



**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE KORUNAN  
ALANLARDA KAYNAK DEĞERİ OLUŞTURAN  
YABAN HAYVANLARININ ENVANTERİNE  
YÖNELİK TÜR VE SAYI TESPİTİ YAPILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Kadir KAYA**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. İsmail YABANOVA**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**Kasım 2017**

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE KORUNAN ALANLARDA  
KAYNAK DEĞERİ OLUŞTURAN YABAN HAYVANLARININ  
ENVANTERİNE YÖNELİK TÜR VE SAYI TESPİTİ YAPILMASI**

**Kadir KAYA**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. İsmail YABANOVA**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Kasım 2017**

## TEZ ONAY SAYFASI

**Kadir KAYA** tarafından hazırlanan “**Görüntü İşleme Tekniği İle Korunan alanlarda Kaynak Değeri Oluşturan Yaban Hayvanlarının Envanterine Yönelik Tür Ve Sayı Tespiti Yapılması**” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 24/11/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Yrd. Doç. Dr. İsmail YABANOVA

**İmza**

**Başkan** : Prof. Dr. Hasan Çimen  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Kubilay TAŞDELEN  
Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. İsmail YABANOVA  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
...../...../..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. İbrahim EROL  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**24/11/2017**

**Kadir KAYA**

**ÖZET**  
Yüksek Lisans Tezi

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE KORUNAN ALANLARDA KAYNAK DEĞERİ  
OLUŞTURAN YABAN HAYVANLARININ ENVANTERİNE YÖNELİK TÜR VE  
SAYI TESPİTİ YAPILMASI**

Kadir KAYA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. İsmail YABANOVA

Bu araştırmada, korunan alanlarda sabit bir kameradan elde edilen görüntülerden ülke ekonomisine av turizmi ile katma değeri olan yaban hayvanlarının tür tespiti yapılarak sayımının yapılmasına yönelik görüntü işleme tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Gerçek zamanlı fotokapan videolarından alınan görüntü sahnelerinden önce gauss karma modelleri (GMM) tekniği kullanılarak arka plan görüntüsü çıkarılmıştır. Sonra videonun arka plan ve ön plan görüntülerinden yaban hayvanlarının fiziksel ve renksel öznitelikleri çıkarılmıştır. Hareketliliğin çok olduğu doğal yaşamda anlık elde edilen gerçek zamanlı kompleks bir görüntü sahnesinde geliştirilen alan testi, öznitelik testi ve renk testi kriterleri ile hedeflenen yaban hayvanın tespit edilmesi sağlanmıştır. Yaban hayvanı tür tespitinde %100 doğruluk oranı elde edilmiştir. Yüksek başarı oranının yakalanması için destek vektör makineleri (DVM) ve yapay sinir ağı (YSA) tekniği ile karşılaştırmalı olarak sınıflandırma yapılmıştır. Son olarak anlık görüntüde etiketlenen hayvanın takibi ve sayımı yapılmıştır. Geliştirilen yöntemler ile yaban hayvanı envanterine yönelik tür tespitinin %100 başarı oranı ile insan gücüne gerek duymadan, daha düşük maliyetli kamera sistemleri ve bilgisayar yazılımı ile yapılabileceği görülmüştür.

**2017, x + 59 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Hayvan İzleme ve Sınıflandırma, Hayvan Renk Sınıflandırması, Vahşi Hayvanlar Sınıflandırması, Görüntü İşleme, Bilgisayar Görme, Nesne Tanıma, Görüntü Sınıflandırma

**ABSTRACT**  
M.Sc. Thesis

**IMAGE PROCESSING TECHNIQUES IN THE PROTECTED AREAS THAT MAKE  
UP THE VALUE OF THE RESOURCE IDENTIFIED BY MAKING THE TYPE  
AND NUMBER FOR THE INVENTORY OF WILD ANIMALS**

Kadir KAYA

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical and Electronics Engineering

**Supervisor:** Asst. Prof. İsmail YABANOVA

In this study, an image processing based assistant system was developed for the detection of wild animals which are added value with hunting tourism to the country's economy from the images obtained from a fixed camera in the protected areas. A background image was extracted using gaussian hybrid models (GMM) technique before image scenes taken from real-time photocapane videotapes. Then, from the background and foreground images of the video, physical and color attributes of wild animals were extracted. In a real-time complex image scene that is instantaneous in nature, where there is a lot of movement, developed field test, feature test and color test criteria are used to determine the targeted wild animal. 100% accuracy rate was obtained for wild animal species detection. In order to capture the high throughput rate, classification was made with support vector machines (DVM) and artificial neural network (YSA) technique. Finally, the snapshot was tagged and counted. With the developed methods, it has been seen that species determination for wild animal inventory can be done with lower cost camera systems and computer software without the need of human power with 100% success rate.

**2017, x + 59 pages**

**Keywords:** Animal Tracking and Classification, Animal Color Classification, Classification of Wild Animals, Image Processing, Computer Vision, Object Recognition, Image classification

## TEŞEKKÜR

Tezimin planlanmasında ve gerçekleştirilmesinde büyük emeği olan tecrübesini bilgisini ve hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen ve her türlü kolaylığı gösteren Sayın Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. İsmail YABANOVA'ya teşekkür ederim.

Tez aşamasında değerli katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Güray SONUGÖR hocama teşekkürümü borç bilirim.

Tez süreci boyunca her türlü fedakarlığı bana gösteren bitanecik eşim Sevda KAYA'ya ve yaşam kaynağım olan bitanecik kızım Zehra Melek KAYA'ya , duaları ile en büyük desteği veren annem Nurten KAYA'ya ve babam Hıdır KAYA'ya ayrıca çalışma hayatımdaki tüm mesai arkadaşlarıma, özellikle de üstün hayal gücü ile çalışmalarımın yönlenmesine katkıda bulunan değerli arkadaşım Enes KAYTANCI'ya desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Kadir KAYA  
AFYONKARAHİSAR, 2017

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

|  |      |
|--|------|
| ÖZET .....   | i    |
| ABSTRACT .....   | ii   |
| TEŞEKKÜR .....   | iii  |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....  | iv   |
| KISALTMALAR DİZİNİ .....   | vi   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | vii  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....   | viii |
| RESİMLER DİZİNİ .....  | ix   |
| 1. GİRİŞ .....   | 1    |
| 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....   | 5    |
| 2.1 Görüntü İşleme Tekniği ile Hareketli Nesne Tespiti.....                          | 5    |
| 2.1.1 Arka Plan Farkı Yöntemi.....   | 5    |
| 2.1.1.1 Gauss Fonksiyonları Karışımı Yöntemi (GMM).....                              | 6    |
| 2.1.2 Çerçeve Farkı Yöntemi .....  | 10   |
| 2.1.3 Optik Akış Yöntemi .....   | 10   |
| 2.2 İkili Görüntüde Temel Morfolojik İşlemler.....                                   | 11   |
| 2.2.1 Yayma ve Aşındırma .....   | 11   |
| 2.2.2 Açma ve Kapama .....   | 12   |
| 2.3 Nesne Tanıma .....   | 14   |
| 2.3.1 Yaban Hayvanını Tanımlayan Öznelikler .....                                    | 16   |
| 3. MATERYAL ve METOT .....   | 19   |
| 3.1 Matlab Yazılımı .....  | 19   |
| 3.2 Destek Vektör Makineleri (DVM) .....   | 20   |
| 3.2.1 Destek Vektör Makineleri Yapısı, Eğitilmesi ve Sınıflandırma.....              | 21   |
| 3.3 Yapay Sinir ağları (YSA) .....   | 22   |
| 3.3.1 Yapay Sinir Ağları Yapısı, Eğitilmesi ve Sınıflandırma .....                   | 23   |
| 3.4 Hareketli Nesne Tespiti .....  | 23   |
| 3.4.1 Yöntem 1:Alan Testi İle Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması .....            | 25   |
| 3.4.2 Yöntem 2:Fiziksel Öznelik Testi İle Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması..... | 27   |



|   |    |
|---|----|
| 3.4.3 Yöntem 3:Renksel Öznitelik Testi İle Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması.....   | 29 |
| 3.5 Nesne Tanıma, Sınıflandırma ve Sayma İşlemleri.....   | 35 |
| 3.6 Arayüz Modülü Oluşturma.....  | 39 |
| 3.6.1 Gerçek Zamanlı Video Nesne Tespiti, Tanıma Ve Öznitelik Çıkarma Modülü .....  | 39 |
| 4. BULGULAR.....  | 42 |
| 4.1 Yöntem 1:Alan Testi , Yöntem2:Öznitelik Testi ve Yöntem 3 RGB Renk Testi ile Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması Üzerine Fotokapan Video Çalışması..... | 42 |
| 4.2 Yaban Hayvanı Sınıflandırılmasında DVM ve YSA Sınıflandırıcılarının Başarımlarının Karşılaştırılması Üzerine Yapılan Çalışma.....                         | 48 |
| 4.3 Yöntem 3:Renksel Öznitelikle Sınıflandırma Başarım Oranının Artırılması ....  | 49 |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....  | 54 |
| 6. KAYNAKLAR.....   | 57 |
| ÖZGEÇMİŞ.....   | 59 |

## KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

---

|      |   |
|------|---|
| BM   | Background Modelling  |
| FPS  | Frame Per Second  |
| GMM  | Gaussian Mixture Model  |
| PIR  | Passive Infrared Sensor   |
| RGB  | Red, Green, Blue  |
| DVM  | Support Vector Machine, Destek Vektör Makinaları  |
| YHGS | Yaban Hayatı Geliştirme Sahası  |
| MSN  | Milisaniye  |
| YSA  | Artificial Neural Network   |
| IR   | Infrared (kızılötesi)   |
| SIFT | Scale Invariant Feature Transform, Hızlandırılmış Sağlam Özellikler                       |
| SURF | Speeded Up Robust Features  |
| FAST | Features From Accelerated Segment Test, Hızlandırılmış Segment Testinden Gelen Özellikler |
| LBP  | Local Binary Pattern  |
| HoG  | Histogram of Oriented Gradients, Yönlü Gradyan Histogramı                                 |
| MSER | Maximally Stable Extremal Regions, Maksimum Durağan Uç Bölge                              |

---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

|   |    |
|---|----|
| Şekil 2.1 Nesne tanıma sistemi blok şeması.....                   | 15 |
| Şekil 3.1 Destek vektör makinası algoritmasının uygulanması ..... | 20 |
| Şekil 3.2 Yapay sinir ağları yapısı.....                          | 22 |
| Şekil 3.3 Hareketli nesne tespiti blok diyagramı.....             | 24 |
| Şekil 3.4 Hareketli nesne tanıma blok diyagramı.....              | 30 |
| Şekil 3.5 Tasarlanan sınıflandırıcı mimarisi.....                 | 36 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| <b>Çizelge 3.1</b> Bazı yaban hayvanlarının alan değerleri .....  | 25           |
| <b>Çizelge 3.2</b> 20 metre mesafede tespit edilen erkek ve dişi kızıl geyiğin fiziksel<br>öz niteliklerinin karşılaştırılması.....   | 28           |
| <b>Çizelge 3.3</b> Bazı yaban hayvanlarının ACO değerleri.....  | 29           |
| <b>Çizelge 3.4</b> Bazı yaban hayvanlarının gün ışığında ortalama RGB yoğunluk değerleri..  | 33           |
| <b>Çizelge 3.5</b> Bazı yaban hayvanlarının gün ışığında kamera ve gece görüş kamera<br>görüntülerinden elde edilen ortalama RGB yoğunluk değerleri.....                                    | 34           |
| <b>Çizelge 4.1</b> Yaban hayvanları sınıflandırmasında DVM ve YSA başarı oranı<br>karşılaştırma .....   | 48           |
| <b>Çizelge 4.2</b> Yaban hayvanları sınıflandırılmasında fiziksel öznitelik ile renksel<br>özniteliğin birlikte kullanılmasının nesne tanımda başarıya etkisinin<br>karşılaştırılması ..... | 50           |
| <b>Çizelge 4.3</b> Genel başarı oranı %100 olan YSA sınıflandırıcının sonucu.....   | 52           |
| <b>Çizelge 5.1</b> Yaban hayvanı tür tespiti ve sayım programı performansı.....   | 55           |

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa

|   |    |
|---|----|
| <b>Resim 1.1</b> Akdağ YHGS yaban hayvanı tespiti için fotokapan konumlandırılması .....  | 2  |
| <b>Resim 2.1</b> İkili görüntüde aşındırma ve yayma operatörlerinin uygulanmış hali .....   | 12 |
| <b>Resim 2.2</b> Fotokapan video sahnesinde geyiğin GMM metodu ile çıkarılmış arka plan görüntüsü .....   | 13 |
| <b>Resim 2.3</b> Arka plan görüntüsüne açma ve kapama operatörlerinin uygulanmış hali ....  | 13 |
| <b>Resim 3.1</b> Alan testi ile birden fazla hareketli yaban hayvanının olduğu bir sahnede sadece hedeflenen nesnenin tespit edilmesi .....                       | 26 |
| <b>Resim 3.2</b> Fotokapan videosunda tespit edilen erkek kızıl geyiğin ön plan ve arka plan görüntüsünün çıkartılması.....                                       | 27 |
| <b>Resim 3.3</b> Fotokapan videosunda tespit edilen kızıl geyiğin arka plan görüntüsünün morfolojik uygulamalar ile onarılması.....                               | 28 |
| <b>Resim 3.4</b> Fotokapan videosunda tespit edilen dişi kızıl geyiğin arka plan görüntüsü...28   |    |
| <b>Resim 3.5</b> RGB renksel özneliğinin çıkarılması.....   | 31 |
| <b>Resim 3.6</b> Yaban hayvanı yüzeyinden piksel rengi bilgisi alma.....  | 32 |
| <b>Resim 3.7</b> Örnek bir sahnede işaretlenen piksellerin renk yoğunluk değerleri.....   | 33 |
| <b>Resim 3.8</b> Fotokapanda gece görüş ile tespit edilen yaban hayvanı sahne görüntüsü....   | 35 |
| <b>Resim 3.9</b> Sınıflandırıcıda girdi olarak kullanılan bazı video ve resim çerçeveleri.....  | 38 |
| <b>Resim 3.10</b> Fiziksel ve renksel özneliklerin çıkarılması için imgelerin arka plan görüntüleri.....  | 38 |
| <b>Resim 3.11</b> Sınıflandırılan yaban hayvanlarının takibi ve sayımı .....  | 39 |
| <b>Resim 3.12</b> Video oynatıcı, Nesne tanıma, fiziksel ve renksel öznelik çıkarıcı modül.....   | 40 |
| <b>Resim 4.1</b> Alan testi ve öznelik testi kullanmadan yapılan yanlış yaban hayvanı tespiti ....  | 43 |
| <b>Resim 4.2</b> Resim 4.1 'deki sahnenin GMM yöntemi ile arka plan çıkarımı.....   | 43 |
| <b>Resim 4.3</b> Alan testi ve öznelik testi kullanarak yapılan doğru ve başarılı yaban hayvanı tespiti .....   | 43 |
| <b>Resim 4.4</b> Arka plan görüntüsünde nesne alanında meydana gelen eksiklik örneği....  | 44 |
| <b>Resim 4.5</b> Resim 4.4 'deki sahnede yaban hayvanının yanlış sınıflandırılması .....  | 45 |
| <b>Resim 4.6</b> Resim 4.4 'deki sahnede yaban hayvanı sınıflandırması yapılmayıp alan bütünlüğü sağlandıktan sonra doğru bir şekilde sınıflandırma yapılması.... | 45 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Resim 4.7</b> Alan testi ve öznitelik testinin yetersiz olduğu video sahnesi ile arka plan görünüm.....   | 46 |
| <b>Resim 4.8</b> Alan testi ve öznitelik testi ile hedeflenen yaban hayvanı tür tespiti mümkün olmayan sahnelerin RGB renk testi ile aşılması..... | 47 |
| <b>Resim 4.9</b> RGB renk testi ile hedeflenen canlının tespiti.....   | 47 |
| <b>Resim 4.10</b> Genel başarı oranı % 94.4 olan YSA sınıflandırıcının karışıklık matrisi...51   |    |
| <b>Resim 4.11</b> Genel başarı oranı % 100 olan eğitilmiş YSA sınıflandırıcının yapısı.....  | 52 |
| <b>Resim 4.12</b> Genel başarı oranı % 100 olan eğitilmiş YSA ‘sınıflandırıcının performans grafiği.....   | 53 |



## 1. GİRİŞ

Yaban hayatı doğada mevcut veya sonradan kendiliğinden gelebilen hayvan topluluklarından oluşmaktadır. Ekosistem içerisinde yaban hayatının sürdürülebilir olması gerek insanoğlu gerekse diğer canlılar açısından önem arz etmektedir. Bu da koruma ve kullanım dengesine bağlıdır. Günümüzde çok sayıda canlının nesli hızlı bir şekilde tükenmektedir. Tükenmenin en temel sebebi ise yaban hayvanlarının insan tarafından bilinçsizce avlanması ve yaban hayvanlarının doğal yaşam alanları ile birlikte tahrip edilmesi gelmektedir. Ülkemizde yaban hayatı ekolojisinin korunması için gerek Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler gerekse ülkemizde çıkarılan mevzuatlar gereği korunan alanlar oluşturulmuştur. Bu durumda Türkiye'nin karasal alanlarının %7,24'ü resmi koruma altındadır ( İnt.Kyn.1).

Türkiye'de yaban hayatı koruma çalışmalarının başında Yaban Hayatı Koruma Sahaları (YHKS) ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları (YHGS) gelir. Afyonkarahisar ili Sandıklı ilçesi Akdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası 148.694 dekar olup 2005 yılında korunan alan olarak ilan edilmiştir ( İnt.Kyn.1).

