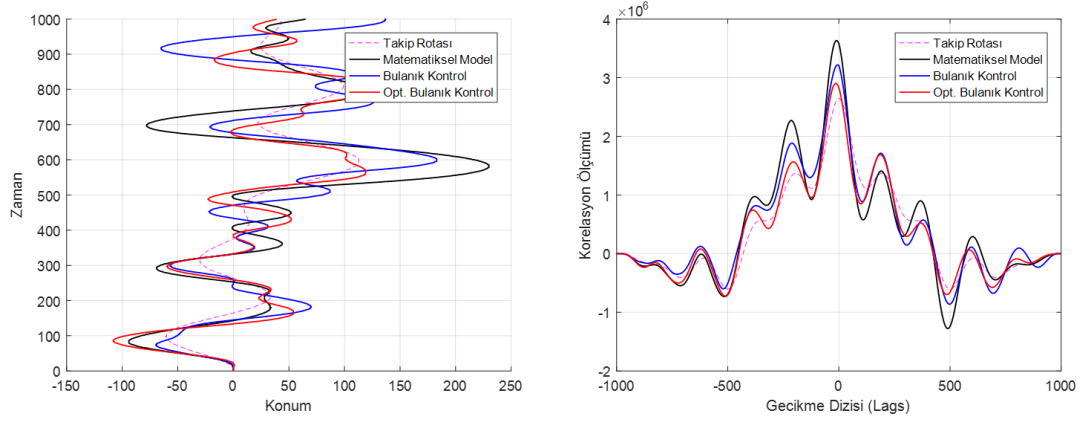


c)

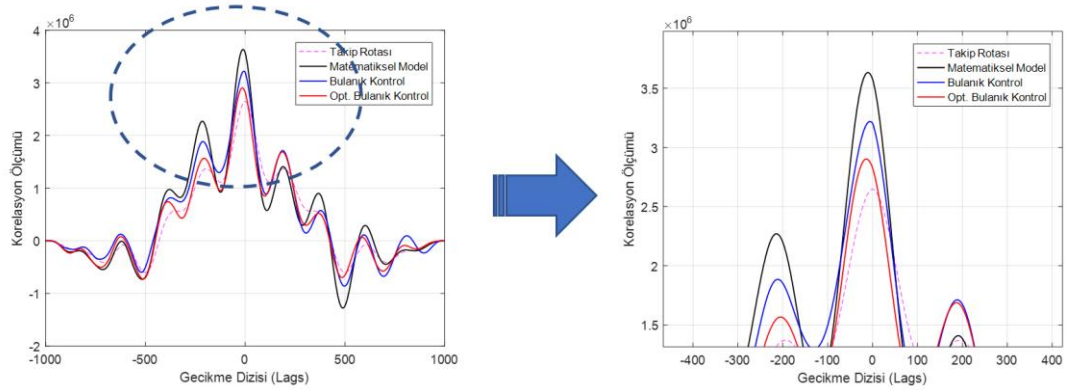
Şekil 3.4. Kolay rota üzerinde denetim mekanizmalarının (a- Matematiksel Model, b-Bulanık Kontrol, c-Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol) oyuncu hareketlerine tepkileri ve bu tepkilerin çapraz korelasyon grafikleri

Genel olarak sinyallerin sol üst köşede yer alması kural tablosuna göre savrulma ve erken takip etme durumunu ifade etmektedir. Şekil 3.4. denetim mekanizmalarının kullanıcının hareketlerini kolay rota üzerinde sisteme ne denli aktarabildiğini göstermektedir. Bu şekilde yer alan çapraz korelasyon grafikleri, çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için oluşturulan kurallar ışığında incelendiğinde en az

savrulmanın dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminde (Opt. Bulanık Kontrol) olduğu görülmektedir.



Şekil 3.5. Kolay rota üzerinde denetim mekanizmaları tarafından oluşturulan grafiklerin toplu gösterimi



Şekil 3.6. Kolay rota için çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktalarının yorumlanması

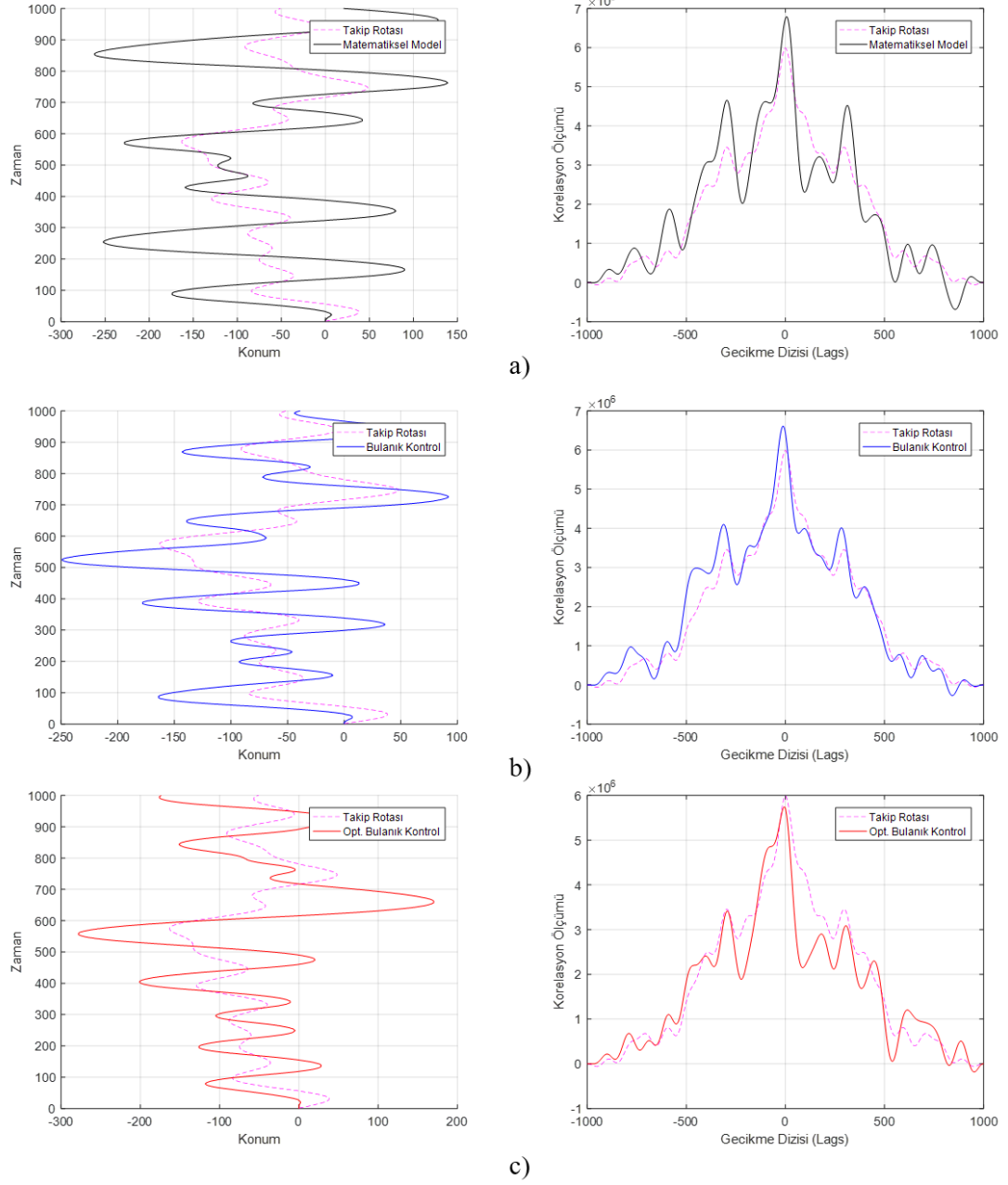
Özel olarak Şekil 3.6.’da gösterildiği gibi çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktaları incelendiğinde, matematiksel modelin tepe noktasının, takip rotası sinyalinin tepe noktasına göre daha yukarıda olduğu görülmektedir. Bu durum da açıkça “savrulmayı” ifade etmektedir. Çapraz korelasyon grafiğinden daha kolay okunabilen