Korunan alanlarda nesli tehlikede olan yaban hayvanlarının denetimi ise envanter çalışmaları ile sağlanmaktadır. Yaban hayatı envanter teknikleri hayvanın doğrudan gözlenmesi veya dolaylı olarak dışkı, iz vs. gibi hayvanın bırakmış olduğu işaretlerin incelenmesi aracılığı ile yapılmaktadır. Yaban hayvanlarının doğrudan sayım teknikleri ile envanterinin yapılabilmesi için bu hayvanların dolaşma, beslenme, geceleme, avlanma vb. gibi günlük aktivitelerinin zaman ve mekânları tespit edilmiş olmalıdır. Bu bilgiler ışığında gözlem noktaları tespit edilmektedir. Ancak Karaca, Kızıl Geyik, Alageyik gibi genellikle uzak görüş olanağı kısıtlı olan ve daha çok kapalı ormanlık sahaları tercih eden hayvanların sayım ve envanter çalışmaları daha zor yapılmaktadır. Bu hayvanların sayımı Gözlek Metodu ile yapılmaktadır. Bu metod ile sayım ekibinde görev alacak kişiler bu hayvanların muhtemel kaçış yollarında bekletilir. Diğer görevliler ise belirli bir mesafeden sesler çıkararak sayımı yapılacak bu hayvanları sayım ekibinin üzerine doğru sürerler. Bu metotta yaklaşık 100 hektarlık bir alanda sağlıklı bir sayım yapılabilmesi için 20-30 arası kişiden oluşan bir insan grubu ile çalışma yapılır (İnt.Kyn.2).

Ülkemizde kaynak değeri olan av turizmi potansiyeline sahip yaban hayatında av hayvanlarından bir türde Kızıl Geyik (*Cervus elaphus*) olup Afyonkarahisar ili Sandıklı ilçesinde Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında koruma altına alınmıştır ve envanter çalışmaları yukarıda bahsedildiği gibi yapılmaktadır. Ayrıca fotokapan denilen digital cihazlar doğal alanlarda fotoğraflanması istenen hayvanların çok bulunduğu mekânlara ve özellikle hayvanların geçiş güzergâhlarına konumlandırılır.



**Resim 1.1** Akdağ YHGS yaban hayvanı tespiti için fotokapan konumlandırılması.

Afyonkarahisar ile Akdağ YHGS kullanılan bu fotokapanların temel özellikleri şunlardır;

- 12 MP kamera çözünürlüğüne sahip
- 1280x720 HD video çözünürlüğüne sahip
- 15 metre menzile sahip PIR (Passive Infrared Sensor) hareket sensörü
- 18 metre gece görüş aydınlatma mevcut

Bu tez çalışmasında geliştirilen yaklaşımlar ile yukarıda bahsedildiği üzere korunan alanlardaki kaynak değeri olan yaban hayvanlarının envanterine yönelik yüksek başarımla tür tespiti ve sayımı yapılması amaçlanmıştır.



Literatürde görüntü işleme tekniği ile vahşi hayvan tespiti, evcil hayvanların tespiti, böcek sınıflandırılması gibi yapılmış olan farklı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda gerek hareketli nesne tespitinde, gerek hayvanlarının tanınması için kullanılan öznelik algoritmalarında gerek ise sınıflandırıcı seçiminde farklı yöntemler denenmiş ve mümkün olan en yüksek doğruluk ile hayvan tespiti yapmaya çalışılmıştır. Tez çalışmamızda geliştirilen alan testi, öznelik testi ve renk testi ile kurt, tilki, yaban atı ve geyik olmak üzere toplam 4 türden oluşan yaban hayvanlarının % 100 doğruluk ile sınıflandırılması, takibi ve sayımı anlatılmıştır.

Yapılan çalışmada Akdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahasına yerleştirilen fotokapan video görüntülerinden, sabit kamera ile çekilmiş türlü türlü video ve fotoğraf görüntüleri üzerinde çalışılmıştır. Uygulama Matlab Computer Vision Toolbox (Bilgisayarlı Görme Araç Kutusu) ortamında geliştirilmiştir.

Gerçek zamanlı video ve görüntü uygulamalarında dinamik nesne tespiti ilk aşama olup sabit ve hareketli kamera durumlarına göre farklı yaklaşımlar ile yapılmaktadır. Literatürde hareketli nesne tespiti için kullanılan temel yöntemlerin çerçeve farkı, arka plan çıkarımı ve optik akış yöntemi olduğu görülür.

Bu tez çalışmasında iki görüntü arasındaki değişimi tespit etmek için arka plan çıkarımı yöntemlerinden biri olan Gauss fonksiyonları metodu (GMM) kullanılmıştır. Kamera sabit olduğu için genelde kararlı sonuç alınır fakat ortamdaki nesne dışında oluşan ışık değişimleri gölge etkisi, kamera titreşimleri ağaç, yaprak, ot oynamaları, sulak alanlardaki su akıntıları, yağış gibi doğal hava olayları arka planda hareketli nesne gibi algılanıp gürültülü piksellere yol açmaktadır. Alan testi yöntemi sayesinde hareketlinin belli mesafeler arasında alabileceği minimum ve maksimum alan değerleri ile görüntü sahnesinde filtreleme yapılmıştır. Bir nevi hareket sensörü ile yapılan mesafe tayini işleminin karşılığı görüntü işlemede kod yazılımı ile yapılmıştır. Öznelik testi yöntemi ile hedeflenen nesne tespitine daha da yaklaşmış olup, RGB renk testi ile yaban hayvanı tespitinin %100 doğruluk ile sınıflandırılıp etiketlendirilmesi sonucu elde edilmiştir.

Diğer bir önemli husus ise başarısı yüksek bir sınıflandırma ile doğru şekilde doğru yöntemle tespit edilen hareketli nesnenin etiketlenilmesidir. Başarılı bir sınıflandırma içinde çeşitli videolardan alınan yaban hayvanları görüntülerinin anlık çerçeve başına fiziksel ve renksel öznitelikleri çıkarılmış sınıflandırma için yapay sinir ağları (YSA) ve destek vektör makineleri (DVM) eğitilmiş, başarı oranları karşılaştırılarak belli bir geometrik şekle ve ölçülere sahip olmayan yaban hayvanlarının en yüksek başarı oranı olan %100 doğruluk ile sınıflandırılması yapılmıştır. Son olarak sınıflandırılıp etiketlenen yaban hayvanlarının video çerçevesinde sınırlayıcı kutu içerisine alınıp takibi ve sayma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Yaban hayvanları gibi geometrik şekli her an değişebilen canlıların tespitinde fiziksel ve renksel özniteliklerin kullanılması ile %100 doğruluk oranının yakalanması yapılacak olan tüm nesne tanıma çalışmalarına örnek olacak, diğer tüm çalışmalarda ve özellikle geometrik şekli belli nesnelerin tespitinde başarı oranını yükseltecektir.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 Görüntü İşleme Tekniği ile Hareketli Nesne Tespiti

Hareketli nesne tespiti doğru bir şekilde yapılması bilgisayarlı görme uygulamalarının en önemli basamağını oluşturur. Nesne sınıflandırılması ve nesne takibi için ilk adım nesne tespittir. Çünkü yapılacak işin başarısı direk ilk adım olan nesne tespiti yapılılabilesine bağlıdır.

Hareketli nesne tespiti için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar genel olarak 3 grupta incelenir. Bunlar; Arka plan farkı yöntemi, Optik akış yöntemi ve Çerçeve farkı yöntemidir.

#### 2.1.1 Arka Plan Farkı Yöntemi

Arka plan çıkarma yöntemi sahnede hareketli ön plan nesnelere algılamak için çok kullanışlı popüler bir yöntemdir. Sabit kameradan alınan video görüntüsünde arka plan elde edilir ve arka plandaki değişiklik hareketli nesne olarak adlandırılır. Fakat arka plandaki ufak değişikliklerinde hareketli nesne olarak algılanmaması için bir eşik değeri karşılaştırma yapılır. Herhangi bir  $I(x,y)$  pikseli için arka plan farkı yöntemi Denklem 2.1'de gösterildiği gibi ifade edilir.

$$|\text{Mevcut Çerçevdeki } I(x,y) - \text{Arka Plan Modelindeki } I(x,y)| < T \quad (2.1)$$

Bu görüntülerden birisi durağan bileşenlerden oluşan referans görüntüsü diğeri ise aynı durağan bileşenlerle beraber hareketli nesnelere olduğu görüntüdür. Ancak arka plan çıkarma yöntemi her ne kadar basit olsa da gerçek uygulamalarda çeşitli olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Arka plan çıkarımında bu zorluklarla başa çıkabilmek için bir çok algoritmalar geliştirilmiştir. Arka plan farkı yöntemi üzerine yapılan testlerde arka planda nesnenin tümünün değil belli bir kısmının tespit edildiği veya çıkarımında aksaklıklara sebep olacak 3 temel neden ortaya çıkmıştır. Bunlar:

1. Sahnede aydınlatma şiddetindeki değişimler, nesnelerin yüzeyindeki yansımalar
2. Kameranın sabit durmaması,(titremesi, hareket etmesi vs.)
3. Hareketli arka plan (rüzgar ile yaprak oynamaları, sudaki dalgalar vs.)

### **2.1.1.1 Gauss Fonksiyonları Karışımı Yöntemi (Gaussian Mixture Method-GMM)**

Arka plan çıkarımında geliştirilen algoritmalarından en popüler olanı GMM metodudur. Yöntem zaman içerisinde sabit olmayıp değişen arka planın gerçek zamanlı tespit edilebilmesi arka planının yavaş yavaş adapte edilmesi yaklaşımı üzerinedir. Böyle bir yaklaşıma uyarlanabilir arka plan yaklaşımı denir. Sahnedeki değişimleri temsil etmek için gauss karışım modelleri kullanılır ve olasılıksal bir yaklaşım ile ön plan nesnelere tespit eder.( Stauffer and Grimson 1999)

Stauffer ve Grimson (1999) Gauss karışım modeli metodu ile zamanlı nesne tespiti için yaptığı çalışmada basit bir en/boy oranı kullanarak 10 dakikalık sahne görüntüsünde bu yöntemle 33 araç ve 34 insan takibini başarılı bir şekilde gerçekleştirmiştir. Modelle ilgili tüm süreci adım adım ele almıştır.

(Xu, Dong and Zhang 2016) yaptıkları çalışmada video analizinde arka plan çıkarımı metodlarını incelemiş ve deneylerle avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırmıştır. Literatüre bakıldığında bu konuda yapılmış diğer çalışmalara nazaran her bir yöntemin sağlamlığı aydınlatma değişikliği, hareketli arka plan şartlarında (ağaç sallantıları, yanıp sönen ışıklar, su dalgalanmaları vs.), gölgeler (hareketli veya hareketsiz nesne gölgeleri), kamera titremesi gibi deneysel sonuçlara tabi tutulmuştur. Ön planda ve arka planda doğru-yanlış işaretlenmiş piksel sayıları ile doğruluk oranları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Kötü hava koşulları, dinamik arka plan, termal video ve düşük kare hızına sahip videoların işlenmesinde GMM metodu daha yüksek performans sonuçları vermiştir. Genel değerlendirmeye bakıldığında ise GMM yanlış sınıflandırma PWC (percentage of wrong classification) %1.5098 oranı ile yüksek bir başarı sağlamıştır.

Ayrıca arka plan yöntemi seçerken diğer bir önemli kriter bellek tüketimi ve zaman faktörüdür.

Yapılan bu çalışmada GMM metodu, boyutları 720x480 piksel ve saniyedeki ortalama kare hızı 25 fps olan bir videoya uygulanmış, hafızada 42.8 MB yer kaplamış yöntemin ikinci saniyesinde 14.7 kare karşılaştırması yaparak en iyi zaman performansı ile en düşük bellek gereksinimi ortaya konmuştur. Sabit kamerada gösterdiği yüksek performans başarısı, düşük bellek gereksinimi ve diğer metotlara göre daha yüksek işleme hızından dolayı bu tez çalışmasında yaban hayvanı tespitinde GMM metodu kullanılmıştır.

Bu algorithmada sahnenin istatistiklerini temsil etmek için karışım modelleri kullanılır. Herhangi bir resimde tüm pikseller bağımsız olarak değerlendirilir. Her pikselin ön veya arka plana ait olması şeklinde yerinin belirlenmesi bir grup gauss fonksiyonu tarafından belirlenir. Her bir gauss fonksiyonu kırmızı yeşil ve mavi olmak üzere 3 ana renge karşılık gelen en az 3 ortalama değer seti ile belirlenir.

Gauss karışım modeli birbirinden bağımsız birden fazla gauss fonksiyonu dağılımının karışımı (K) ile modellenir. Stauffer ve Grimson tarafından yapılan hesaplamalarda K'nın 3-5 arası bir değer alınmasını önerilmiştir. Bu nedenle basit iç mekân sahneleri için küçük bir K değeri yeterlidir, örneğin K = 3. Ancak karmaşık sahneler için genellikle 3, 4, 5 olmak üzere daha büyük bir K'ye ihtiyaç vardır.

Stauffer ve Grimson'nun keşfettiği GMM metodunda pikselin ön plana ya da arka plana ait olduğu Denklem 2.2 'de yer alan eşleme testi ile belirlenir. (t+1) zamanında yeni gelen çerçevede her x pikseli için bir eşleşme testi yapılır. Denklem 2.2 'de yer alan  $\sigma_i$  çan eğrisi şeklindeki gauss fonksiyonlarında varyans olup çanların genişliğini belirtir,  $\mu_i$  ise çanlarda ortalama değer ifade eder. Diğer denklem gruplarında geçen  $w_i$  ise model ağırlığı olup çanların yüksekliğini belirtir.

$$|(x_{t+1} - \mu_{i,t})| < 2.5 \sigma_{i,t} \quad (2.2)$$

Bir pikselin gauss fonksiyonları ile eşlenebilmesi için yeni görüntüde gelen pikselin gauss fonksiyonu bileşeni ile önceki pikselin gauss fonksiyonu ortalama değerinin farkının mutlak değeri kabul gören çan genişliği yani varyansın ( $\sigma$ ) 2.5 katından küçük olmalıdır.

Bu test sonucu iki durum ortaya çıkar:

- 1) Gauss fonksiyonları x pikseli ile eşleşirse piksel arka plan olarak sınıflandırılır.
  - 2) Gauss fonksiyonları x pikseli ile eşleşmezse piksel ön plan olarak sınıflandırılır.
- Bu aşamada bir ikili maske elde edilir. Sonraki ön plan algılamasının yapılabilmesi için  $w$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$  parametreleri güncellenir.

Eşleme testi sonucu her 2 durumda da ön plan algılama şu şekilde gerçekleşir:

Durum 1: eşleşen bileşen için Denklem (2.3), (2.4), (2.5) parametreleri güncellenir.

$$w_{i,t+1} = (1 - \alpha)w_{i,t} + \alpha \quad (2.3)$$

$$\mu_{i,t+1} = (1 - \rho)\mu_i + p_{t+1} \quad (2.4)$$

$$\sigma_{i,t+1}^2 = (1 - \rho)\mu_i + p_{t+1} \quad (2.5)$$

Denklem (2.3)'te geçen  $\alpha$  kullanıcı tarafından belirlenen öğrenme hızı olup modelin değişken koşullara ne kadar hızlı uyum sağladığını denetler. Denklem (2.4) ve (2.5)'te geçen  $\rho$  ise parametreler için öğrenme hızı olup sabittir. İki öğrenme hızı arasında Denklem (2.6)'daki gibi bir ilişki vardır.

$$\rho = \alpha \cdot \eta(p_{t+1} | \mu_{i,t}, \sigma_{i,t}) \quad (2.6)$$

Eşleşme, kalan (K-1) gauss fonksiyonu için aşağıdaki şekilde güncellenir.  $\mu$  ve  $\sigma$  sabit kalır.

$$w_{i,t+1} = (1 - \alpha)w_{i,t} \quad (2.7)$$

$$\mu_{i,t+1} = \mu_{i,t} \quad (2.8)$$

$$\sigma_{i,t+1}^2 = \sigma_{i,t}^2 \quad (2.9)$$

Durum 2: Gauss fonksiyon modellerinden hiçbiri ile eşleşme olmaz ise K adet gauss fonksiyonu var olma olasılıklarına göre yeniden düzenlenir. Parametre güncellemesi yapıldıktan sonra ön planda algılama tekrar yapılabilir. Güncelleme yapıldıktan sonra tüm gauss ağırlıkları normalleştirilir.

$$w_{k,t+1} = \text{düşük öncelikli ağırlık} \quad (2.10)$$

$$\mu_{k,t+1} = \mu_{i,t} \quad (2.11)$$

$$\sigma_{k,t+1}^2 = \text{büyük başlangıç değişimi (varyansı)} \quad (2.12)$$

Arka plan algılama ise şu şekilde gerçekleşir:

Stauffer ve Grimson bileşenlerde  $r = w / \sigma$  oranına bakılması kriterini getirdi. Arka plan pikselinin tipik özelliği bileşenler düşük varyans (çan genişliği, değişim) değerine ve yüksek ağırlık değerine sahip olmasıdır. Çünkü hareketli cisimlere kıyasla hareketsiz bileşenlerde varyans daha düşüktür hatta değeri hemen hemen sabittir.

Gauss fonksiyonları dağılımlarına Denklem (2.13)'teki T eşik değeri uygulanır. Bu eşitliği sağlayan ve minimumu  $w_i$  düşük ağırlıklı olan pikseller arka plan pikselleri olarak belirlenir.

$$B = \arg \min_b \left( \sum_{i=1}^b \omega_i > T \right) \quad (2.13)$$

### 2.1.2 Çerçeve Farkı Yöntemi

Hareketli nesnelere tespit etmek için uygulanan bir diğer yöntem çerçeve farkı yöntemidir. Bu yöntemde arka arkaya gelen iki çerçeve arasındaki fark alınır. Çıkan fark belirli bir eşdeğerle karşılaştırılarak hareketli nesne tespiti yapılır (Karasulu 2010). Fark alma yöntemi Denklem (2.14)' te gösterildiği gibi ifade edilir.

$$| \text{Çerçeve } I(x,y,t) - \text{çerçeve } I(x,y,t-1) | < T \quad (2.14)$$

Çerçeve farkı yönteminin uygulanışı oldukça kolaydır. Fakat bu yöntemde başarı oranı düşüktür. Çünkü hareketli ön piksellerin belirlenmesi için nesnenin sürekli hareket etmesi gerekmektedir. Ayrıca hareketli nesnenin saniyedeki çerçeve sayısı fps (frame per second) olan bir video çekiminde çerçeve periyodu (1/fps) den daha uzun süre hareketsiz kalması durumunda da nesne arka plan parçası gibi algılanır. Bu yöntemde en önemli parametre eşik değerinin belirlenmesidir. Eşik değerin belirlenmesi deneme yanılma yöntemiyle yapılabilir. Literatürde arka planının ön plandan ayrılmasında en iyi eşik değeri belirleyen otsu yöntemi genellikle tercih edilmektedir.

### 2.1.3 Optik Akış Yöntemi

Optik akış yönteminin arka plan çıkarma yöntemine göre en büyük avantajı hareketli nesne kamera hareketinden bağımsız olarak hesaplanıp bulunur. Yani hareketli kamera görüntülerinde bu yöntem tercih edilir. Bu yöntemde bir sonraki çerçevede hareketlinin yer tespitinin yapılması için piksellere ait yön ve şiddet değerlerini içeren hız vektörleri elde edilir. Yani amaç hareket alanına yaklaşımı hesaplamaktır. Hız vektörlerinin tahmin edilmesi için de bazı varsayımlardan yararlanır. Bu varsayımlardan en temeli görüntü parlaklığının sabit olması varsayımdır. Eğer görüntü çerçeveleri arasında piksele ait parlaklık değeri sabit kalıyorsa o nesneye ait piksel hareketsiz piksel olarak kabul edilir. Bu varsayımlardan farklı olarak seçilen pikselin konumunun çok az değişmesi ve pikselin komşu piksellerle aynı v hızı ile hareket edeceği varsayımlarından da yararlanır. Tüm varsayımlarda hareketli piksellerin hızları türev operatörü kullanılarak belirlenir. Bu yöntemde matematiksel hesap yoğunluğu fazla olduğundan dolayı uygulaması zordur.



## 2.2 İkili Görüntüde Temel Morfolojik İşlemler

İkili görüntüde özellikle nesne tanıma ve sınıflandırma işlemlerinde nesne tespitinden sonra gelen en önemli konu tespit edilen nesnenin özelliklerinin doğru bir şekilde çıkarılmasıdır. Bazen çevresel faktörlerden (ortamdaki ışık yoğunluğu değişimi, hava olayları vs.) bazen hareketli nesneden (nesne yüzeyinden ışığın yansımaları, nesnenin gölgelik alanına girmesi vs.) hareketli bazen de kamera özelliklerinden (gece görüş olmaması, görüntü çözünürlüğünün az olması) kaynaklı hareketli nesne tespitinde elde edilen ikili görüntülerde eksik piksellerin olduğu gözlemlenmektedir. Bu da ikili görüntüde nesnenin yanlış tanınmasına ve etiketlendirmenin yanlış olmasına yol açmaktadır. Doğal veya dolaylı olarak ikili görüntüde meydana gelen bu piksel eksikliklerinin giderilmesi ikili görüntüde bazı temel morfolojik işlemler yapılır. Morfolojik işlemlerde temel mantık önceden belirlenmiş bir piksel grubunu görüntü üzerinde gezdirip uyumlu veya uyumsuz piksellere matematiksel bazı işlemlerin yapılmasıdır.

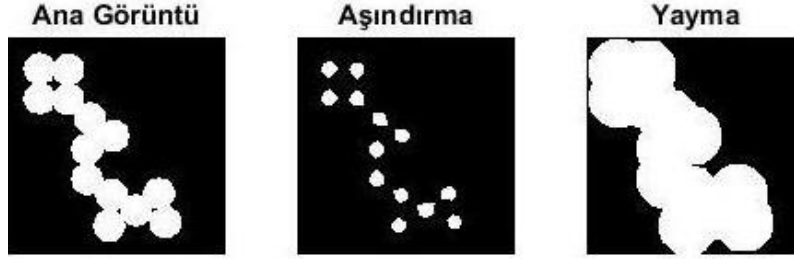
### 2.2.1 Yayma (Erosion) ve Aşındırma (Dilation)

En temel morfolojik işlemler genişleme ve aşındırmadır. Bu iki işlem uygulamada birbirinin zıttı sonuçlar verir. Genleşme işlemi nesnenin sınırlarına piksel ekleyerek genişlemesine yarar. Aşındırma ise tersine nesne sınırındaki pikselleri kaldırır.

$Z^2$  uzayında verilen  $A$  ve  $B$  kümeleri için genişleme işlemi  $A \oplus B$  şeklinde gösterilir.  $A \oplus B = [(B')_z \cap A] \subseteq A$  şeklinde tanımlanır.  $A$ 'nın  $B$  ile yayılması olarak adlandırılır. Burada  $A$  kümesi işlenecek imgeyi  $B$  kümesinde yapı elemanının temsil eder.  $B'$  gösterimi burada  $B$  kümesinin tümleyeni demektir. Yapı elemanı yaymanın nasıl yapılacağını belirler. Her yapı elemanının bir merkez noktası olup işlenecek resmin her pikseli bu noktaya oturtularak işlem yapılır. Yayma işleminde yapı elemanı görüntü üzerinde dolaşırken yapı elemanının merkezi ile obje çakıştığı anda yapıtaşı elemanı kadar ana görüntüde genişleme olur. Yani her piksel yapı elemanı kadar büyür.

$Z^2$  uzayında verilen  $A$  ve  $B$  kümeleri için aşındırma işlemi  $A \ominus B$  şeklinde gösterilir ve  $A$ 'nın  $B$  ile aşınması olarak adlandırılır. Aşınma işleminde yapı elemanı görüntü üzerinde

dolaşırken yapı elemanı merkezi ile obje çakıştığı anda yapı elemanının merkez noktası dışındaki yerler arka plan halini alır.



**Resim 2.1** İkili görüntüde aşındırma ve yayma operatörlerinin uygulanmış hali.

Morfolojik işlemlerde yapı elemanı ana görüntüde yayma veya aşındırma işlemi yapılacak nesnenin biçimine göre kare dikdörtgen dairesel vs. biçimde oluşturulabilir. Resim 2.1’de ana görüntüye önce 11 piksel yarıçapında dairesel yapı elemanı ile aşındırma işlemi uygulanmış sonra da 16 piksel yarıçapında dairesel yapı elemanı ile yayma işlemi uygulanmıştır.

### 2.2.2 Açma(Opening) ve Kapama (Closing)

Ana imge üzerinde aşınma işleminin ardından yayma işlemi uygulanması sonucu yeni bir morfolojik işlem olan açma işlemi elde edilir. A kümesinin B yapı elemanı tarafından açılması  $A \circ B$  şeklinde gösterilir ve A’nın B yapı elemanı tarafından açılması  $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$  şeklinde tanımlanır.

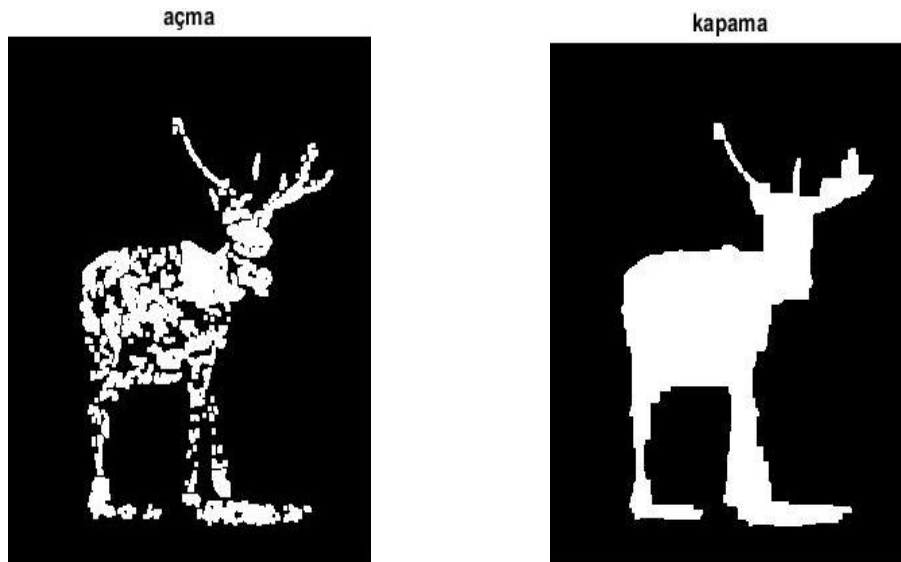
Kapama işlemi ise açma işleminin tersine ana imge üzerinde yayma işleminin hemen ardından aşınma işleminin uygulanması ile elde edilir. A kümesinin B yapı elemanı tarafından açılması kapanması  $A \cdot B$  ile gösterilir ve A’nın B yapı elemanı tarafından kapanması  $A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$  şeklinde tanımlanır.

Açma işleminde yapısal elemanın şekil ve büyüklüğüne göre görüntüdeki dargeçitleri koparır, istenmeyen pikselleri yok eder. Kapama işleminde ise yine yapısal elemanın şekil ve büyüklüğüne göre kırıkları ve geçitleri birleştirir, boşlukları doldurulur.



**Resim 2.2** Fotokapan video sahnesinde geyiğin GMM metodu ile çıkarılmış arka plan görüntüsü.

Resim 2.2’de fotokapan video sahnesinden hareketli nesne olarak geyik tespit edilmiş ve geyiğin GMM metodu ile arka plan görüntüsü çıkarılmıştır. Fakat dikkat edildiğinde arka plan görüntüsünün bu hali ile net çıkmadığı görüntüde çok fazla piksel kopmalarının olduğu ve nesne özelliklerinin tam çıkamayacağı aşikârdır. Bu gibi durumlarda Nesne tespiti yapılsa da nesnenin doğru bir şekilde tanınması ve etiketlenmesi imkânsızdır. Bundan dolayı bu şekilde eksik ve aşırı gürültülü arka plan görüntülerinin iyileştirilmesi için morfolojik açma ve kapama işlemleri uygulamamız gerekmektedir.



**Resim 2.3** Arka plan görüntüsüne açma ve kapama operatörlerinin uygulanmış hali.

Resim 2.3’de görüldüğü gibi fotokapan videosunda tespit edilen ve arka plan görüntüsü eksik çıkan geyik görüntüsüne önce açma işlemi uygulanmıştır. Açma işlemi arka plan görüntüsünde istenmeyen pikselleri yok etmiş bir anlamda gürültüyü filtrelemiştir. Fakat bunun yanında nesne görüntüsünde nesneyi oluşturan piksellerde kırılmalar oluşmuş ve boşluklar meydana gelmiştir.

Aynı arka plan görüntüsüne kapama işlemi uygulanmış mevcut piksellerde önce genişleme meydana gelmiş bu sayede açma işlemi sonucu oluşan boşluklar doldurularak nesne biçimsel olarak daha da tam şekle bürünmüştür.

Görüldüğü üzere nesne tespitinden sonra nesnenin tanınması ve sınıflandırılmasının doğru bir şekilde yapılabilmesi için temel morfolojik işlemlerde görüntü üzerinde uygulanması kaçınılmazdır.

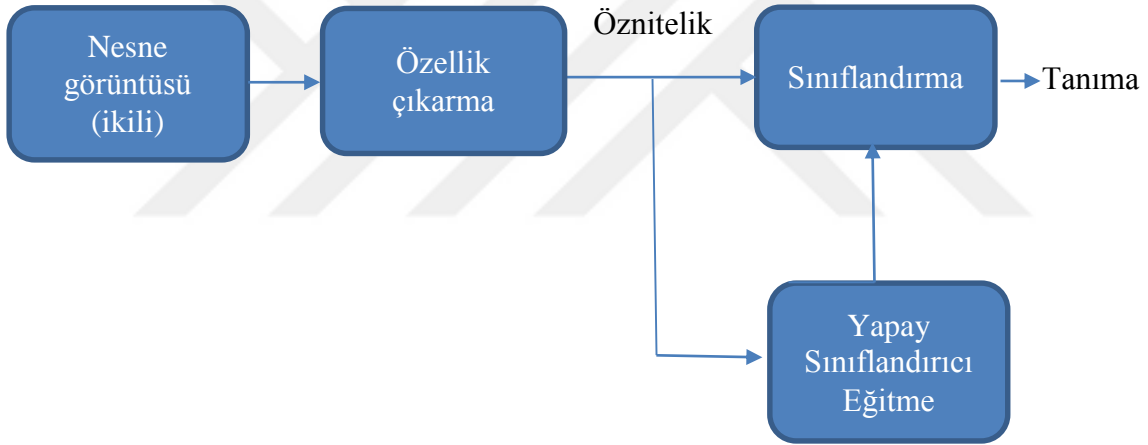
### **2.3 Nesne Tanıma**

Bilgisayarlı görme sistemlerinde nesne tanıma günümüzde modern akıllı sistemlerin ayrılmaz bir parçasıdır. Literatüre bakıldığında bilgisayarlı görme sistemleri dediğimiz nesne tanıma işlemi üzerine ilk başarılı çalışmayı 1960 Lawrence G. Roberts yılında İngiliz alfabesindeki harfleri % 94 başarı oranı ile tanınmasını gerçekleştirmiştir.

Görüntü işlemede son 50 yıla bakıldığında günümüze kadar biyomedikal alanda (kromozom tanıma), yarı iletken teknolojinin gelişmesi ile üretim ve montajda, gıda endüstrisinde (tarımsal ürünlerin sınıflandırılması vs.), elektronik ve makine endüstrisinde üretim ve montaj kısımlarında, ilaç sanayide, savunma sanayide (hedef izleme vs.), trafik izlemede (araç plakası okuma vs.), güvenlik sistemlerinde (parmak izi okuma vs.) gibi birçok alanda nesne tanıma ve sınıflandırma bilgisayarlı görme uygulamalarının en temel konusu olmuştur.

Literatürde nesne tanıma için öznelik çıkarımı üzerine birçok algoritmalar geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- SIFT algoritması (Scale Invariant Feature Transform, Ölçek Değişmez Özellik Transformü) (Lowe 1999)
- SURF algoritması (Speeded Up Robust Features, Hızlandırılmış Sağlam Özellikler) (Bay vd. 2006)
- FAST algoritması (Features From Accelerated Segment Test, Hızlandırılmış Segment Testinden Gelen Özellikler) (Rosten and Drummond 2005)
- LBP algoritması (Local Binary Pattern, yerel ikili örüntü)
- HoG algoritması (Histogram of Oriented Gradients, Yönlü Gradyan Histogramı) (Shashua and Dalal 2004)
- MSER(Maximally Stable Extremal Regions, Maksimum Durağan Uç Bölge) (Matas vd. 2002)



**Şekil 2.1** Nesne tanıma sistemi blok şeması.

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere görüntü işlemede basit bir nesne tanıma sisteminde gerçekleşen adımlar görülmektedir. İkili görüntüden elde edilen özellikler üzerine çeşitli algoritmalar uygulanarak nesneyi tanımlamaya yardımcı öznitelikler çıkartılır. Bu öznitelikler yapay sınıflandırıcı sistemlere tanımlatılır.

Görüntü işlemede nesne tanımlamada ve görüntü sınıflandırmada kullanılan yapay sınıflandırıcı algoritmalarından bazıları şunlardır:

- Destek Vektör Makineleri (DVM)

- Yapay Sinir Ağları (YSA)
- Bulanık Destek Vektörü (FSVM-Fuzzy Support Vector Machines)
- Genetik algoritmalar

İkili görüntüden elde edilen yeni öznitelik ile önceden eğitilmiş yapay sınıflandırıcı sisteme tanımlanmış öznitelikler karşılaştırılarak sistem tarafından nesne tanımlanır ve etiketlendirme yapılır.

### 2.3.1 Yaban Hayvanını Tanımlayan Öznitelikler

Görüntü işleme sistemlerinde arka planı çıkarılmış bir nesnenin tanımlanabilmesi için bazı özelliklerinden yararlanılması ve özniteliklerinin çıkarılması gerekmektedir.

Nesne tanımada Graves ve Batchelor (2003), yaptıkları çalışmalarında nesnenin şekline dayalı öznitelik çıkarımları için bazı şekil tanımlayıcılar önermiştir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Blob (izli bölge) kenarı üzerindeki en uzak noktanın, merkeze olan uzaklığı,
- Blob (izli bölge) kenarı üzerindeki en yakın noktanın, merkeze olan uzaklığı,
- Yarıçapı, ilk iki maddede hesaplanan uzaklıkların ortalamasına eşit olan çemberin dışına çıkan yayların sayısı,
- Bölgenin kenarında bulunan noktaların merkeze uzaklığının açısal pozisyon cinsinden ifadesi. Böylece, silüet polar koordinat terimleri ile ifade edilir. (Bu tek değerli bir fonksiyon değildir.)
- Dairesellik = Alan / Çevre<sup>2</sup>. Bu değer dış hatları parçalı olan düzensiz şekiller için sıfıra yaklaşırken, bir daire için maksimum değer olan  $\pi/4$ 'e yaklaşır.
- Nesne üzerinde bulunan piksellerin sayısı
- Nesne kenarlarında, dıştan içeriye giren köşelerin sayısı
- Şekil üzerindeki, devam eden eğri sayısı ile, bu eğriler arasında kalan boşluk sayısının birbirinden çıkarılması ile elde edilen, Euler numarası
- Gerçek resim alanı ile, resme ait dışbükey zarf (convex hull) alanlarının oranı

- Gerçek resim alanı ile, resme ait çevresel daire (circumcircle) alanlarının oranı
- Resim alanının, resme ait iskeletteki toplam dal uzunluklarının karesine oranı
- İskeletteki eklem yerleri ile dalların bitişi arasındaki mesafeler
- Majör ve minör eksenlerin oranı

(Sonugür 2016) hareketli bir nesnenin özniteliklerin çıkarılmasında oran değişmezliğinden yola çıkarak çalışmada özniteliklerin oranlarını kullanmış ve nesne tanımada arka plan görüntüsünde mesafe ile alan değişiminin olumsuzluğunu ortadan kaldırmıştır.