denetim mekanizmalarının savrulma durumları, Şekil 3.5. üzerindeki üst üste bindirilmiş konum-zaman grafiğinde de görülmektedir.

3.2.2. Normal Rota

Dönüş sayılarının ve dönüşlerin keskinlik derecelerinin arttırılmasıyla kolay ve zor rotalara oranla orta seviyede takip edilebilirlik derecesine sahip rotalar bu çalışmada “normal rota” olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.3.b. orta seviyede takip edilebilir bir “Normal Rota” örneğidir.

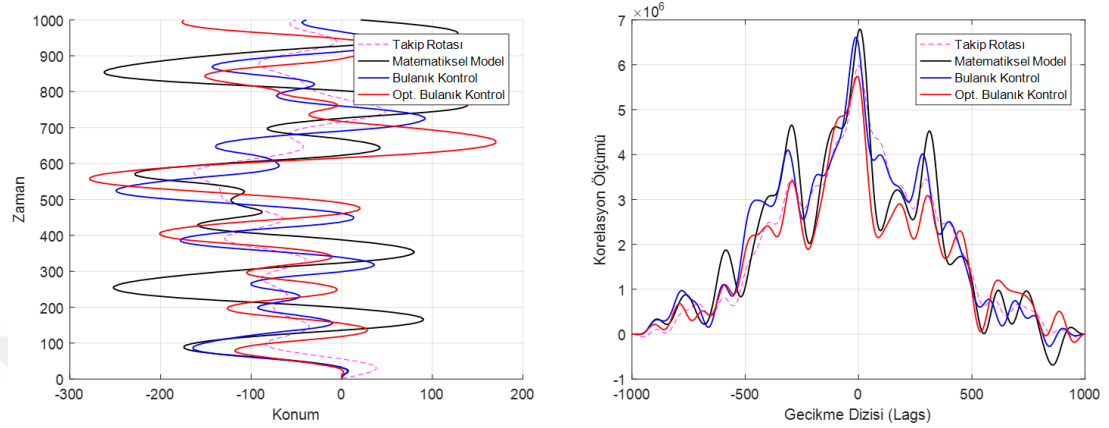




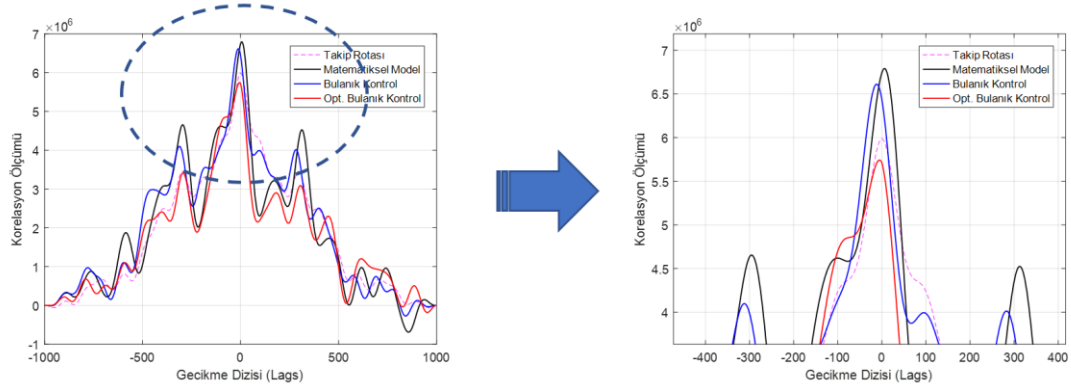
Şekil 3.7. Normal rota üzerinde denetim mekanizmalarının (a- Matematiksel Model, b-Bulanık Kontrol, c-Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol) oyuncu hareketlerine tepkileri ve bu tepkilerin çapraz korelasyon grafikleri

Kolay rotadaki benzer şekilde Şekil 3.7. üzerindeki çapraz korelasyon grafikleri, çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için oluşturulan kurallar ışığında incelendiğinde denetim mekanizmalarından matematiksel model ve bulanık kontrolün

savruldukları gözlenirken bu çalışmada önerilen dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin savrulmayı önlemenin yanında erken tepkiler de verebildiği (içeriden dönüşler yapabildiği) görülmektedir.



Şekil 3.8. Normal rota üzerinde denetim mekanizmaları tarafından oluşturulan grafiklerin toplu gösterimi



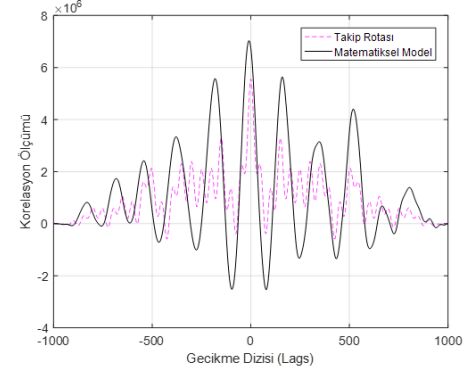
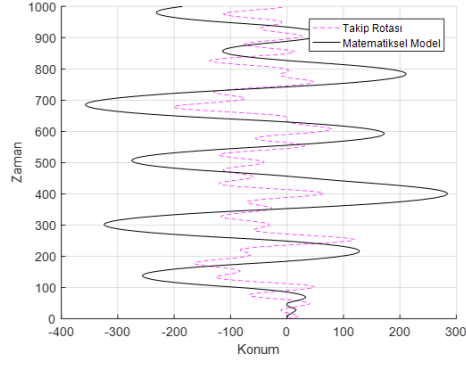
Şekil 3.9. Normal rota için çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktalarının yorumlanması

Şekil 3.9. üzerindeki çapraz korelasyon grafiklerinin özellikle tepe noktaları incelendiğinde test edilen denetim mekanizmalarından sadece dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin takip rotası sinyalinin tepe noktasından aşağıda olduğu