Matuska, Hudec, Kamencay, Benco ve Zachariasova (2014) tarafından yapılan çalışmada vahşi hayvanların BOW (Bags of keypoints ) kelime çantası yöntemi ile sınıflandırma ve DVM ile sınıflandırılması çalışması yapılmıştır. Kurt, tilki, kahverengi ayı, geyik ve yaban domuzu gibi Slovak ülkelerinde bulunan büyük hayvanların sınıflandırılması yapılmıştır. Nesne tanımada imgedeki kilit noktaları bulmaya yarayan SIFT, SURF ve bu iki yöntemde bir arada kullanıldığı melez bir yöntem olan SISURF(SIFT-SURF) ile SUSIFT(SUFT-SIFT) yöntemi kullanılmıştır. Bu 4 yöntem ile elde edilen özellikler BOW ve DVM sınıflandırıcı ile karşılaştırmalı olarak yapılmış ve yaban hayvanı tanımada % 86 en yüksek başarı doğruluğu oranı ile SISURF algoritmasına dayalı yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Yu, Wang, Kays, Jansen, Wang ve Huang (2013) tarafından yapılan çalışmada 18 adet yaban hayvanının 7000 den fazla fotokapan görüntüsü üzerine tür tespiti için, cLBP (Hücrenin Özellikleri Yapılandırılmış yerel ikili kalıplar) ve SIFT+cLBP algoritmaları uygulanmıştır. % 82'lik bir ortalama sınıflandırma doğruluğu elde edilmiştir.

Alli ve Viriri (2013) yılında yaptıkları çalışmada hayvanların ayak izlerinin görüntü işleme teknikleri ile morfolojik açılımlarla en iyi görüntüyü yakalamış ve ayak izindeki piksellerin sayısını sayarak ölçümlendirmiş ve % 97'lik bir başarı oranı ile hayvan türünü tespit etmiştir.

Boniecki, Koszela, Piekarska, Weres, Zaborowicz, Kujawa, Majeswski ve Raba (2015) yaptıkları çalışma ile elma ağaçlarına zarar veren 6 adet zararlı böceğin görüntü işleme ve sinir ağları ile tanımlamasını yapmıştır. Bu zararlı böceklerin yüzey alanı çevre uzunluğu gibi geometrik şekilsel özelliklerinin yanında renk faktöründe kullanılmış ve 1200 adet görüntü imgesi kullanılmıştır. YSA ile veriler eğitilmiş başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Son yıllarda yapılan böcek tanıma ve sınıflandırma çalışmalarında doğruluk başarı oranı % 90'ı yakalamıştır. Ayrıca literatürde hayvanın fiziksel özelliklerinin hayvan türü tespitinde kullanıldığı, bazı renk bazlı çalışmaların özellikle balık tazeliği ve türü tespiti gibi daha dar kapsamlı çalışmalarda kullanıldığı gözlemlenmiştir.



### 3. MATERYAL ve METOT

Bu tez çalışmasında yaban hayvanlarının tespiti, tanınması ve sınıflandırılıp sayılması için donanımsal meteryal olarak sabit kamera görevi gören fotokapan cihazından, internet ortamında yer alan sabit kamera ile çekilmiş çeşitli yaban hayvanları videolarından, yazılımsal meteryal olarak ise uluslararası literatürde kabul görmüş Matlab yazılım programı ile özellikle bilgisayar görme araç kutusu olan Computer vision system toolbox 'tan yararlanılmıştır. Hareketli nesne tespitinde Gauss Karışım Modeli (GMM) tekniğinden yararlanılmıştır. Nesne tespitinde ise destek vektör makinaları (DVM) ve yapay sinir ağları (YSA) tekniklerinden yararlanılmıştır.

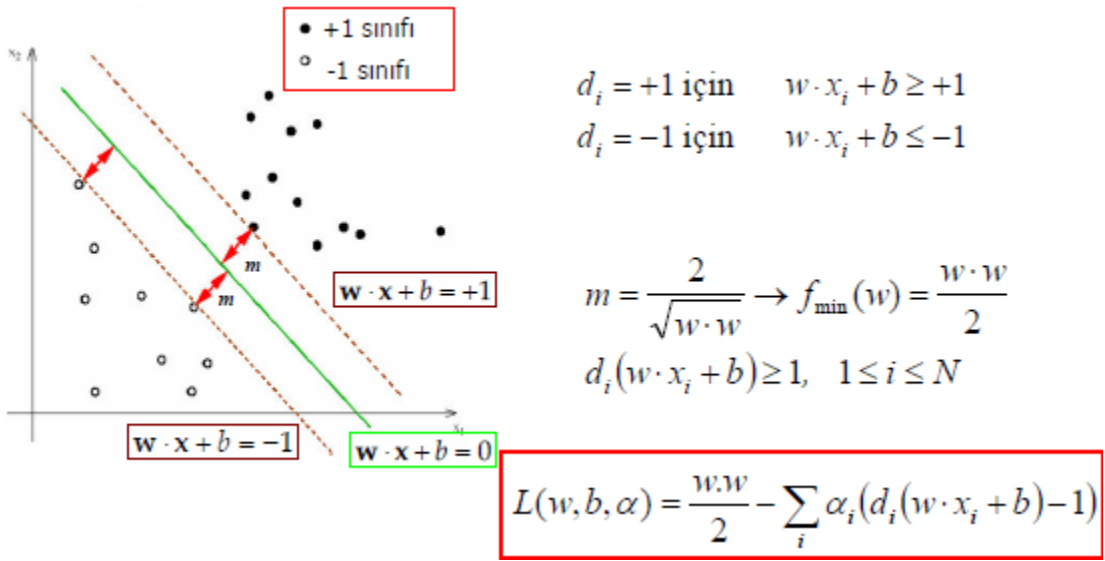
#### 3.1 Matlab Yazılımı

MATLAB kısaltması, MATriX LABoratory (Matrix Laboratuvarı) kelimelerinin kısaltılması ve biraraya getirilmesi ile elde edilir. MATLAB, ilk olarak Fortran Linpack ve Eispack projeleriyle geliştirilmiş ve 1970'li yıllarda yazılmıştır. MATLAB, matrislerle bilimsel hesaplamalar yapan ve bunun yanı sıra simülasyon imkanı da sunan bir yazılım programıdır.

Bu çalışmada nesne tanıma ve sayımı için videolardan ayıklanan görüntü çerçeveleri Matlab yazılım ortamında bir takım sayısal işlemlere ve yöntemlere tabi tutulmuştur. Ayrıca Matlab GUI ile etkili sunum ve kolay kullanım amaçlı arayüz hazırlanmıştır. Yine Computer Vision System Toolbox araç kutusu ile ve Neural Network Toolbox araç kutusu ile nesne tanımda başarı oranını arttıran yöntemler geliştirilmiştir.

### 3.2 Destek Vektör Makineleri (DVM)

Destek vektör makinaları bir makine istatistiksel öğrenmeye dayalı olup son yıllarda veri sınıflandırılması konusunda yaygın bir şekilde kullanılan etkili bir yöntemdir. En basit şekli ile sınıflandırmayı bir düzlemde bulunana iki ayrı sınıfa ait olan birbirine en yakın üyeleri seçip birbirine paralel iki sınır çizgisi çizilir. Destek vektör makineleri bu sınırın nasıl çizileceğini belirler.



Şekil 3.1 Destek vektör makinası algoritmasının uygulanması (İnt.Kyn.3).

Şekil 3.1'deki düzlemde her bir nokta denklem  $ax+b$  şeklindeki doğru denklemine benzer olup Denklem (3.1) ile ifade edilir.

$$wx - b = 0 \quad (3.1)$$

Burada  $w$  ağırlık vektörünü,  $x$  noktanın değişen parametresini  $b$  ise kayma oranını verir. Burada  $b/w$  oranı bize iki grup arasındaki mesafe farkını verir. Grafığe bakıldığında  $-1, 0$  ve  $+1$  noktalarından geçen 3 doğru arası mesafe  $2/w$  olur.

DVM de amaç farklı kümelere ait üyeler arasındaki en geniş sınırı bulmaktır. sınırın maksimum olması için ağırlık olan  $w$ 'nun minimum hale getirilmesi gerekir.

Bunun için  $f(w)$  fonksiyonunun minimum değeri bulunur. Sonra Lagrange çarpanları yöntemi ile denklem çözümü yapılır. Tüm bunlar eğitim datalarının lineer ayrılabilirliği durumları içindir.

### 3.2.1 Destek Vektör Makineleri Yapısı, Eğitilmesi ve Sınıflandırma

DVM ile sınıflandırma yapmak için MATLAB yazılımı kullanılmıştır. Çekirdek fonksiyonu olarak lineer tabanlı fonksiyon seçilmiştir. Çoklu sınıflandırma yöntemi olan BKB (bire karşı bir) kullanılmıştır. Giriş verisi olarak 6 adet fiziksel öznitelikten oluşan [EBO ACO ECC NKO SOL AXO] oranları kullanılmıştır. Bu fiziksel özellikler tespit edilen hareketli nesnenin ikili görüntülerinden çıkarılmış özelliklerdir. Bunlar:

1-EBO: Nesnenin piksel olarak en / boy oranıdır.

2-ACO: Nesnenin piksel olarak nesne alanı / çevre uzunluğu oranıdır.

3-ECC: Nesnenin piksel olarak alanı / çevre<sup>2</sup> oranıdır.

4-NKO: Nesnenin ikili görüntüsünü sınırlayan minimum ölçülerdeki sınırlayıcı kutunun piksel olarak alanı / nesne alanı oranıdır.

5-SOL: Nesnenin piksel olarak alanı/dış bükey alanı oranıdır.

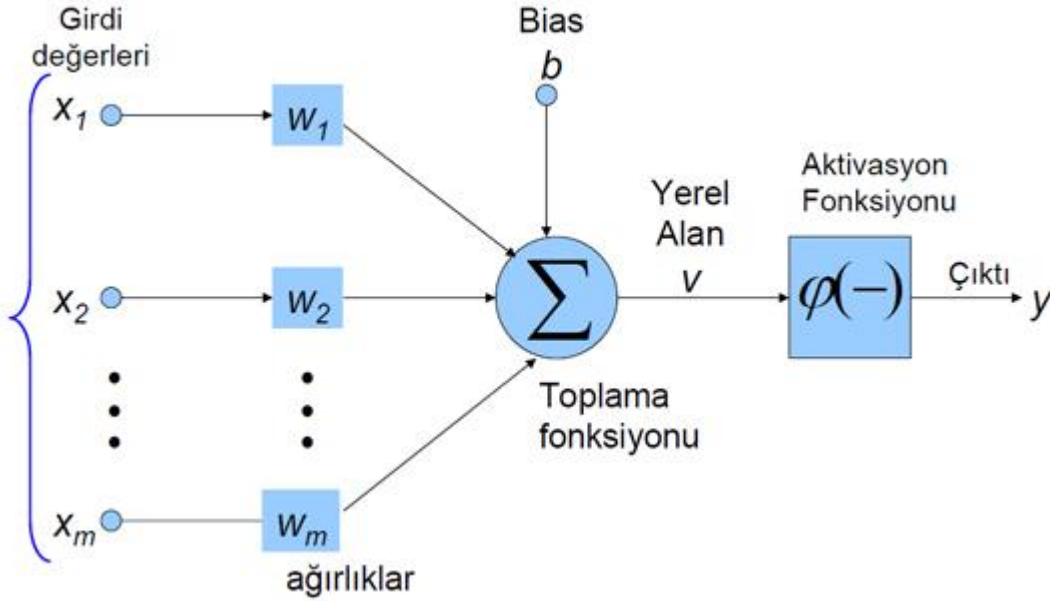
6-AXO: Nesnenin içine girebileceği en küçük daire veya elips için piksel olarak minimum çap/maksimum çap oranıdır.

DVM sınıflandırıcının giriş verisi olarak 2170 adet fiziksel öznitelik kullanılmış olup bu giriş verilerinin % 70'i eğitim için % 30 'u test için kullanıma ayrılmıştır. Ceza katsayısı logaritmik olarak değiştirilerek en iyi sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Giriş verisi olarak kullanılan fiziksel özniteliklerle ilgili detaylı bilgi 'Fiziksel Öznitelik Testi İle Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması'' başlığı altında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

DVM ile sınıflandırma işleminde ilk önce dişi geyik, erkek geyik, tilki, kurt ve yaban atı olmak üzere 5 yaban hayvanı türü sınıflandırılması yapılmıştır. Sonra aynı giriş verileri ile erkek ve dişi geyik türleri geyik adında birleştirilmiş ve 4 tür arasında sınıflandırma yapılmıştır. En son ise tür sayısı geyik, tilki ve yaban atı olarak 3' e düşürülmüş ve sınıflandırma başarımları oranları kıyaslanmıştır.

### 3.3 Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay sinir ağları bilim adamları tarafından insan beyninin çalışma mantığı temel alınarak matematiksel olarak taklit edilip biyolojik olarak sinir ağlarına benzetilen bir modelledir.



Şekil 3.2 Yapay sinir ağları yapısı (İnt.Kyn.4).

Yapısına bakıldığında 5 temel kısımdan oluşur. Bunlar girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon (eşik) fonksiyonu ve çıktı bölümleridir.

Girdi kısmında ağın eğitilmesi için ağa öğretilecek bilgiler yer alır. Girdi kısmından gelen her bilginin bir ağırlığı vardır. Ağırlıklar gelen bilginin önemini temsil eder. Toplama fonksiyonu işlem elemanına gelen net girdiyi Denklem 3.2 'deki gibi hesaplar.

$$NET = \sum_{i=1}^N w_i * x_i \quad (3.2)$$

Aktivasyon fonksiyonu ise giriş bilgilerini işleyerek çıktı bilgilerinin üretildiği kısımdır. En çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları şunlardır: lineer, sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonudur.

Tez çalışmamızda aktivasyon fonksiyonu olarak Denklem 3.3’de görüldüğü üzere hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılmıştır.

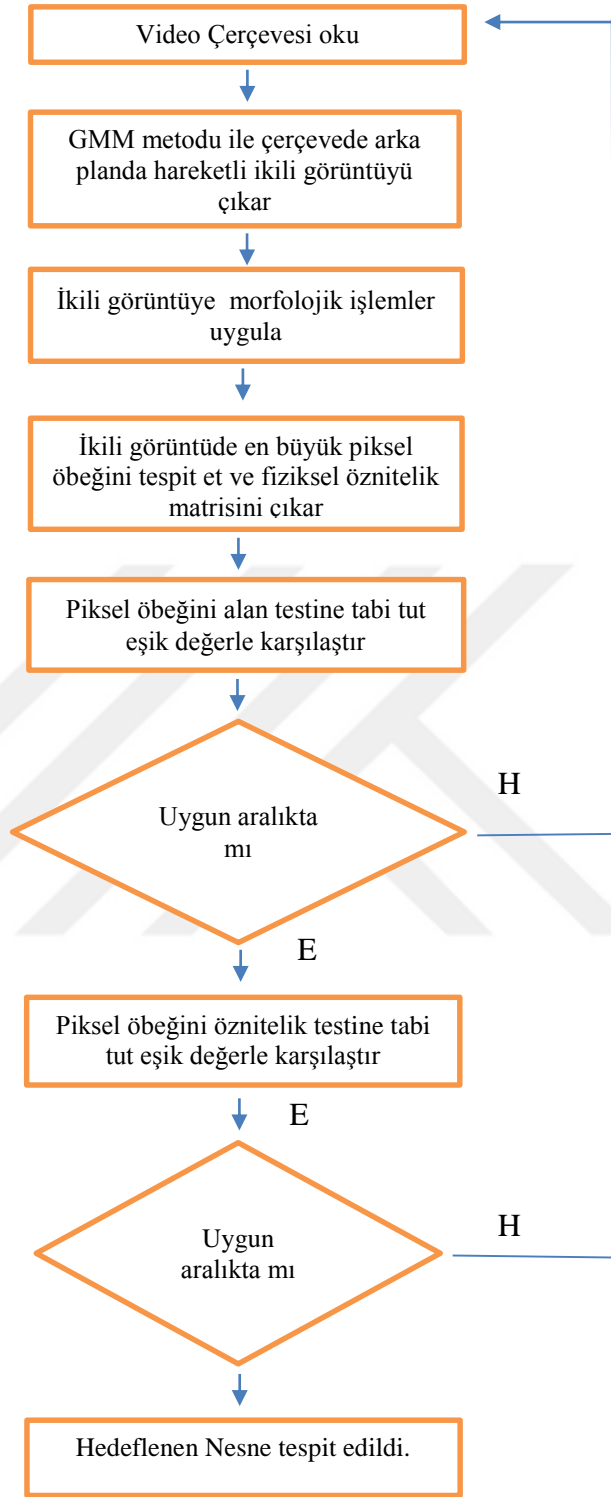
$$F(\text{NET}) = \frac{e^{\text{NET}} + e^{-\text{NET}}}{e^{\text{NET}} - e^{-\text{NET}}} \quad (3.3)$$

### 3.3.1 Yapay Sinir Ağları Yapısı, Eğitilmesi ve Sınıflandırma

YSA ile sınıflandırma için MATLAB programında Neural Pattern Recognition(nprtool) araç kutusu kullanılmıştır. Aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılmıştır. DVM de olduğu gibi sınıflandırma için 2170 giriş verisinin % 70’i eğitim için % 30’u test için kullanılmıştır. Giriş verisi olarak 6 adet fiziksel öznitelikten oluşan [EBO ACO ECC NKO SOL AXO] oranları kullanılmıştır. Çıkış verisi olarak ilk önce ilk önce 5 tür olan dişi geyik, erkek geyik, tilki, kurt ve yaban atı sınıflandırılması yapılmıştır. Sonra aynı giriş verileri ile erkek ve dişi geyik türleri geyik adında birleştirilmiş ve 4 tür arasında sınıflandırma yapılmıştır. En son ise tür sayısı geyik, tilki ve yaban atı olarak 3’e düşürülmüş ve sınıflandırma başarımları kıyaslanmıştır. DVM ile YSA sınıflandırıcıların başarımlarının kıyaslanması ‘Yaban hayvanı sınıflandırılmasında DVM ve YSA sınıflandırıcılarının karşılaştırılması üzerine yapılan çalışma’ başlığı altında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

### 3.4 Hareketli Nesne Tespiti

Yaban hayatından hareketli nesne tespiti, sınıflandırılması ve sayımı için aşağıdaki algoritma kullanılmıştır. Hareketli nesne tespitinde özellikle nesne tanıma öncesi arka plan izinin alan testine ve öznitelik testine tabi tutulması görüntü işlemede çok yararlı sonuçlar vermiştir. Alan testine göre bir hareketli nesnenin arka plan görüntüsünde alan bütünlüğünün tama yakın olmaması, nesnenin tanınmasında çok yanlış tanımlamalara neden olur. Yine öznitelik testi görüntü arka planında yer alan alan bütünlüğüne sahip bir hareketli nesneyi diğer hareketli nesnelere ayırmanın en kolay yöntemidir.



**Şekil 3.3** Hareketli nesne tespiti blok diyagramı.

### 3.4.1 Yöntem 1: Alan Testi ile Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması

Gerçek hayatta her canlının kendisine ait fiziksel özellikleri vardır. Bunlardan birisi de fiziksel büyüklüktür. Örneğin bir tilkinin boyutu geyik veya adım atmaya yeni başlayan yavrusundan daha küçüktür. Buradan yola çıkılarak alan testi yöntemi geliştirilmiştir.

Herhangi bir görüntü çerçevesinde de aynı sahnede yer alan farklı tür canlıların piksel olarak kapladıkları alanlar farklıdır. Burada önemli olan mesafe kavramıdır. Çünkü nesnenin kameraya olan uzaklığı arttıkça görüntüdeki kapladığı nesne alanı da küçülmektedir. Dolayısıyla görüntü kaynağına yakın çekim yapılan bir tilki uzaktaki bir geyikten arka plan nesne alanı olarak daha büyük görünür. Bunu önlemek için foto kaptanlarda hareket sensörü bulunur. Hareketli nesne örneğin 30 metre ve daha ötesi mesafelerdeki hareketi algılamaz. Uygulamada hareket sensörünün yaptığı işi görüntü işlemede alan testi kriteri ile yapabiliriz. Alınan fotokapan görüntüleri ve yapılan mesafe ölçümleri sonucu 20 metre uzaklıktaki bir geyiğin alanının 15801 piksel çıkmıştır. Çeşitli fotokapan videolarında tilki yaban atı ve geyiklerin öznelikleri yanında nesne alanları da çıkartılmış ve şu sonuca varılmıştır.

Çizelge 3.1’de arka plan görüntüsü tam çıkan bazı yaban hayvanlarının minimum maksimum ve ortalama nesne alanı değerleri piksel olarak verilmiştir.

**Çizelge 3.1** Bazı yaban hayvanlarının alan değerleri.

| Yaban Hayvanları | Ortalama Alan | Minimum Alan | Maksimum Alan |
|------------------|---------------|--------------|---------------|
| Tilki            | 4000          | 1000         | 10000         |
| Geyik            | 17000         | 8000         | 50000         |
| At               | 52000         | 20000        | 80000         |

Alan testinin nesne tespiti ve sınıflandırmada sağlayacağı yararlar şunlardır:

- 1- Alan testi ile aynı sahnede yer alan birden fazla hareketli nesne içerisinde sadece hedeflenen nesnenin tespit edilmesi sağlanmıştır.
- 2- Arka planda tespit edilen hareketlinin eğer alan bütünlüğü yoksa (çevredeki ağaç, yapı vb. gölgesi nesne üzerine düşmesi vs.) ve arka plan ikili görüntüsü tama yakın

değilse sınıflandırmalarda yanlış yapılacağından bu kriter ile yanlış sınıflandırmanın önüne geçilecektir.

- 3- Görüntü kaynağına aşırı uzaktaki veya aşırı yakındaki nesnelerin arka plan görüntüleri de fiziksel olarak bir şeye benzemeyeceğinden bu objelerin arka plan görüntüleri nesne tanımda yanlışlıklara neden olmaktadır. Alan kriteri ile bunun önüne geçilmektedir.
- 4- Alan kriteri ile ayrıca arka planda hareket eden çevresel faktörlerinde (ağaç, yaprak, bayrak sallanması vs.) algılanmasının önüne geçilmiş ve nesne tanımadaki olumsuzluğu ortadan kaldırılmıştır.

GİRILEN ÖZNETELİĞE BAĞLI ANININ GÖRÜNTÜSÜ



**Resim 3.1** Alan testi ile birden fazla hareketli yaban hayvanının olduğu bir sahnede sadece hedeflenen nesnenin tespit edilmesi.

Resim 3.1’de aynı sahnede yer alan racon ve geyikten sadece geyiğin alan testi ile tespit edilmesine olanak sağlanmıştır. Görüntü kaynağına olan uzaklığı ortalama aynı mesafe olan ve fiziksel özellikleri birbirinden ayırt edilecek kadar farklı olan yaban hayvanları alan testi yöntemi ile basit bir şekilde ayırt edilebilir.



### 3.4.2 Yöntem 2:Fiziksel Öznitelik Testi ile Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması

Yapılan çalışmada alan kriteri sonrası tespit edilen hareketli nesnenin tanınabilmesi için arka plan ikili görüntüsünden 6 adet öznitelik matrisi çıkartılmıştır. Bunlar:

1-EBO: Nesnenin piksel cinsinden en/boy oranıdır.

2-ACO: Nesnenin piksel cinsinden nesne alanı/çevre uzunluğu oranıdır.

3-ECC: Dairesellik kavramı olup piksel cinsinden nesnenin alanı / çevre<sup>2</sup> oranıdır. 0-1 arası bir değer olup 1 değerine yakın çıkan sonuç daireselliğe yaklaşıldığını 0 değerine yakın çıkan sonuç ise çizgiselliğe yaklaşıldığını gösterir.

4-NKO: Nesne içine girebileceği en küçük sınırlayıcı kutu ile çerçevesenir. Nesnede piksel cinsinden sınırlayıcı kutu alanı/nesne alanı oranıdır.

5-SOL: Nesnenin piksel cinsinden alanı/dış bükey alanı oranıdır.

6-AXO: Nesnenin içine girebileceği en küçük daire veya elips için minimum çap/maksimum çap oranıdır.

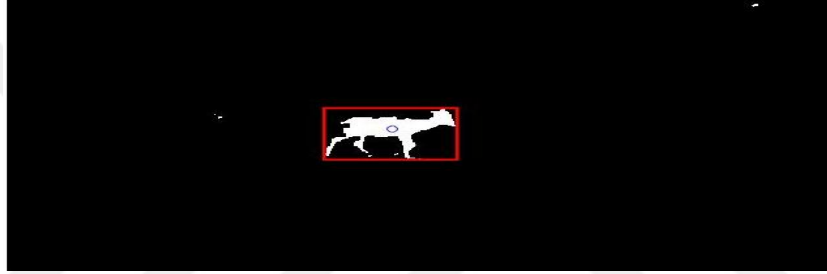


**Resim 3.2** Fotokapan videosunda tespit edilen erkek kızıl geyiğin ön plan ve arka plan görüntüsünün çıkartılması.

Resim 3.2’de fotokapan video sahnesinde hareketli olarak kızıl geyik tespit edilmiş ve GMM metodu ile arka plan görüntüsü çıkarılmıştır. Arka plan görüntüsünde ağaç, dal ve yaprak titreşimlerinden meydana gelen istenmeyen pikseller ve piksel grupları alan testi ve öznitelik testi ile filtrelenerek hedefteki yaban hayvanı tespiti yapılmıştır.



**Resim 3.3** Fotokapan videosunda tespit edilen kızıl geyiğin arka plan görüntüsünün morfolojik uygulamalar ile onarılması.



**Resim 3.4** Fotokapan videosunda tespit edilen dişi kızıl geyiğin arka plan görüntüsü.

Görüntü kaynağına 20 metre mesafede tespit edilen bir 4 yaşındaki genç erkek kızıl geyiğin ve farklı bir fotokapan video sahnesinde tespit edilen dişi kızıl geyiğin öznitelikleri piksel cinsinden çizelge 3.2’de çıkarılmıştır.

**Çizelge 3.2** 20 metre mesafede tespit edilen erkek ve dişi kızıl geyiğin fiziksel özniteliklerinin karşılaştırılması.

| Geyik Görüntüsü | Nesne Alanı | EBO    | ACO     | ECC     | NKO     | SOL     | AXO    |
|-----------------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Resim 3.3       | 15801       | 0.7769 | 12.0287 | 0.7282  | 0.3473  | 0.4082  | 0.6854 |
| Resim 3.4       | 17561       | 1.5476 | 14.9413 | 0.85713 | 0.40204 | 0.50653 | 0.7854 |

Çeşitli fotokapan video sahnelerinden tilki, yaban atı ve geyiklerin öznitelikleri çıkarılmış ve çizelge 3.3’deki sonuçlara ulaşılmıştır. Çizelge 3.3’de arka plan görüntüsü tam çıkan bazı yaban hayvanlarının minimum maksimum ve ortalama nesne alan/çevre oranları olan ACO değerleri piksel olarak verilmiştir.

**Çizelge 3.3** Bazı yaban hayvanlarının ACO değerleri.

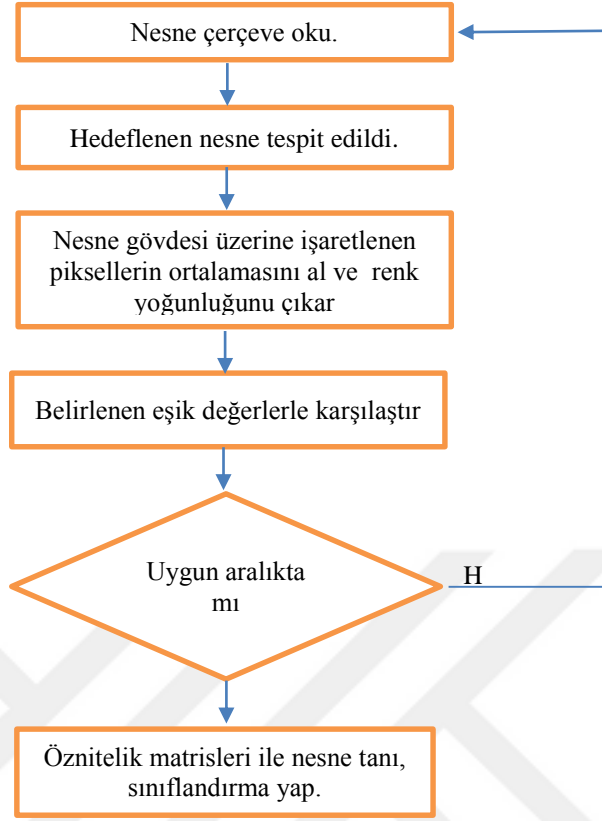
| Yaban Hayvanları | Ortalama Alan/Çevre | Minumum Alan/Çevre | Maksimum Alan/Çevre |
|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Tilki            | 7                   | 4                  | 10                  |
| Geyik            | 16                  | 6                  | 26                  |
| At               | 56                  | 12                 | 100                 |

Yapılan tez çalışmasında alan kriteri sonrası tespit edilen hareketli nesne ikinci olarak 6 adet öznitelikten biri olan ACO yani alan/çevre oranı ile de teste tabi tutulmaktadır. Çünkü görüntü çerçevesinde nesne alanı görüntü kaynağına olan mesafeye bağlı olarak değişmekte ise de oran kriteri mesafeye bağlı olarak değişmez. Bu testi de sağlayan nesnenin ikili arka plan görüntüsünü sınıflandırmaya tabi tutmak nesnenin doğru etiketlenmesinde başarıyı bir adım daha arttırmaktadır. Bu yöntem ile hareketli nesne diğer hareketli nesnelere ayrılır. Bu kriterler tespit edilmesi istenen nesnenin esnekliğine göre artırılabilir veya azaltılabilir.

### **3.4.3 Yöntem 3:Renksel Öznitelik Testi ile Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması**

Gerçek hayattaki tüm renkler kırmızı yeşil ve mavi renklerin farklı oranlarda birleşimi ile meydana gelir. Görüntüde renkli bir pikselin rengi ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavi yoğunluklarının birleşimi ile belirlenir. RGB görüntüleri ana renklerin her biri 8 bitlidir. Yani toplamda 24 bitlik renk görüntüsü ile oluşur. Bu da 16 milyon küsur renk potansiyeli meydana getirir. Renk pikselleri (0,0,0) olan bir piksel siyah olarak görüntülenirken renk pikselleri (255,255,255) olan bir piksel beyaz olarak görüntülenir. Yani 3 ana renk yüzde yüz karışırsa beyaz yüzde sıfır karışırsa siyah renk ortaya çıkar. Bu değerler arasında ise 256 tane farklı gri ton değeri bulunur.

Yapılan tez çalışmasında arka plan ikili görüntüden çıkarılan fiziksel özniteliklerin yanında tespit edilen yaban hayvanının ön plan RGB renkli görüntüsünden de renk pikselleri alarak renksel öznitelik çıkarılmıştır. Yapılan bu tez çalışması ile yaban hayvanı sınıflandırmada %100 doğruluk oranına ulaşılmıştır.



**Şekil 3.4** Hareketli nesne tanıma blok diyagramı.

Şekil 3.4’de hareketli nesne tespiti yaptıktan sonra renksel özneliğin nesneyi sınıflandırmaya tabi tutmadan önce kullanımının algoritması gösterilmiştir.

Renk faktörü nesnelere tanınmasının ve birbirinden ayırt edilmesini sağlayan en önemli unsurdur. Özellikle bazı hayvan türleri rengi ile anılmaktadır. Bunlardan biride Akdağ bölgesinde yaşayan Kızıl Geyik türüdür.

Çalışmamızda önce yaban hayvanının ağırlık merkezinden renk pikselleri alınmıştır. Yaban hayvanlarının simetrik bir şekle sahip olmamasından ötürü hayvanın ağırlık merkezi ile geometrik merkezi farklı noktalarda çıkmıştır. Ağırlık merkezi nesnenin anlık duruş şekline bağlı olarak sürekli değişmekte ve genelde daha fazla piksele sahip olan hayvanın baş kısmına yakın bir noktada çıkmaktadır. Çoğu zaman da nesnenin kütlesi dışında bir noktaya denk gelmektedir. Özellikle geyikte ağırlık merkezinin hayvanın bacakları arasındaki boşluğa denk geldiği gözlemlenmiştir.

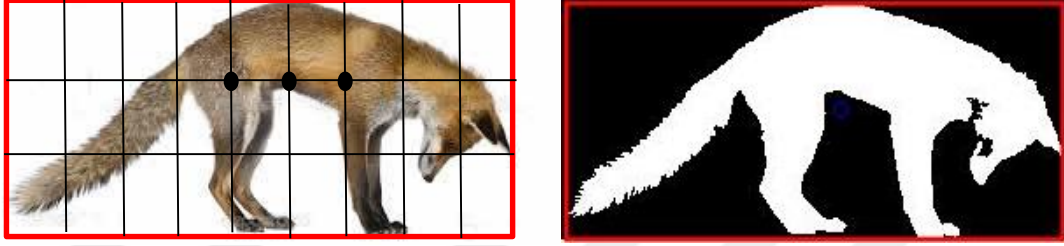
Bu da hayvanın üzerinden renk bilgisi almak yerine sahnedeki başka koordinatlardan piksel rengi bilgisi alınmasına neden olmuştur. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için sınırlayıcı kutunun 3/4 'üne denk gelen y koordinatı ile 1/2 'sine denk gelen x koordinatının kesişiminden renk pikseli bilgisi alınmıştır. Resim 3.5'te bu nokta video sahnesinde yeşil renk ile işaretlenmiştir. Fakat hayvanın bazı yerlerinde renk yoğunluğunun değişik olduğu tespit edilmiş olup 3 ayrı noktanın renk bilgisi alınıp ortalaması bulunarak nesne tanıma yapılmıştır. Bu şekilde hayvanın baş gövde kuyruk gibi birkaç noktasından renk bilgisi almanın nesne tanımada başarıyı daha da arttıracığı aşikârdır.



**Resim 3.5** RGB renksel özneliğinin çıkarılması.

Resim 3.6'da tilkinin anormal bir fiziki pozisyonda durduğu görülmektedir. Bu duruşu ile arka plan görüntüsü elde edilen tilkinin ağırlık merkezinin bacakları arasında hayvanın vücudu dışında bir koordinata denk geldiği görülür. Bu durumda da ağırlık merkezinden alınacak piksel rengi bilgisinin yanlış olacağı ve yaban hayvanı türü tespitinde yanlış sınıflandırmaya neden olacağı aşikârdır. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için seçeceğimiz noktaların hayvanın fiziksel hareketlerinden olabildiğince az etkilenen koordinatlarda olması gerekir.

Resim 3.6’da görüldüğü gibi hayvanın içine sığabildiği en küçük sınırlayıcı kutu 9 sütun ve 3 satıra bölünerek yeni piksel koordinatları alınmıştır. Yeni piksel koordinatları belirlenirken tüm hayvanlarda en büyük yüzey olan gövde kısmı baz alınmıştır. Yapılan denemelerde hayvan 360° dönse bile alınan yeni koordinat noktalarının hayvanın yüzeyi sınırı içinde kaldığı, gövde, kuyruk üstü ve baş gibi kısımlarına tekamül ettiği görülmüştür. A(Xo, Yo) başlangıç noktası sınırlayıcı kutunun sol üst köşesidir.



**Resim 3.6** Yaban hayvanı yüzeyinden piksel rengi bilgisi alma.

Resim 3.6’ yaban hayvanı yüzeyi üzerinde alınan 3 yeni noktasının her bir pikselinin yeni x ve y koordinatları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

1 no’lu noktanın yeni koordinatı:

$$(Xo+((4*en)/9), Yo+(boy/3)) \quad (3.4)$$

2 no’lu noktanın yeni koordinatı:

$$(Xo+((5*en)/9), Yo+(boy/3)) \quad (3.5)$$

3 no’lu noktanın yeni koordinatı:

$$(Xo+((6*en)/9), Yo+(boy/3)) \quad (3.6)$$

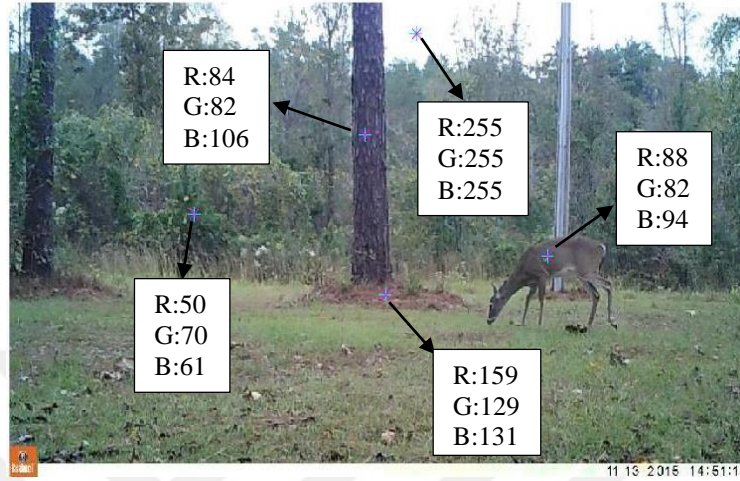
Belirlenen yeni koordinatlardaki pikselin renk bilgisi bulunmuş aşağıdaki şekilde bu renklerin ortalaması alınarak hayvana ait renksel öznelik elde edilmiştir.

$$Rort=(R1+R2+R3)/3 \quad (3.7)$$

$$Gort=(G1+G2+G3)/3 \quad (3.8)$$

$$Bort=(B1+B2+B3)/3 \quad (3.9)$$

Resim 3.7 'de fotokapan çekimi yapılmış bir video sahnesinde farklı koordinatlardan renk verisi alınmıştır. Görüldüğü üzere açık kahve tonlarındaki bir dişi geyiğin RGB renk yoğunlukları değeri sahnedeki tüm renk değerlerinden farklıdır.