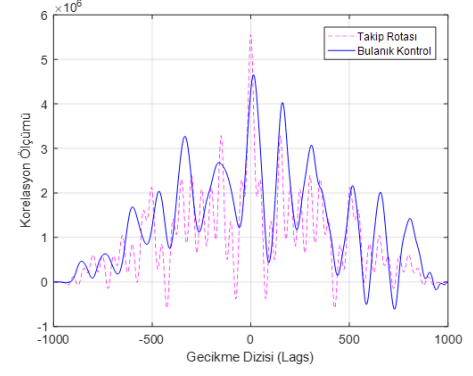
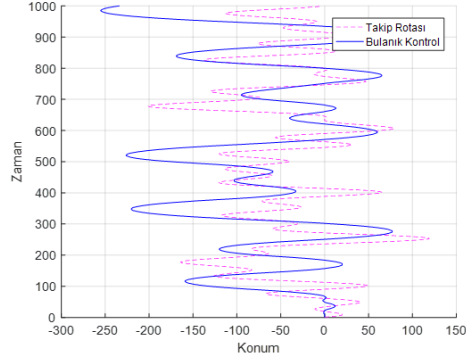
görülmektedir. Bu da çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için oluşturulan kurallara göre dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin erken tepkiler vererek içeriden dönüşler yapabildiğini göstermektedir. Bu çalışmada ki uçak modelinin ve hedefi yakalama eylemleri gerçek bir sisteme uyarlandığında uçak modelinin erken tepkiler vererek içeriden dönüşler yapabilmesi hedefi daha çabuk yakalayabilmenin yanında yakıt tasarrufu açısından da oldukça önemli olacaktır.

3.2.3. Zor Rota

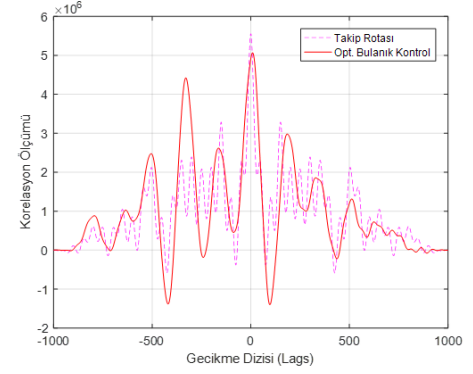
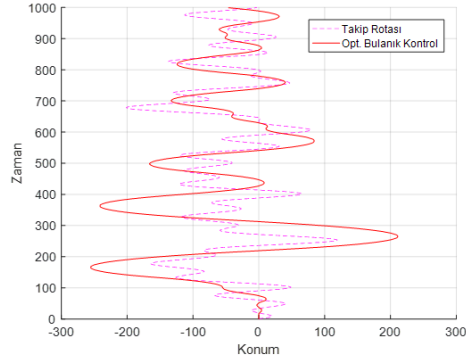
Dönüş sayılarının ve dönüşlerin keskinlik derecelerinin çok arttırılmasıyla kolay ve normal rotalara oranla daha zor takip edilebilirlik derecesine sahip rotalar bu çalışmada “Zor Rota” olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.3.c. zor takip edilebilir bir rota örneğidir.



a)

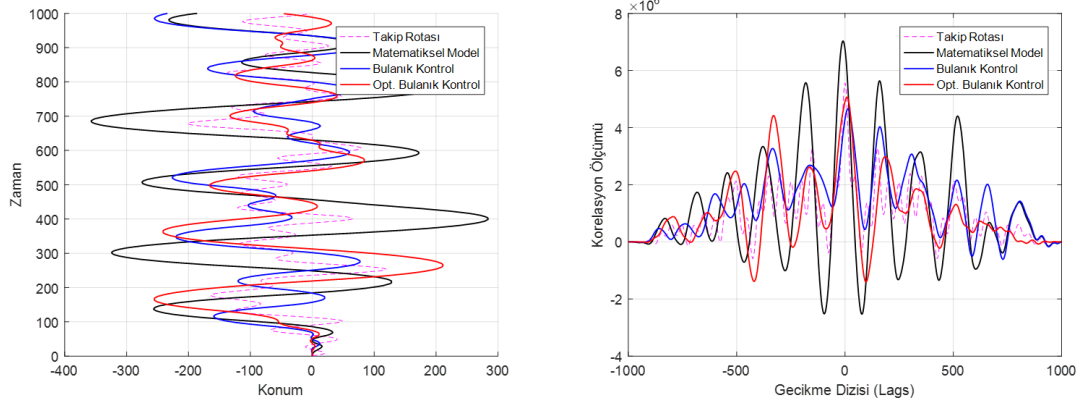


b)

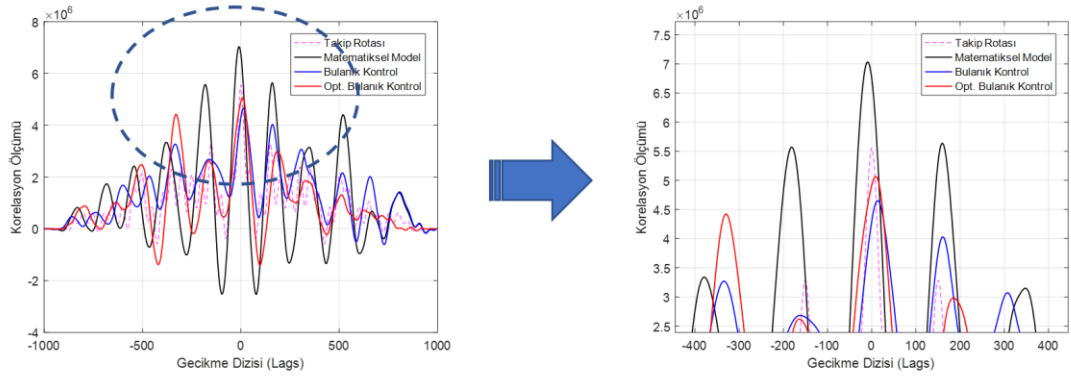


c)

Şekil 3.10. Zor rota üzerinde denetim mekanizmalarının (a- Matematiksel Model, b- Bulanık Kontrol, c-Dinamik Fonksiyonlu Bulanık Kontrol) oyuncu hareketlerine tepkileri ve bu tepkilerin çapraz korelasyon grafikleri



Şekil 3.11. Zor rota üzerinde denetim mekanizmaları tarafından oluşturulan grafiklerin toplu gösterimi



Şekil 3.12. Zor rota için çapraz korelasyon grafiklerinin tepe noktalarının yorumlanması

Kolay ve normal rotadakine benzer şekilde Şekil 3.10. üzerindeki çapraz korelasyon grafikleri, çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için oluşturulan kurallar ışığında incelendiğinde, matematiksel model sinyalinin tepe noktasının, takip rotası sinyalinin tepe noktasına göre dikey ekseninde küçük bir farkla da olsa sol tarafta kalması, zor takip rotası üzerinde matematiksel modelin diğer denetim mekanizmalarına kıyasla daha erken tepki verebildiğini göstermektedir. Ancak matematiksel model sinyalinin tepe noktası takip rotası sinyalinin tepe noktasından yukarıda kalmaktadır. Bu da matematiksel modelin daha çok savrulduğunu ifade

etmektedir. Bulanık kontrol ve dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yöntemlerinin sinyalleri ise takip rotasının sinyalinin tepe noktasından daha aşağıdalar. Bu durum da bulanık ve dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yöntemlerinin matematiksel modele kıyasla savrulmayı önlemenin yanında çoğu durumda içeriden dönüşler yapabildiklerini göstermektedir.