**Resim 3.7** Örnek bir sahnede işaretlenen piksellerin renk yoğunluk değerleri.

Çizelge 3.4'de bazı yaban hayvanlarının ortalama RGB renk yoğunluk değerleri verilmiştir. Yaban hayvanlarında renk değerleri birbirinden farklıdır. Örneğin kızıl geyikte RGB değerleri ortalama [80 68 71] kırmızı bileşen daha fazla renk yoğunluğuna sahip iken, beyaza yakın bir renkte yaban atında RGB değerleri yoğunlukları sırasıyla [218 243 255] şeklindedir.

**Çizelge 3.4** Bazı yaban hayvanlarının Gün Işığında Ortalama RGB yoğunluk değerleri.

| Bazı Yaban Hayvan Türleri | Ortalama Renk Yoğunlukları Değerleri |          |         |
|---------------------------|--------------------------------------|----------|---------|
|                           | R(kırmızı)                           | G(yeşil) | B(mavi) |
| Koyu Kızıl Tilki          | 145                                  | 115      | 75      |
| Kızıl Geyik               | 80                                   | 68       | 71      |
| Kahverengimsi Geyik       | 90                                   | 84       | 81      |
| Beyazımsı Yaban Atı       | 218                                  | 243      | 255     |
| Gri Kurt                  | 130                                  | 130      | 138     |

Çizelge 3.4'te elde edilen değerler gün ışığında çekilmiş fotokapan videolarında elde edilen yaban hayvanlarının renk yoğunluk değerleridir. Yapılan çalışmalar ortamın ışık etkisinin, ışığın görüntü kaynağına geliş açısının ve nesne yüzeyinin yapısının nesne



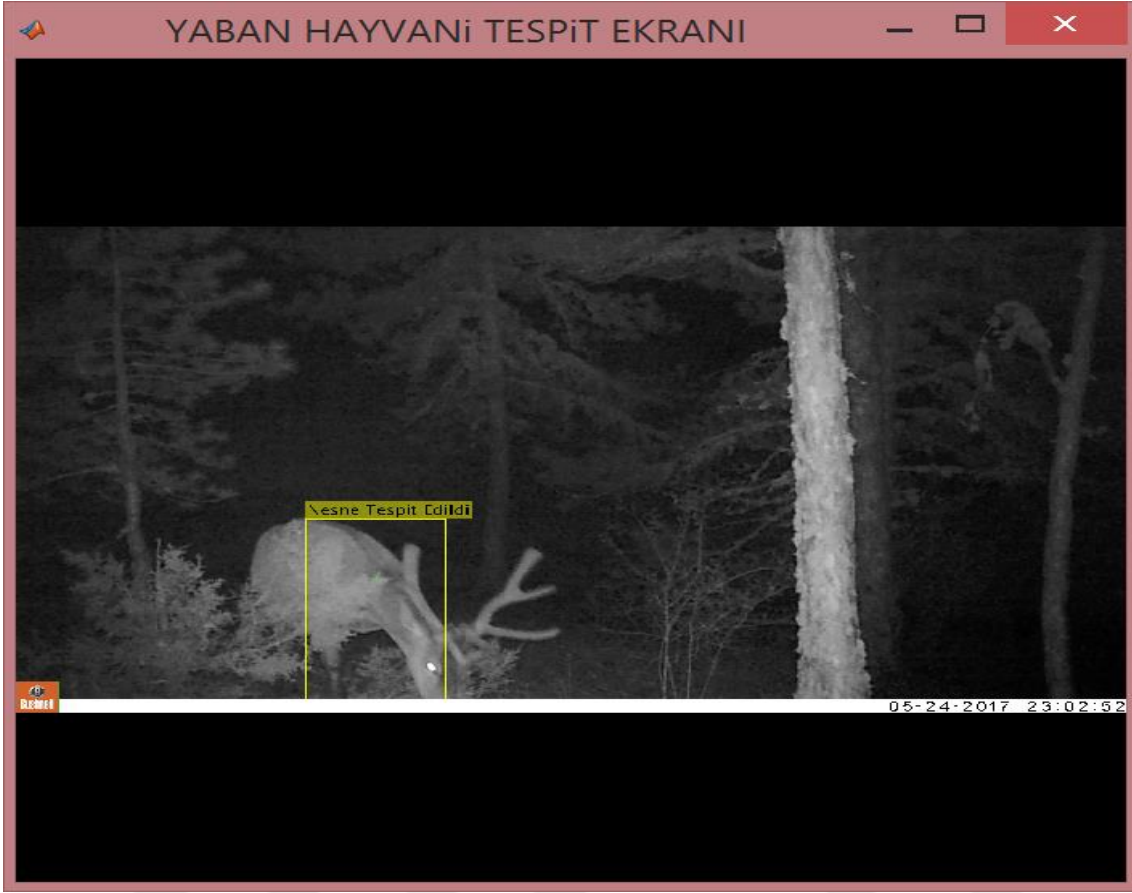
rengini algılamada değişikliklere yol açtığı ortaya konulmuştur. Bu nedenle gece görüş kamerası ile alınan video sahnelerinde de yaban hayvanlarının renk tespiti çalışması yapılmıştır.

**Çizelge 3.5** Bazı yaban hayvanlarının gün ışığında kamera ve gece görüş kamera görüntülerinden elde edilen ortalama RGB yoğunluk değerleri.

| Kızıl Geyik                                | Ortalama Renk Yoğunlukları Değerleri |          |         |
|--|--------------------------------------|----------|---------|
|  | R(kırmızı)                           | G(yeşil) | B(mavi) |
| Gün ışığında                               | 80                                   | 68       | 71      |
| Gece görüş(aynı hayvanının farklı bölgesi) | 123                                  | 123      | 123     |
| Gece görüş(aynı hayvanının farklı bölgesi) | 141                                  | 141      | 141     |
| Gece görüş(aynı hayvanının farklı bölgesi) | 143                                  | 143      | 143     |
| Gece görüş(aynı hayvanının farklı bölgesi) | 149                                  | 149      | 149     |
| Gece görüş(aynı hayvanının farklı bölgesi) | 153                                  | 153      | 153     |

Çizelge 3.5'te görüldüğü gibi kızıl geyiğin gün ışığındaki ve gece kızılötesi IR(infrared) kamera ile çekilmiş video sahneleri görüntü işleme ile işlendiğinde kızıl geyiğe ait renk verilerinin değiştiği ve gece görüş ile hayvanın farklı bölgelerinden alınan piksellere ait ortalama RGB renk yoğunluklarının da eşit çıktığı görülmektedir. Bu durumun yol açtığı olumsuz etkiden etkilenmemek için yaban hayvanlarının gece görüş kamera videolarından elde edilen görüntülerinde eğitilmesi gerekir.





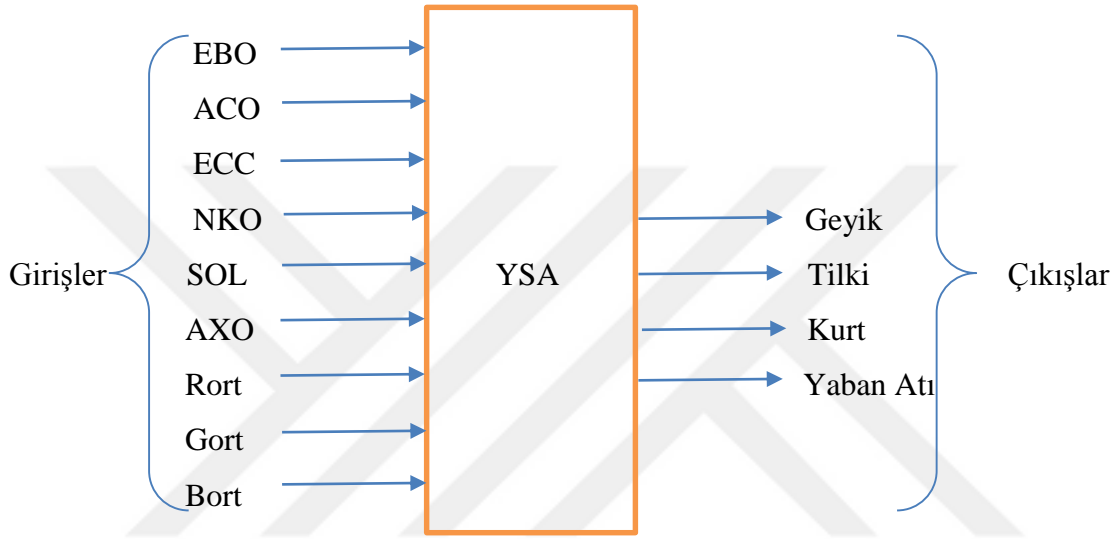
**Resim 3.8** Fotokapanda gece görüş ile tespit edilen yaban hayvanı sahne görüntüsü.

Alan testi ve öznitelik testi sonrası tespit edilen hareketli nesne son olarak RGB renk testine tabi tutulmaktadır. Bu sayede tür tespiti yapılmadan önce hareketli nesnelere bu 3 yöntemle iyice süzgeçten geçirilmekte olup en son sınıflandırma yapılmaktadır.

### **3.5 Nesne Tanıma, Sınıflandırma ve Sayma İşlemleri**

Doğru bir şekilde hareketli nesne tespiti yapıldıktan sonra en önemli aşamalardan birisi de tespit edilen nesnenin doğru bir şekilde sınıflandırılıp etiketlenmesidir. Yaptığım çalışmada şekil 3.5'de görüldüğü gibi nesnenin fiziksel özneliği ve renksel özelliklerinden meydana gelen 9 adet belirleyici özneliği sınıflandırıcıda eğiterek 4 adet yaban hayvanının sınıflandırması yapılmıştır. Yaban hayvanlarının sınıflandırılması normal insan veya araç gibi daha az esnek yapıya sahip ve geometrik şekli biraz daha belli ölçülerde olan nesnelere sınıflandırılmasına nazaran daha zordur.

İnsan veya cansız nesnelerin görüntü sahnesindeki alabileceği pozisyonlar ve ölçülerinde meydana gelecek değişiklikler az çok belli iken hayvanlarda bu durumun kestirilmesi çok zordur. Örneğin iki ayağa kalkan bir geyiğin sınıflandırılmasının sadece fiziksel ölçülerden yola çıkılarak yapılması sınıflandırmada başarı oranının düşürür ve yanlış nesne etiketlenmelerine neden olur. Bu çalışmada nesne tanımda renk faktörünün başarıyı ne kadar arttırdığı ortaya koyulmuştur.



**Şekil 3.5** Tasarlanan sınıflandırıcı mimarisi.

Çeşitli resim ve fotokapan videolarında elde ettiğim tilki geyik ve yaban atı görüntülerinin önce fiziksel özelliklerini çıkarttım. Sınıflandırmada işlemi 2170 adet yaban hayvanının anlık pozisyonunun özniteliklerini çıkartarak önce destek vektör makinaları (DVM) sonra da yapay sinir ağları (YSA) ile karşılaştırmalı olarak denemiştir. Sınıflandırmadaki başarı oranını görebilmek için önce DVM ve YSA giriş katmanında 6 adet öznitelik olan [EBO ACO ECC NKO SOL AXO] vektörlerini uygulanmıştır. Her iki sınıflandırıcının çıkış katmanında ise önce 5 tür olarak sınıflandırma yapılmıştır.

- 1: Dişi Geyik
- 2: Erkek Geyik
- 3: Kurt
- 4: Tilki
- 5: Yaban Atı

DVM gizli katmanı ile çıkış katmanında aktivasyon fonksiyonu olarak lineer fonksiyonu YSA gizli katmanı ile çıkış katmanında ise aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılmıştır.

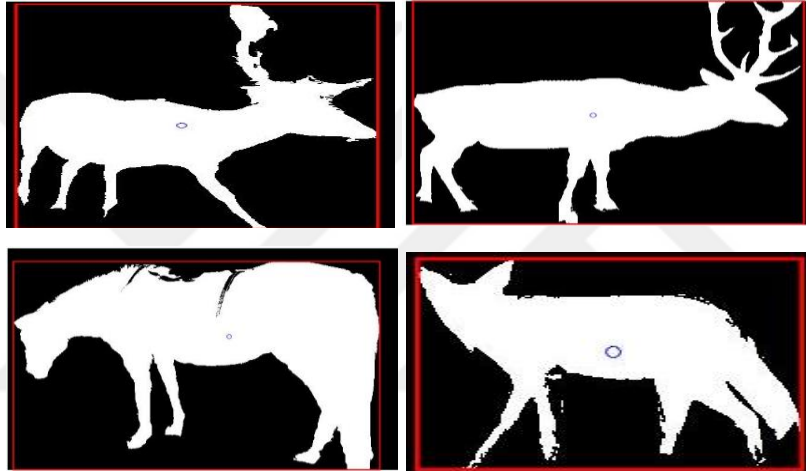
Yapılan karşılaştırmalarda kurt ve tilki gibi fiziksel özellikleri birbirine çok yakın olan yaban hayvanlarının sınıflandırılmasında başarı oranı düşük çıkarken tür sayısının azalması ve birbirine göre fiziksel özellikleri arasındaki sayısal farkın daha yüksek olduğu türlerin sınıflandırılmasında başarı oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama başarı oranına göre yaban hayvanlarının sınıflandırılmasında YSA ile sınıflandırmada DVM ye göre daha üstün başarı elde edildiği için çalışmamızda YSA ile sınıflandırma kullanılmıştır. YSA girdi öznitelik vektörleri için kullanılan bazı video ve resim çerçevelerine tespit edilen nesneye şu işlemler uygulanmıştır.

- 1- Herhangi bir resim veya video çerçevesine GMM metodu uygulanır ve arka plan hareketli nesnelerin ikili görüntüsü çıkar.
- 2- Eksik çıkan nesne görüntülerinin tamamlanması veya arka planda ortaya çıkan ve istenmeyen nesne görüntülerinin temizlenmesi için resim çerçevesine aşındırma yayma gibi birtakım morfolojik işlemler uygulanır.
- 3- Sonra kalan en büyük piksel öbeği içerisine sığabileceği en küçük sınırlayıcı kutu içerisine alınır ve bu piksel özelliklerinin en, boy, çevre uzunluğu gibi fiziksel özelliklerinden yararlanılarak fiziksel öznitelik matrisi oluşturulur.
- 4- Arka planda tespit edilen ve ikili görüntüde özniteliği çıkartılan nesnenin ön planda renkli RGB görüntüsünden belirlenen koordinatlardaki piksellerin renk bilgisi alınarak nesnenin renk yoğunluğu çıkarılır.

Resim 3.9'da bazı video sahnelerindeki yaban hayvanlarının fotoğrafları görünmektedir. Resim 3.10'da ise bu video çerçevelerinin GMM metodu ile arka plan ikili görüntülerinin elde edilmiş şekli görünmektedir. Resim 3.10'daki ikili görüntülerden hareketli yaban hayvanlarının öznitelikleri elde edilir.

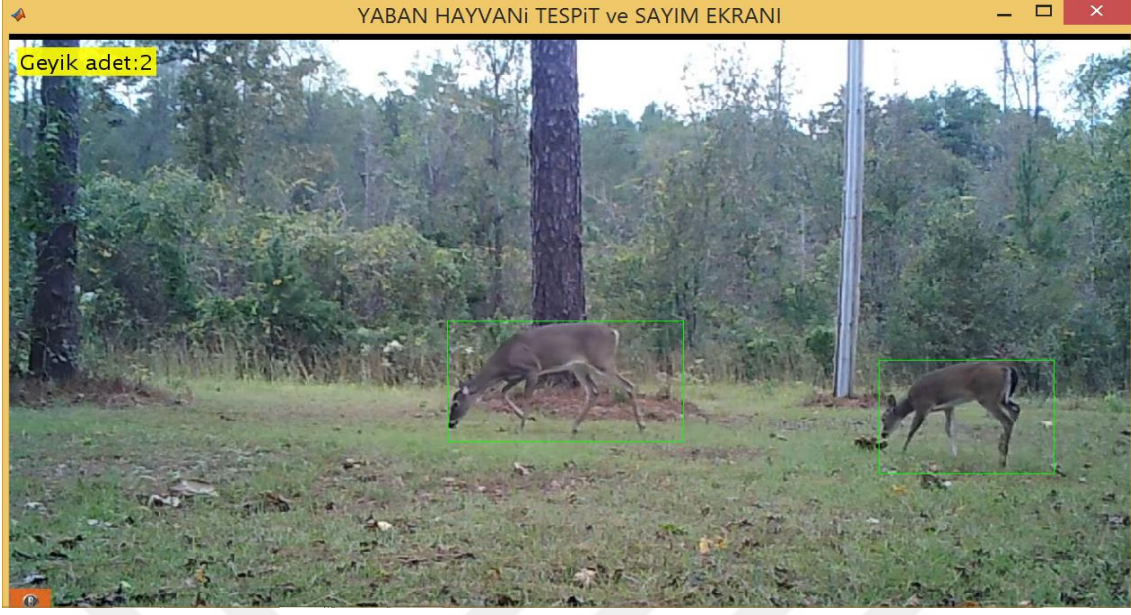


**Resim 3.9** Sınıflandırıcıda girdi olarak kullanılan bazı video ve resim çerçeveleri.



**Resim 3.10** Fiziksel ve renksel özniteliklerin çıkarılması için imgelerin arka plan görüntüleri.

Tespit edilen hareketli nesnenin öznitelikleri YSA ile eğitilir ve sonraki gelen video çerçevelerindeki hareketlilerin eğitilmiş YSA ile sınıflandırılması yapılır. Resim 3.11 'de sınıflandırılması yapılan hareketlilerin video sahnesinde çerçeve içerisine alınıp ve blob analizi yöntemi ile takibi, sayımının yapıldığı görülmektedir.



**Resim 3.11** Sınıflandırılan yaban hayvanlarının takibi ve sayımı.

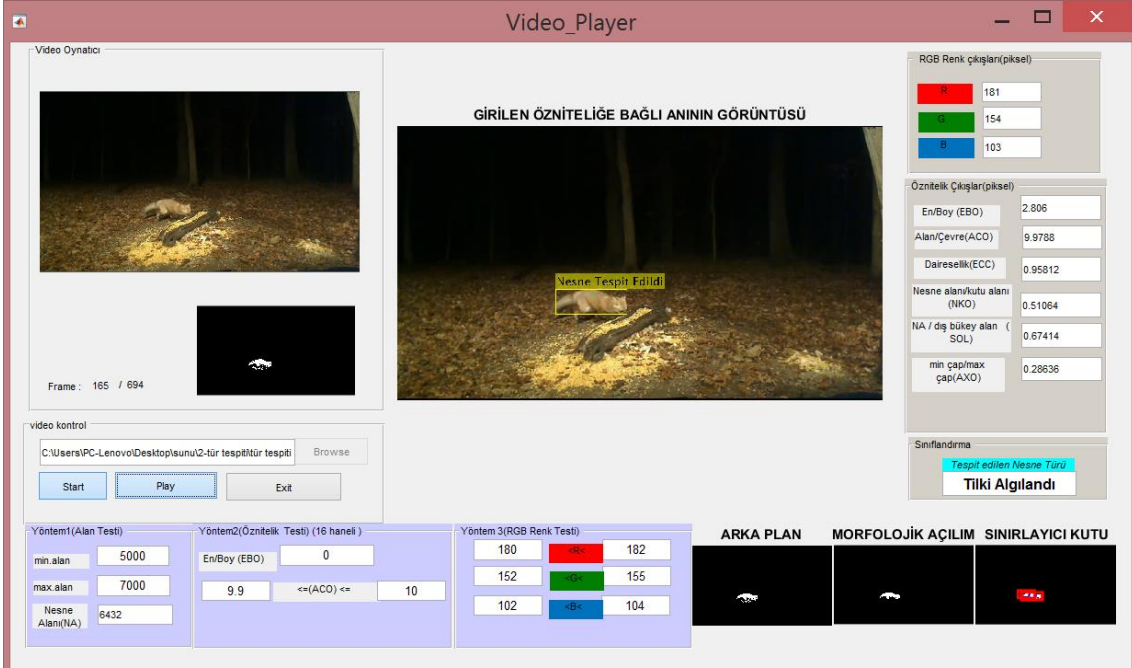
### **3.6 Arayüz Modülü Oluşturma**

#### **3.6.1 Gerçek Zamanlı Video Nesne Tespiti, Tanıma ve Öznitelik Çıkarma Modülü**

Yapılan çalışmanın görsel olarak etkili bir sunum ile görüntü işleme üzerine yaptığım çalışmaların daha sade bir şekilde anlaşılır hale getirilmesi için gerçek zamanlı videolarda nesne tespitinin yapıldığı ve anlık çerçevedeki nesnelerin fiziksel ve renksel özniteliklerinin çıkarıldığı bir arayüz modülü oluşturulmuştur.

Gerçek zamanlı Video nesne tespit ve öznitelik çıkarma modülünün ekran görüntüsü resim 3.12’de gösterilmiştir.





**Resim 3.12** Video oynatıcı, Nesne tanıma, fiziksel ve renksel öznitelik çıkarıcı modül.

Bu arayüz ile kullanıcı modüle istediği videoyu ekleyip video player ile oynatabilir. Ara yüzde eklenen videonun toplam çerçeve sayısı ve kaçınıcı çerçevenin ekranda gösterildiği otomatik olarak görülür. Ayrıca kullanıcı istediği zaman videoyu durdurup oynatabilir. Video oynatıcı kısmında hem video hem de o görüntü çerçevesine ait arka plan görüntüsü ekranda görüntülenir.

Yöntem 1 alan testi kısmına kullanıcı tarafından tespiti yapılması istenen yaban hayvanının tahmini olarak minumum ve maksimumu alan bilgileri girilir.

Yöntem 2 öznitelik kısmına ise hedeflenen nesne tespitinin daha isabetli yapılabilmesi için öznitelik özelliklerinden alan/çevre oranının minumum ve maksimum değerleri yaklaşık olarak girilir.

Yöntem 3 zor sahnelerde hedeflenen nesnenin tespitinde arka plandaki hareketlileri girilen renk yoğunluklarına göre filtreleyip ayırma olanağı sağlar.

Bu bilgiler süzgecinde arka planda belirlenen nesnenin öznitelikleri otomatik olarak hesaplanıp anlık görüntülenir. Kullanıcı tarafından girilen bu parametreler aralığında

yakalanan nesnelerin arka plan görüntüsü, morfolojik işlem uygulanmış görüntüsü ve en son özneliklerinin çıkarılması için sınırlayıcı kutu içerisine alınmış görüntüsü arayüzde fotoğraflar. Buraya kadar nesnenin arka plan görüntüsü ve ona bağlı öznelik matrislerinin otomatik olarak çıkarılmış hali görüntülenmiştir.

Kullanıcı videoda yöntem 1 ve yöntem 2 testleri sonrası tespit edilen nesnenin etiketlenilmesini yani sınıflandırma yaparak nesne türünün ne olduğunu görmek isterse yine tahmini RGB renk yoğunluklarının minimum ve maksimum aralığını belirtmek zorundadır. Bu RGB parametreleri ile arka planda tespit edilen nesnenin ön plandaki koordinat bilgilerinden yararlanarak sınırlayıcı kutunun düşey olarak 3/4'üne yatay olarak ise 1/2'sine tekâmül eden noktadaki pikselin renk yoğunlukları alınarak ekranda gösterilir. Kullanıcı tarafından girilen RGB renk yoğunlukları aralığında denk gelen nesnenin türü o an sınıflandırılıp ekranda tespit edilen nesne türü olarak görüntülenir.

Kullanıcı isteği videoyu modüle yükleyerek hareketli nesneyi tespit edebilir, nesneye ait çerçeve başına fiziksel ve renksel öznelikleri anlık çıkarabilir. Ayrıca hayvanın sınıflandırma sonucu yazılı olarak görüntülenir.

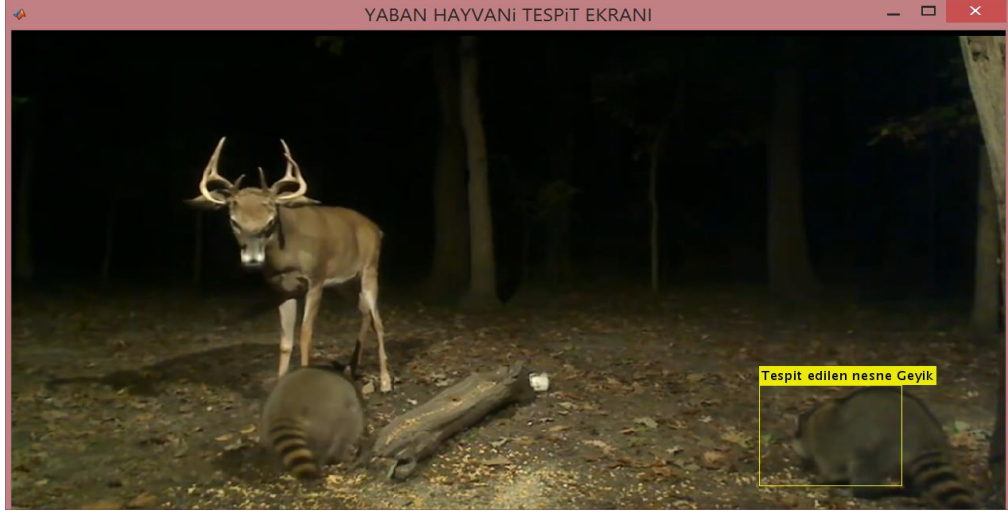
## 4. BULGULAR

Bu araştırmada yaban hayvanı tespitinde hedeflenen hareketli nesnenin tespit edilmesi için 3 adet yöntem geliştirilmiştir. Yöntem 1 ve yöntem 2 testleri ile hedeflenen yaban hayvanı isabetle tespit edilmiştir. Yöntem 3 RGB renk testi ile yaban hayvanı tür tespitinin daha yüksek başarımlı oranı ile tanınması ve sınıflandırılması sağlanmıştır. Ayrıca yaban hayvanlarının sınıflandırılmasında DVM ve YSA ile sınıflandırmanın karşılaştırılmalı olarak başarımlı oranları ortaya konulmuştur.

### 4.1 Yöntem 1: Alan Testi , Yöntem 2: Öznitelik Testi ve Yöntem 3 RGB Renk Testi ile Hedeflenen Nesne Tespitinin Yapılması Üzerine Fotokapan Video Çalışması

Alan ve öznitelik testi yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda hedeflenen yaban hayvanının doğru bir şekilde tespit edilmesi, arka plandaki ikili görüntüde alan bütünlüğü olmadan yapılan yaban hayvanı tespiti ve akabindeki yaban hayvanı türü belirlemenin doğru sonuçlar vermeyeceği ortaya konulmuştur. Resim 4.1'de yaban hayatında nadir görülen iki farklı türe ait olan rakon ile geyiğin aynı sahnede yer aldığı görülmektedir. Resim 4.2'de geyiğin uzun süre hareketsiz kalmasından ve hayvan yüzeyindeki ışık yansımalarından dolayı belli bir süre arka plan izinin tam çıkmadığı, alan bütünlüğünün sağlanmadığı görülmektedir. Resim 4.1'de aynı zamanda alan testi ve öznitelik testi kullanılmadan hedef dışı yanlış yapılan yaban hayvanı tespiti ve sınıflandırılması görülmektedir. Aynı sahnede rakonun arka plan izi daha net çıktığı için sınıflandırıcıya rakonun fiziksel özellikleri giriş verisi olarak verilmiştir. Bunun sonucunda rakon belli bir zaman diliminde geyik olarak sınıflandırılmıştır. Sahnenin o anı için nesne tespiti ve sınıflandırma yapmadan videonun ilerleyen çerçevelerinde bu kriterlerin yerine gelmesi ile bu gibi olumsuzlukların ortadan kaldırıldığı görülmüştür. Resim 4.3'de en zor sahne şartlarında dahi hedeflenen yaban geyiğinin tespiti ve takibi yapıldığı görülmektedir.





**Resim 4.1** Alan testi ve öznelik testi kullanmadan yapılan yanlış yaban hayvanı tespiti.

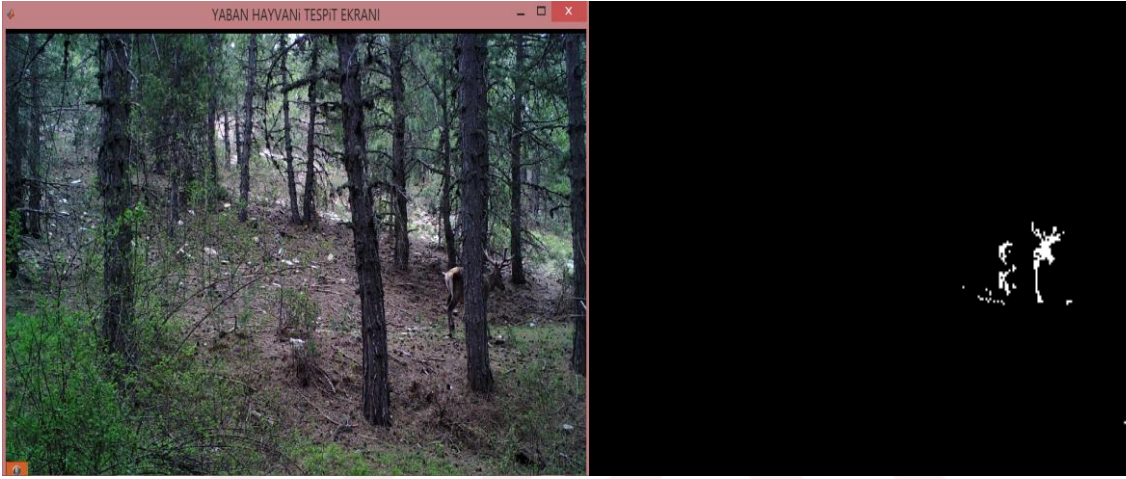


**Resim 4.2** Resim 4.1 'deki sahnenin GMM yöntemi ile arka plan çıkarımı.



**Resim 4.3** Alan testi ve öznelik testi kullanarak yapılan doğru ve başarılı yaban hayvanı tespiti.

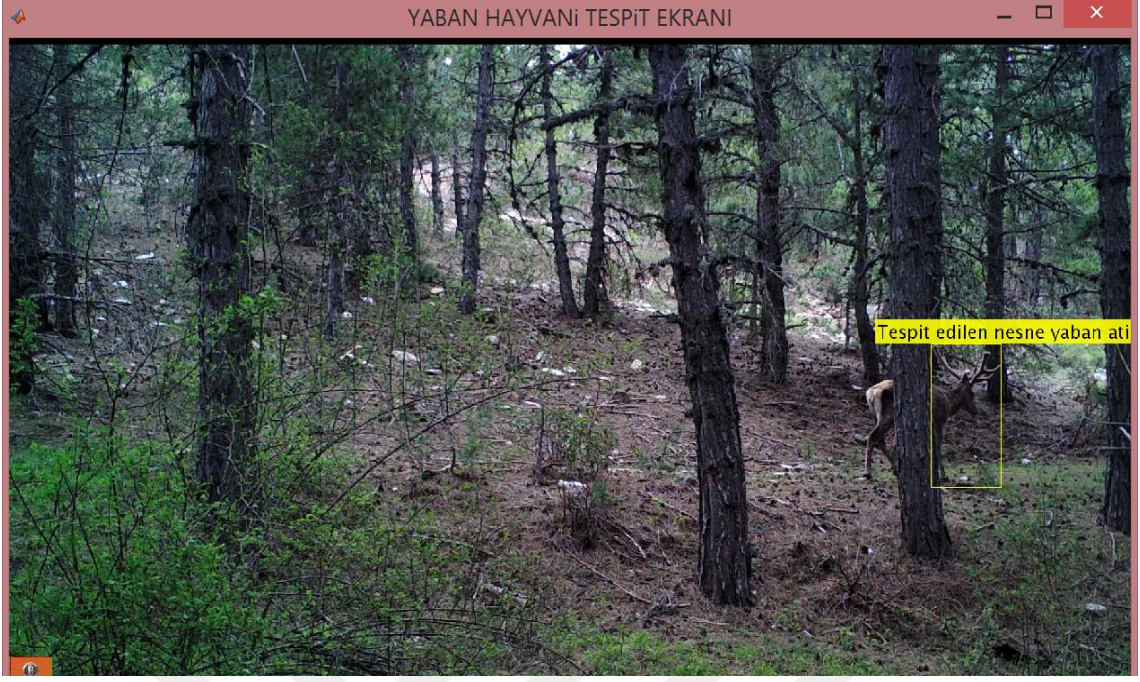
Resim 4.4’de görüldüğü üzere ikili görüntüde görüntü kaynağı ile nesne arasında yer alan ağaç görüntüsü alan bütünlüğünde eksikliğe neden olmuştur. Bu şekilde o anki eksik arka plan görüntüsü ile nesne tanıma, sınıflandırmanın yanlış olacağı aşikârdır. Çünkü kalan pikseller tam anlamı ile herhangi bir hayvanın silüetini göstermemektedir. Bunun önlenmesi için bu sahnenin alan testi ile boş geçilip alan bütünlüğünün daha çok sağladığı bir sonraki sahnelerde nesne türü ve sayımı yapılması sağlanmıştır.



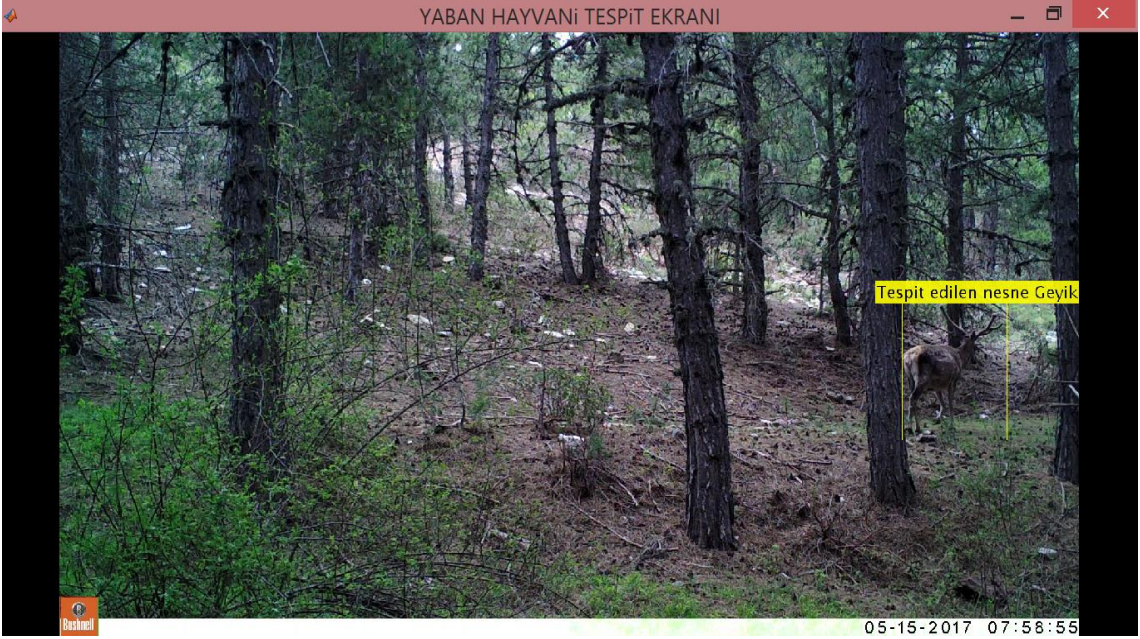
**Resim 4.4** Arka plan görüntüsünde nesne alanında meydana gelen eksiklik örneği.