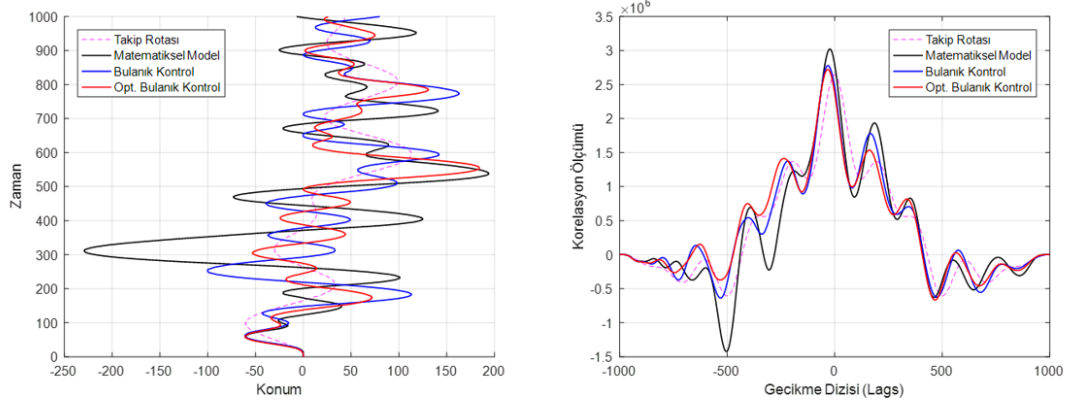
3.3. Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi

Bu çalışmada önerilmekte olan dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yöntemi, bulanık kümelerinin değer aralıklarını sanal karıncaların bırakmakta olduğu “feromon” maddesinin yoğunluğuna göre ayarlayarak dinamikleştirmektedir. Uçak modelinin yatay eksenine dizilmiş olan sanal karıncalar kullanıcı tarafından uçak modelinin hareket ettirilmesiyle tetiklenerek bulundukları konuma feromon maddesi bırakmaktadırlar. Bırakılan bu feromon maddesi zamanla buharlaşmaktadır.

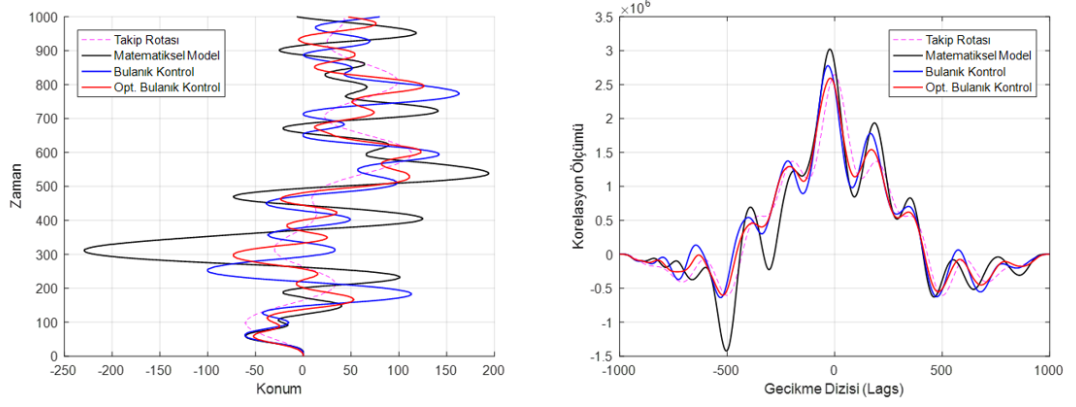
Feromon maddesinin buharlaşma hızı t anında ki toplam feromon maddesi yoğunluğunu değiştirmektedir. Daha yavaş buharlaşma durumunda t anında ki feromon yoğunluğu artmaktadır. Feromon buharlaşması hızlı olursa t anında ki feromon yoğunluğu da azalmaktadır. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yöntemi de bulanık kümelerinin değer aralıklarını, feromon yoğunluğuna göre ayarladığı için feromon maddesinin buharlaşma hızı dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin etkinliğini doğrudan etkilemektedir.

Bu başlık altında dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminde değişik zorlukta ki takip rotaları üzerinde feromon maddesinin buharlaşma hızının etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

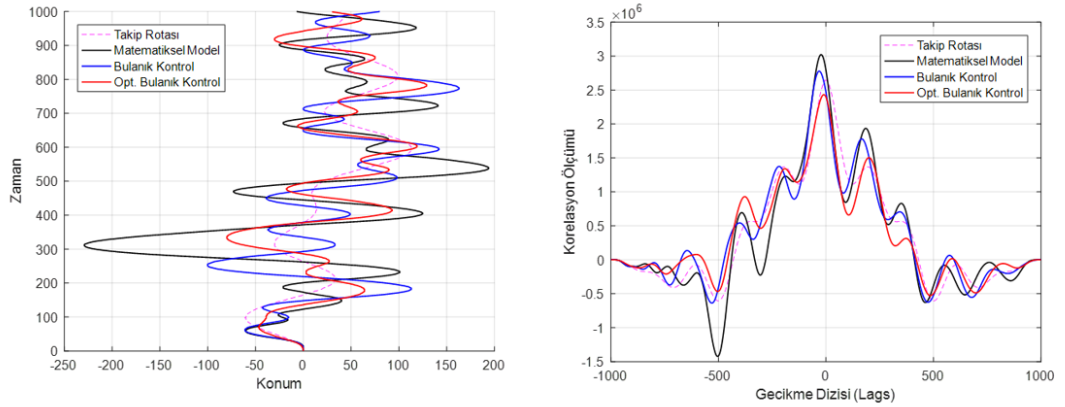
3.3.1. Kolay Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi



Feromon Buharlaşma Hızı: 10 birim/milisanıye

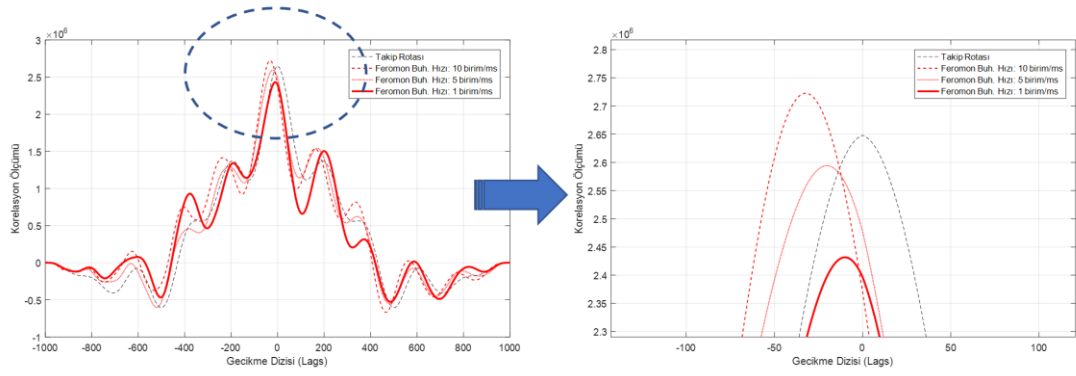


Feromon Buharlaşma Hızı: 5 birim/milisanıye



Feromon Buharlaşma Hızı: 1 birim/milisanıye

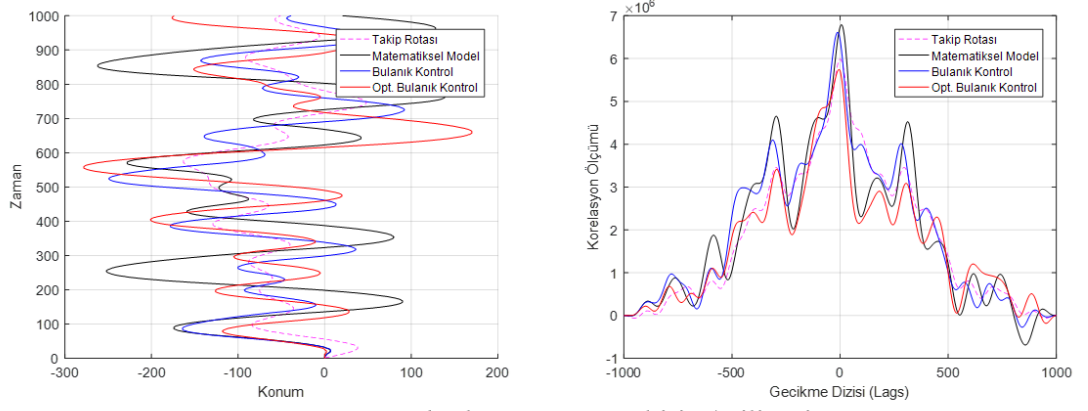
Şekil 3.13. Kolay Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi



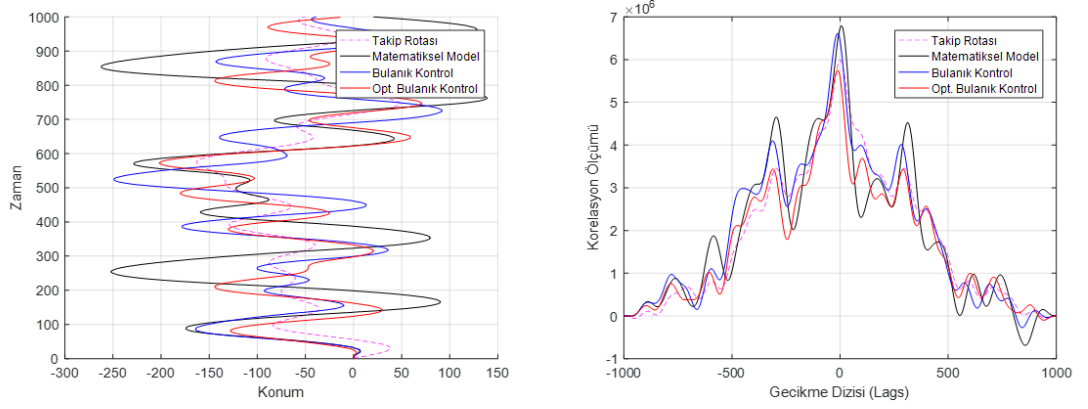
Şekil 3.14. Kolay rota üzerindeki değişik feromon buharlaşma hızlarının karşılaştırmalı gösterimi

Şekil 3.14. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin kolay rota üzerinde çalıştırıldığında feromon maddesi için farklı buharlaşma hızlarında oluşturduğu çapraz korelasyon grafiklerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Grafiklerden, buharlaşma hızının düşmesi (feromon yoğunluğunun artması) durumunda oluşan korelasyon sinyalinin tepe noktasının, takip rotasının tepe noktasına göre aşağı indiği görülmektedir. Bu durum (çapraz korelasyon grafiklerini yorumlamak için oluşturulan kurallar ışığında) incelendiğinde, buharlaşma hızının düşmesinin önerilen yöntemin etkinliğini arttırdığı sonucuna varılmaktadır. Çünkü tepe noktasının daha aşağıda çıkması savrulmanın azaldığı anlamına gelmekteydi. Bunun yanında buharlaşma hızının azalmasıyla birlikte oluşan korelasyon grafiğinin tepe noktasının, daha hızlı buharlaşma hızına sahip olan sinyalin tepe noktasına göre dikey ekseninde sağa doğru kayması ise tepkilerinde bir miktar azalma olduğunu da göstermektedir.

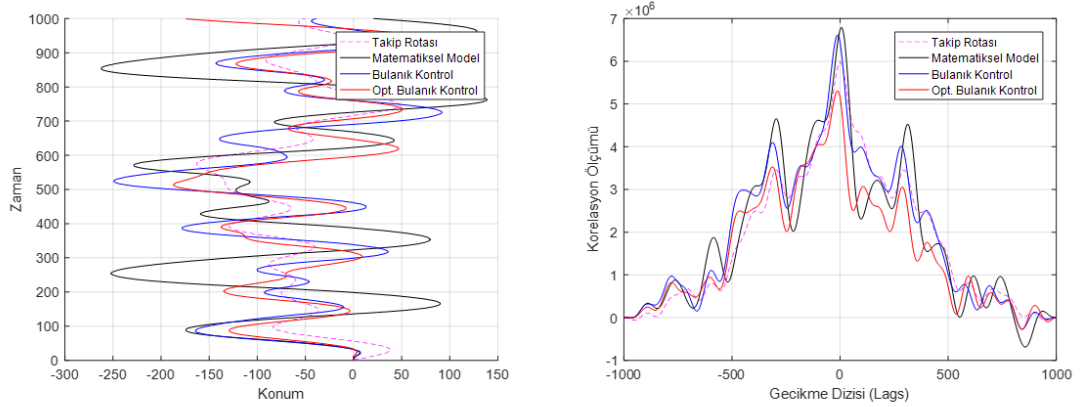
3.3.2. Normal Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi



Feromon Buharlaşma Hızı: 10 birim/milisaniye

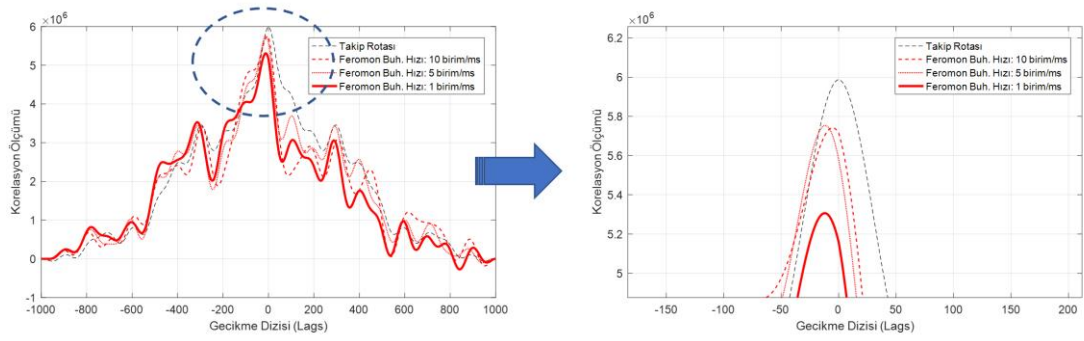


Feromon Buharlaşma Hızı: 5 birim/milisaniye



Feromon Buharlaşma Hızı: 1 birim/milisaniye

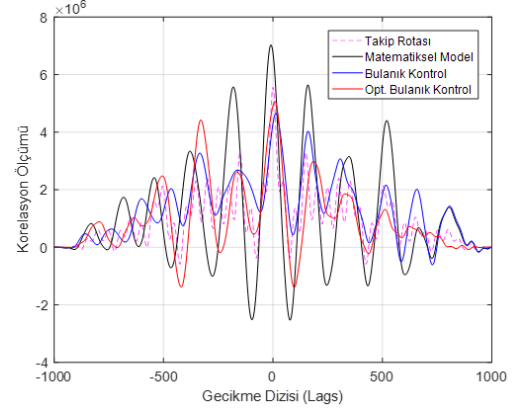
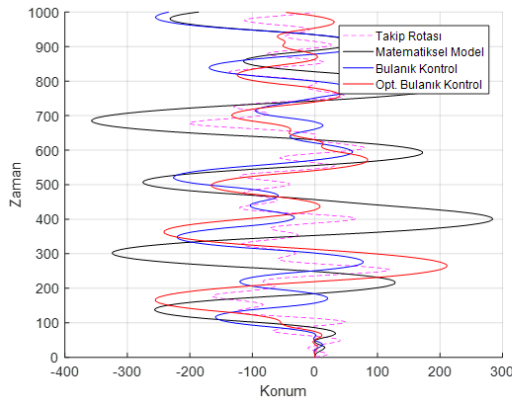
Şekil 3.15. Normal Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi



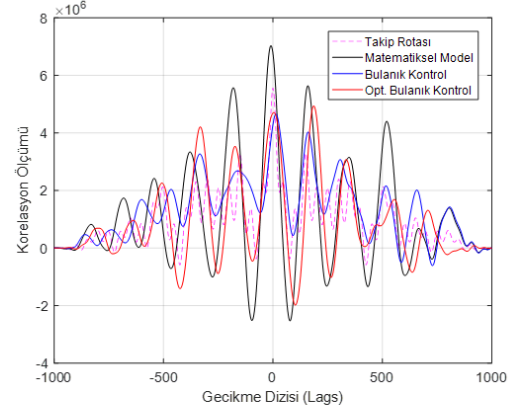
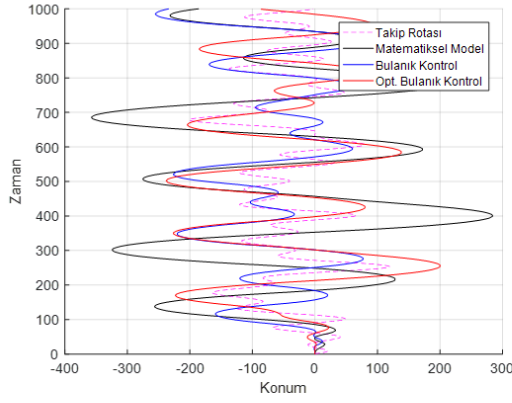
Şekil 3.16. Normal rota üzerindeki değişik feromon buharlaşma hızlarının karşılaştırmalı gösterimi

Şekil 3.16. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin normal rota üzerinde çalıştırıldığında feromon maddesi için farklı buharlaşma hızlarında oluşturduğu çapraz korelasyon grafiklerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Grafiklerden, buharlaşma hızının çok düşmesi (feromon yoğunluğunun çok artması) durumunda oluşan korelasyon sinyalinin tepe noktasının, takip rotasının tepe noktasına göre yine aşağı indiği görülmektedir. Bu durum uygulanan yöntemin savrulmayı önleyerek içeriden dönüşler yapabildiği anlamına gelmekteydi. Bununla birlikte küçük bir farkla da olsa buharlaşma hızı düştüğünde oluşan sinyalin tepe noktası kolay rotadakinden farklı olarak takip rotasının tepe noktasının dikey eksene göre sol tarafında kalmaktadır. Bu durum ise önerilen yöntemin, feromon buharlaşma hızı azaldığında erken tepkiler verme anlamında kolay rotadakine oranla daha iyi sonuçlar ürettiği anlamına gelmektedir.

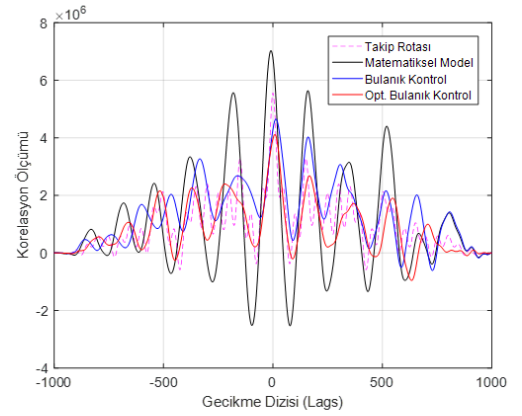
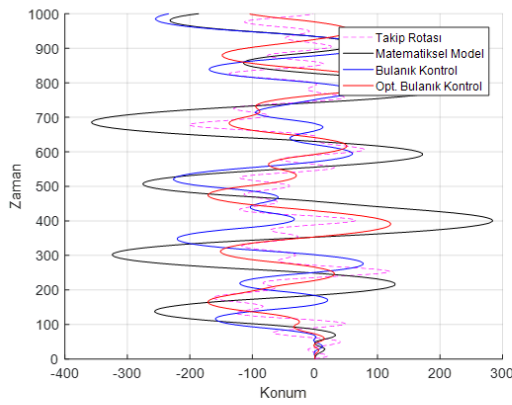
3.3.3. Zor Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi



Feromon Buharlaşma Hızı: 10 birim/milisanıye

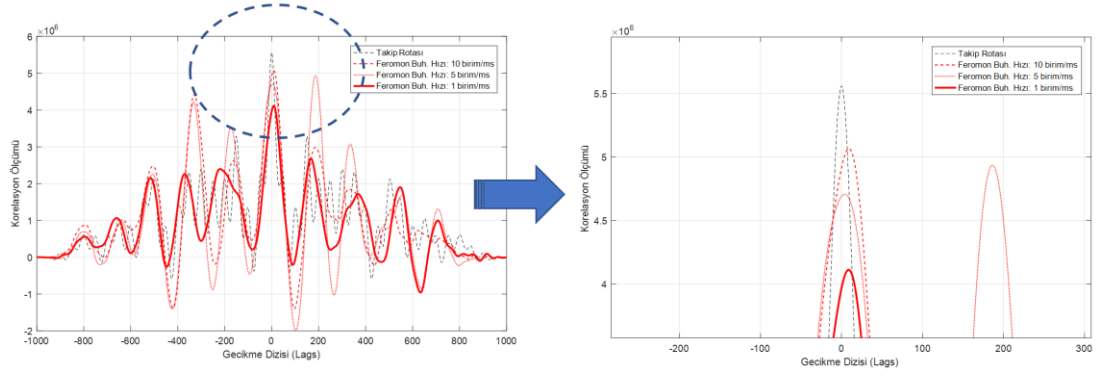


Feromon Buharlaşma Hızı: 5 birim/milisanıye



Feromon Buharlaşma Hızı: 1 birim/milisanıye

Şekil 3.17. Zor Rota Üzerinde Feromon Buharlaşma Hızının Etkisi



Şekil 3.18. Zor rota üzerindeki değişik feromon buharlaşma hızlarının karşılaştırmalı gösterimi

Şekil 3.18. Dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin zor rota üzerinde çalıştırıldığında feromon maddesi için farklı buharlaşma hızlarında oluşturduğu çapraz korelasyon grafiklerini karşılaştırılmalı olarak göstermektedir. Grafik incelemelerinde kolay ve normal rotadakilere benzer olarak feromon buharlaşma hızının arttığı durumlarda oluşan sinyallerin tepe noktaları feromon buharlaşma hızının daha yüksek olduğu sinyallerin tepe noktasına göre daha aşağıdadır. Bu durum yine feromon buharlaşma hızının yavaşlamasının önerilen dinamik fonksiyonlu bulanık kontrol yönteminin etkisini arttırdığını göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada temassız algılama özelliğiyle Kinect sensor donanımından yararlanılırken geliştirilen denetim mekanizmalarıyla da sistem üzerindeki kullanıcı kontrolünün sezgisel olarak iyileştirilebilirliği araştırılmıştır.

Önerilen DFBK yönteminin diğer matematiksel model ve bulanık kontrol yöntemlerine kıyasla sezgisel olarak kullanıcı kontrolü üzerinde olumlu etkileri tespit edilmiştir. Bu olumlu etkilerden en önemlisi savrulma durumunu önleme yeteneğidir. Dönüş sayılarının ve dönüşlerin keskinliğiyle diğerlerine nazaran daha zor takip edilebilen hedefler (zor takip rotaları) olması durumunda yöntemin etkinliği daha da ön plana çıkmaktadır. DFBK yönteminde uçak modelinin yaptığı seri hareketler zor rotalarda feromon maddesinin birikmesine neden olmaktadır. Bu da bulanık kümelerin değer aralıklarını azaltarak bulanık kurallar arasındaki geçişlerin daha seri bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. İhtiyaç duyulduğu anda ki bu seri geçişler de zor rotalarda uçak modelinin daha çabuk istenen rotaya girerek savrulmasını engellemektedir. Savrulma azaldığında ise içeriden dönüşler sayesinde hedefe daha çabuk ulaşabilmektedir. Feromon buharlaşma hızı azaltıldığında önceki feromonlar buharlaşmadan sanal karıncalar yeniden feromon bıraktıkları için feromon maddesinin birikme hızı artmaktadır. Bu da DFBK yönteminin bulanık kurallar arasındaki seri geçişler için ihtiyaç duyduğu bulanık kümelerin değer aralıklarının azaltılmasını hızlandırmaktadır. Bu sayede feromon buharlaşma hızının azaltılması DFBK yönteminin etkinliğini daha da arttırmakta ve etkin sonuç vermektedir.

Sonraki çalışmalarda hedef takip rotalarının genel olarak zorluk seviyesinden ziyade özel olarak kullanıcının hangi tür eylemleri sonucunda daha başarılı sonuçlar verebildiği üzerinde çalışılabilir. Elde edilecek sonuçlar kullanılarak bu çalışmada önerilen DFBK yönteminin en verimli olduğu durumlarda devreye girmesi sağlanarak daha kararlı bir kontrol mekanizması elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Akkemik, «Sayısal Oyunlarda Etkileşim Tasarımının Rolü,» Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [2] O. Özcan, İnteraktif Media Tasarımında Temel Adımlar, İstanbul: Pusula Yayıncılık, 2008, p. 4.
- [3] H. Yüksel, *İnsan Hareketinin Algılanmasından Yeni Bir Teknoloji Platformu: KINECT*, Antalya: Akademik Bilişim, 2013.
- [4] Y.-H. Chang, C.-W. Chang, C.-W. Tao, H.-W. Lin ve J.-S. Taur, «Fuzzy sliding-mode control for ball and beam system with fuzzy ant colony optimization,» *Expert Systems With Applications*, cilt 3, no. 39, pp. 3624-3633, 2012.
- [5] C. Tao, «Fuzzy control for linear plants with uncertain output backlashes,» *IEEE Transactions On Systems Man And Cybernetics Part B-Cybernetics*, cilt 3, no. 32, pp. 373-380, 2002.
- [6] B. Bunday, *Basic Optimization Methods*, London: Edward Arnold Ltd, 1984.
- [7] D. Kahaner, C. Moler ve S. Nash, «Numerical Methods and Software,» *Englewood Cliffs: Prentice Hall*, 1989.
- [8] T. F. Edgar, D. M. Himmelblau ve L. S. Lasdon, *Optimization of Chemical Processes*, McGraw-Hill New York, 2001.
- [9] C. Kübat, *Yöneylem Araştırması*, Ankara: 8. Ulusal Kongresi, 1983.
- [10] S. Rao, *Optimization Theory and Applications*, 2 dü., Halsted, Inc., 1978.
- [11] «Optimizasyon Nedir?,» 29 Mart 2010. [Çevrimiçi]. Available: <https://nenedir.com.tr/optimizasyon-nedir/>. [Erişildi: 2 Haziran 2018].
- [12] İ. Kara, «Yöneylem Araştırması, Doğrusal Olmayan Modeller,» Anadolu Üniversitesi Basımevi, Eskişehir, 1986.
- [13] A. Ghanbari, S. M. Kazemi, F. Mehmanpazir ve M. M. Nakhostin, «A cooperative ant colony optimization-genetic algorithm approach for construction

- of energy demand forecasting knowledge-based expert systems.,» *Knowledge-Based Systems*, cilt 39, pp. 194-206, 2013/2/1.
- [14] J. Casillas, O. Cordon ve F. Herrera, «Learning fuzzy rules using ant colony optimization algorithms,» *Proc. 2nd International Workshop on Ant Algorithms*, pp. 13-21, 2000/9/8.
- [15] C.-F. Lu, C.-H. Hsu ve C.-F. Juang, «Coordinated control of flexible AC transmission system devices using an evolutionary fuzzy lead-lag controller with advanced continuous ant colony optimization,» *IEEE Transactions on Power Systems*, cilt 28, no. 1, pp. 385-392, 2013/2.
- [16] O. Castillo, H. Neyoy, J. Soria, M. García ve F. Valdez, «Dynamic fuzzy logic parameter tuning for ACO and its application in the fuzzy logic control of an autonomous mobile robot,» *International Journal of Advanced Robotic Systems*, cilt 10, no. 1, p. 51, 2013/1/17.
- [17] J. Van Ast, R. Babuska ve B. De Schutter, «Fuzzy ant colony optimization for optimal control,» *American Control Conference, 2009. ACC'09.*, pp. 1003-1008, 2009/6/10.
- [18] A. A. Süzen, «Kinect Teknolojisi Kullanılarak Engelliler İçin Ev Otomasyonu,» Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2012.
- [19] Z. Zhang, «Microsoft kinect sensor and its effect,» *IEEE multimedia*, cilt 19, no. 2, pp. 4-10, 2012/2.
- [20] E. Yükseltürk, S. Altıok ve Z. Başer, «Kinect Teknolojisi İle Oyun Tabanlı Öğrenmeyi Yabancı Dil Eğitiminde Kullanma,» *Educational Technology & Society*, cilt 21, no. 3, p. 159–173, 2018.
- [21] E. Yükseltürk, H. Erbay ve M. Kutlu, «Spor Bilimlerinde Hareket Yakalama Teknolojisi: Kinect ile Üç Boyutlu Sanal Spor Platformu,» *Spor Hekimliği Dergisi*, cilt 52, no. 4, pp. 155-162, 2017.
- [22] A. Al-Naji ve J. Chahl, «Detection of Cardiopulmonary Activity and Related Abnormal Events Using Microsoft Kinect Sensor,» *Sensors*, cilt 18, no. 3, p. 920, 2018.

- [23] Y.-J. Chang, S.-F. Chen ve J.-D. Huang, «A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities,» *Research in developmental disabilities*, cilt 32, no. 6, pp. 2566-2570, 2011/11/1.
- [24] R. A. Clark, Y.-H. Pua, K. Fortin, C. Ritchie, K. E. Webster, L. Denehy ve A. L. Bryant, «Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control,» *Gait & posture*, cilt 36, no. 3, pp. 372-377, 2012/7/1.
- [25] K. Khoshelham ve S. O. Elberink, «Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications,» *Sensors*, no. 12, pp. 1437-1454, 2012.
- [26] P. Henry, M. Krainin, E. Herbst, X. Ren ve D. Fox, «RGB-D mapping: Using Kinect-style depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments,» *The International Journal of Robotics Research*, cilt 31, no. 5, pp. 647-663, 2012/4.
- [27] L. Xia, C.-C. Chen ve J. K. Aggarwal, *Human detection using depth information by kinect*, Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2011 IEEE Computer Society Conference on, 2011/6/20, pp. 15-22.
- [28] L. A. Schwarz, A. Mkhitarian, D. Mateus ve N. Navab, «Human skeleton tracking from depth data using geodesic distances and optical flow,» *Image and Vision Computing*, cilt 30, no. 3, pp. 217-226, 2012/3/1.
- [29] S. Izadi, D. Kim, O. Hilliges, D. Molyneaux, R. Newcombe, P. Kohli, J. Shotton, S. Hodges, D. Freeman, A. Davison ve A. Fitzgibbon, *KinectFusion: real-time 3D reconstruction and interaction using a moving depth camera*, Santa Barbara: Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology, 2011/10/16, pp. 559-568.
- [30] I. Oikonomidis, N. Kyriazis ve A. A. Argyros, «Efficient model-based 3d tracking of hand articulations using kinect.,» *BmVC*, cilt 1, no. 2, p. 3, 2011/8/29.
- [31] H. Kıvrak, «İşaret Dili Hareketlerinin Bir İnsansı Robot Tarafından Taklit Yoluyla Gerçeklenmesi ve Öğrenilmesi,» Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [32] «Motion Capture,» Creative Technology, [Çevrimiçi]. Available: <https://lukebeech.wordpress.com/motion-capture/>. [Erişildi: 3 Aralık 2015].
- [33] «Products,» Synertial, [Çevrimiçi]. Available: <http://synertial.com/products/>. [Erişildi: 4 Aralık 2015].

- [34] B. Bodenheimer, C. Rose, S. Rosenthal ve J. Pella, The process of motion capture: Dealing with the data, Computer Animation and Simulation'97, 1997, pp. 3-18.
- [35] K. Winchester, «Kane Winchester's Blog,» [Çevrimiçi]. Available: <http://kanewinchester.blogspot.mx/2013/01/>. [Erişildi: 4 Aralık 2015].
- [36] PrimeSense, [Çevrimiçi]. Available: <http://www.primesense.com/>. [Erişildi: 14 Aralık 2011].
- [37] «Kinect,» Microsoft, [Çevrimiçi]. Available: <http://www.xbox.com/en-us/kinect/>. [Erişildi: 14 Aralık 2011].
- [38] M. Kotan, «Sanal Giysi Deneme Kabini Uygulaması İçin Kinect İle İnsan Modeli Oluşturma Ve Kontrolü,» Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2014.
- [39] K. Orland, «News-Microsoft Announces Windows Kinect SDK For Spring Release,» *Gamasutra, March*, cilt 16, 2011.
- [40] S. Erap, «Gesture Based PC Interface with Kinect Sensor,» Tallinn University Of Technology, Tallinn, 2012.
- [41] E. Öztemel, Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, 2003.
- [42] L. Zadeh, «Fuzzy sets,» *Information and control*, cilt 8, no. 3, pp. 338-353, 1965.
- [43] S. Soygüder, «Zıplayarak Yürüyen Çok Bacaklı Robotların Dinamik Modeli Ve Yapay Zeka Algoritmaları İle Denetimi,» Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2009.
- [44] D. Karaboğa, Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2011.
- [45] J. Casillas, O. Cordón, I. Fernández de Viana ve F. Herrera, «Learning cooperative linguistic fuzzy rules using the best–worst ant system algorithm.,» *International Journal of Intelligent Systems*, cilt 20, no. 4, pp. 433-452, 2005.
- [46] A. A. Süzen, WPF ile Programlama, Kodlab Yayınevi, 2011.
- [47] A. A. Süzen ve K. Taşdelen, «Kinect Teknolojisi Kullanılarak Engelliler İçin Ev Otomasyonu,» *Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, cilt 5, no. 2, pp. 122-131, 2012.

- [48] A. Taşdelen, Windows Presentation Foundation, İstanbul: Pusula Yayınevi, 2010.
- [49] C. Sells ve I. Griffiths, Programming WPF: Building Windows UI with Windows Presentation Foundation, O'Reilly Media, Inc., 2007.
- [50] M. A. Stoecker, MCTS Self-Paced Training Kit (Exam 70-502): Microsoft. NET Framework 3.5 Windows Presentation Foundation, Microsoft Press, 2008.
- [51] J. Sharp, Adım Adım Microsoft Visual C# 2008, Ankara: Arkadaş Yayın Evi, 2009.
- [52] S. Algan, Her Yönüyle C#, İstanbul: Pusula Yayıncılık, 2009.