Resim 4.5’de görüldüğü gibi geyik bir an için yaban atı olarak sınıflandırılıp etiketlenmiştir. Ancak alan bütünlüğü testi ile bu olumsuz durum pas geçilerek bir sonraki çerçevede geyiğin resim 4.6’daki gibi doğru bir şekilde geyik olarak tanınması ve sınıflandırılması sağlanmıştır.





**Resim 4.5** Resim 4.4 'deki sahnede yaban hayvanının yanlış sınıflandırılması.



**Resim 4.6** Resim 4.4 'deki sahnede yaban hayvanı sınıflandırması yapılmayıp alan bütünlüğü sağlandıktan sonra doğru bir şekilde sınıflandırma yapılması.

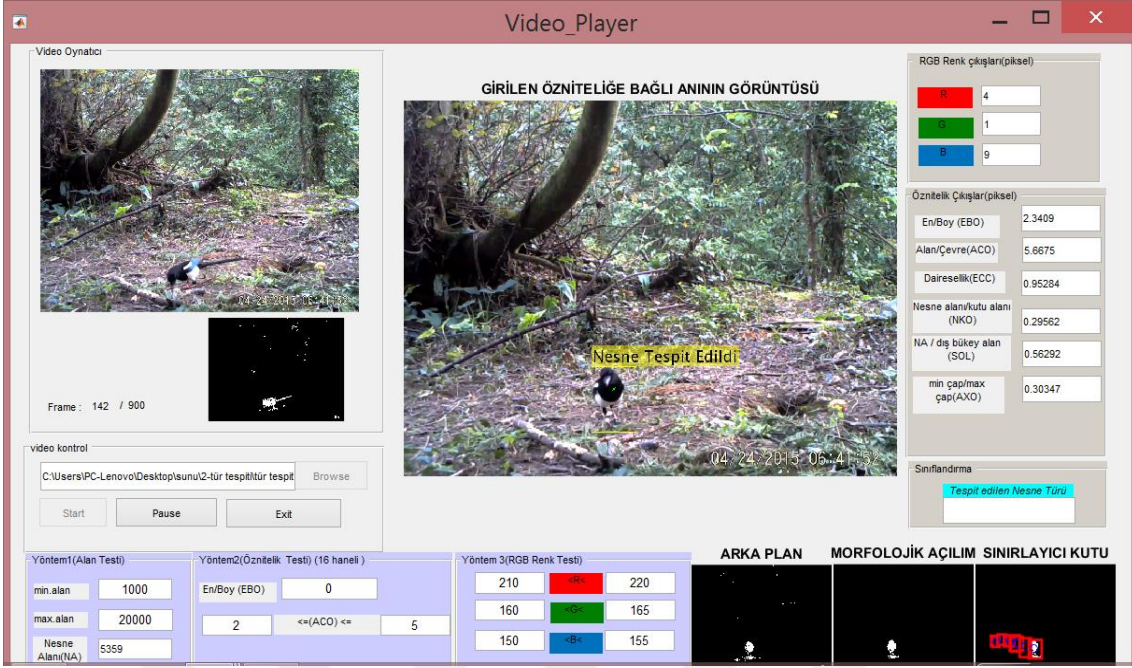
Resim 4.7'deki fotokapan sahnesinde saksagan kuşunun görüntü kaynağına yakın bir yerde hareket ettiği ve arka plan alanının 5359 piksel, ACO değerinin ise 5.6675 piksel olduğu tespit edilmiştir. Saksagan kuşunun farklı hareketlerinde alan değerinin 14813 piksele, ACO değerinin ise 10.8787 piksel değerine yükseldiği gözlemlenmiştir. RGB renk testi uygulamadan sadece alan testi ve öznelik testi ile sınıflandırma yapılmıştır. Saksagan kuşu geyik olarak sınıflandırılmıştır. Çünkü bu öznelik değerleri sayısal olarak hem geyik hem de tilki verilerine yakın değerlerdir.



**Resim 4.7** Alan testi ve öznelik testinin yetersiz olduğu video sahnesi ile arka plan görüntüsü.

Resim 4.8'de alan testi ve öznelik testi ile aşılamayan durumun RGB renk testi ile rahatlıkla aşılabildiği görülmektedir. Tespiti yapılmak istenen hedef canlı tilki olduğu için aynı sahnede RGB renk değerleri verisi girilerek saksagan kuşunun sınıflandırılmadan o sahnelerin pas geçilmesi sağlanmıştır. Saksagan kuşunun renk yoğunlukları ortalama olarak [4 1 9] iken kızıl tilkinin renk yoğunlukları ortalama [230 181 172] değerlerinde çıkmıştır. Saksagan kuşunun olduğu sahnelerde hareketli nesne tespiti yapılmış fakat hedef dışı canlı olduğu için RGB renk testi ile saksagan kuşunun olduğu sahnelerde sınıflandırma yapılmamıştır.





**Resim 4.8** Alan testi ve öznitelik testi ile hedeflenen yabancı tür tespiti mümkün olmayan sahnelerin RGB renk testi ile aşılması.

Resim 4.9’da ise RGB renk testi ile hedeflenen türlerden birisi olan yabancı görüntü kaynağı açısına girmiş ve anlık video çerçevesinde tür sınıflandırılması yapılarak yabancı türünün tilki olduğu tespit edilmiştir.



**Resim 4.9** RGB renk testi ile Hedeflenen canlının tespiti.

## 4.2 Yaban Hayvanı Sınıflandırılmasında DVM ve YSA Sınıflandırıcılarının Başarımlarının Karşılaştırılması Üzerine Yapılan Çalışma

Görüntü işlemede nesne tespitinde her ne kadar özneliklerin doğru bir şekilde çıkartılması başarıyı belirlese de nesnenin doğru sınıflandırılmasında bir diğer önemli faktörde sınıflandırıcıların başarı oranlarıdır. Belli bir geometrik ölçülere sahip olsa da her hareketi ile tahmin etmesi zor geometrik şekillere girebilen canlılardan biriside yaban hayvanlarıdır. Yaban hayvanlarının yüksek başarı oranı ile sınıflandırılması ve doğru bir şekilde etiketlenmesi için 2170 adet içerisinde yaban hayvanlarının olduğu video çerçeveleri ve resimler önce DVM sonra da YSA ile eğitilmiş ve elde edilen başarı oranları çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Önce dişi geyik, erkek geyik, kurt, tilki, yaban atı olarak 5 tür ile sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırmada sadece fiziksel öznelik matrisleri olan EBO, ACO, ECC, NKO, SOL ve AXO oranları kullanılmıştır. Daha sonra yaban hayvanı tür sayısı azaltılarak başarı oranları kıyaslanmıştır.

**Çizelge 4.1** Yaban hayvanları sınıflandırmasında DVM ve YSA başarı oranı karşılaştırma.

| Yaban Hayvanları Türleri | DVM Başarı Oranı | YSA Başarı Oranı |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Dişi Geyik               | %70              | %72.9            |
| Erkek Geyik              |                  |                  |
| Tilki                    |                  |                  |
| Kurt                     |                  |                  |
| Yaban Atı                |                  |                  |
| Geyik                    | %83              | %84.3            |
| Tilki                    |                  |                  |
| Kurt                     |                  |                  |
| Yaban Atı                |                  |                  |
| Geyik                    | %95.9            | %96              |
| Tilki                    |                  |                  |
| Yaban Atı                |                  |                  |

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi yaban hayvanlarının sınıflandırılmasında YSA daha yüksek başarı göstermiştir. Ayrıca fiziksel özellikleri birbirine çok yakın olan yaban hayvanlarının sınıflandırılmasında sadece fiziksel öznelik kullanılmasının başarıyı çok düşürdüğü gözlemlenmiştir. Sınıflandırılacak tür sayısının azalması ve sınıflandırıcının daha fazla giriş verisi ile eğitilmesi başarı oranını arttıracaktır.

### 4.3 Yöntem 3: Renksel Öznitelikle Sınıflandırma Başarım Oranının Artırılması

Bu çalışmada daha önceki çalışmalardan farklı olarak nesne tanıma ve sınıflandırma başarısında nesnenin fiziksel özniteliklerinin yanında renk faktörünün de kullanılmasının yaban hayvanlarının sınıflandırılmasında başarımı hangi oranda arttırdığı ortaya konulmuştur. Özellikle sadece renginden dolayı isimlendirilen bazı yaban hayvanlarının renk yoğunluklarından yararlanılarak tespit edilip sayımının yapılmasının çok başarılı bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere yaban hayatında yaşayan geyik, tilki, kurt ve yaban atından oluşan 4 türe ait ilk önce 1193 adet anlık öznitelik verileri ile sınıflandırma yapılmış ve genel başarı oranı % 98.7 ‘de kalmıştır. Aynı fiziksel öznitelik verilerine aynı hayvanların gün ışığında fotokapan ile çekilmiş video sahnelerinden elde edilen renk verileri de katılarak aynı çalışma tekrar yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucu elde edilen sınıflandırma başarısı % 100 olmuştur.

Başka bir çalışmada fiziksel öznitelik giriş veri sayısı 1483’e yükseltilmiştir. Birbirine fiziksel özellikleri yakın olan tilki kurt gibi hayvanlardan daha fazla öznitelik verisi alınmıştır. Fakat giriş verilerinin sayısı artmasına rağmen öznitelik vektörlerinin birbirine yakın sayısal değerler olması sonucu sınıflandırmada genel başarı oranı % 98.7’den % 96.8’e düşmüştür. Aynı çalışmada aynı verilere hayvanların renksel öznitelik faktörleri de katılarak tekrar sınıflandırma yapılmıştır. Genel başarı oranı % 100 olup önceki değerinin korumuştur.

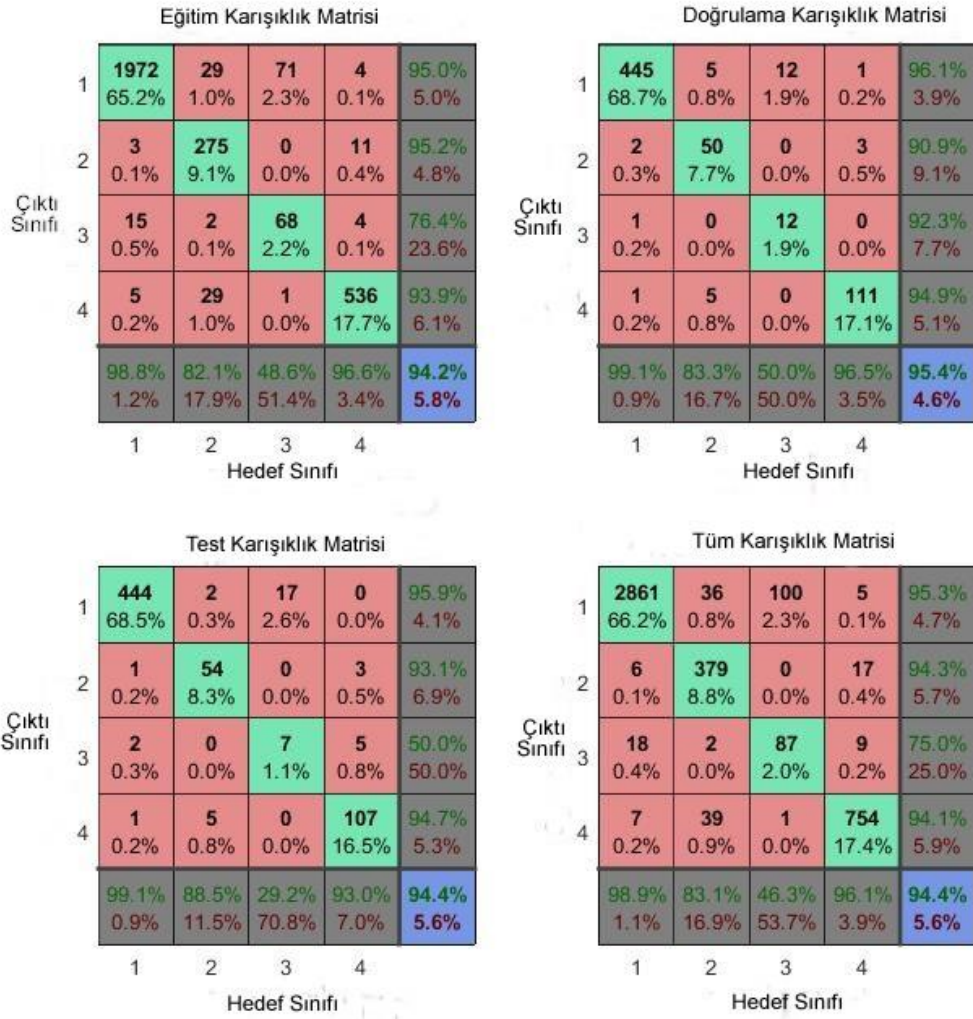
Görüntü işlemede nesne tespiti ve nesne tanımda, özellikle yaban hayvanı gibi geometrik şekli her an değişebilen ve her anı ile sayısız fiziksel özneliği ortaya çıkan hareketlilerin tespitinde fiziksel özneliğin yanında mutlaka renksel öznitelik faktörü de kullanılmalıdır. Sadece renk faktörü kullanmanın da yaban hayvanı tanımda ve sınıflandırmada yetersiz olacağı aşikârdır. Çünkü rengi birbirine benzer çok hayvan türü vardır. Ayrıca pratikte hayvanların her zaman aynı renksel özellikleri ile kamera optiğine yakalanması olağan değildir. Hayvanın çamur bulaşması, üzeri tozlanmış veya ıslanmış olması hayvanın renk yoğunluğu değerlerinin yani değişmesine neden olur. Bunun için tez çalışmamızda olduğu gibi hareketlinin en az 3 ayrı noktasından piksel rengi bilgisi almak bu olumsuzlukların doğuracağı başarısızlıkları da minimize eder.

**Çizelge 4.2** Yaban hayvanları sınıflandırılmasında fiziksel özniteliğin ile renksel özniteliğin birlikte kullanılmasının nesne tanımda başarıya etkisinin karşılaştırılması.

| Yaban Hayvanı Türleri | Giriş Data Sayısı | Başarı Oranları     | Fiziksel Öznitelik ile YSA Başarısı | Fiziksel Öznitelik ve Renksel Öznitelik ile YSA Başarısı |
|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|--|
| Geyik                 | 1193 Adet         | Eğitim Başarı Oranı | %98.7                               | %100   |
| Tilki                 |                   | Test Başarı Oranı   | %97.2                               | %100   |
| Kurt                  |                   | Genel Başarı Oranı  | %98.5                               | %100   |
| Yaban Atı             |                   |                     |                                     |  |
| Geyik                 | 1483 Adet         | Eğitim Başarı Oranı | %97                                 | %100   |
| Tilki                 |                   | Test Başarı Oranı   | %96.4                               | %100   |
| Kurt                  |                   | Genel Başarı Oranı  | %96.8                               | %100   |
| Yaban Atı             |                   |                     |                                     |  |
| Geyik                 | 4321 Adet         | Eğitim Başarı Oranı | %94.2                               | %100   |
| Tilki                 |                   | Test Başarı Oranı   | %94.4                               | %100   |
| Kurt                  |                   | Genel Başarı Oranı  | %94.4                               | %100   |
| Yaban Atı             |                   |                     |                                     |  |

Resim 4.10 karışıklık matrisinde görüldüğü gibi en son yapılan çalışmada 4321 veri YSA ile eğitilmiş giriş verisi olarak 6 adet fiziksel öznitelik vektörleri [EBO ACO ECC NKO SOL AXO] kullanılmış olup bu verilerin % 70'i eğitim, % 15 i doğrulama , % 15'i de test için kullanılmıştır. Eğitim için % 94.2 başarı test için ise % 94.4 başarısı elde edilmiştir. Genel başarı oranı ise % 94.4'de kalmıştır.





**Resim 4.10** Genel başarı oranı %94.4 olan YSA sınıflandırıcının karışıklık matrisi.

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi en son yapılan çalışmada 4321 veri YSA ile eğitilmiş giriş verisi olarak 6 adet fiziksel öznelik vektörlerinin yanında 3 adet renksel öznelik faktörleri [EBO ACO ECC NKO SOL AXO Rort Gort Bort] kullanılmış olup bu verilerin % 70’i eğitim, % 15’i doğrulama ve % 15’i de test için kullanılmıştır. Eğitim, doğrulama ve test için % 100 başarımlar elde edilmiştir.

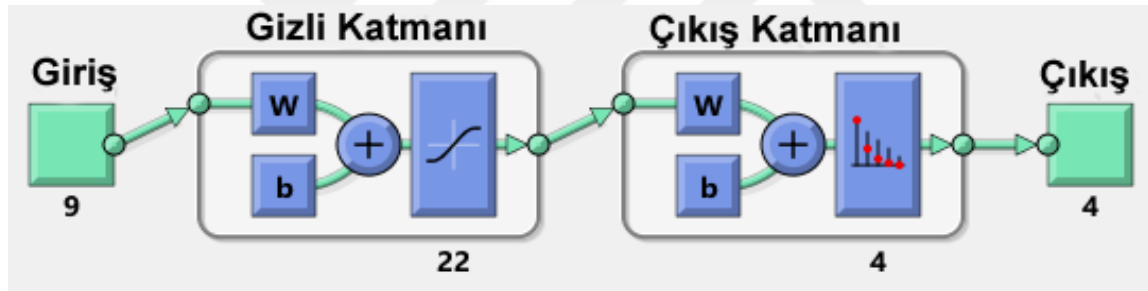
%E hata değeri olup hatanın eğitim ve test için % 0 çıkması sınıflandırmanın % 100 doğru yapıldığını gösterir. CE değeri çapraz entropi değeri olup bu değerin en aza indirilmesi iyi sınıflandırmaya neden olur. CE değeri düşük modelin tahmin kabiliyeti yüksek olur.

YSA'nın gizli katmandaki nöron sayısı farklı değerlerde alınarak başarımları sonuçları gözlemlenmiştir. Farklı nöron sayılarında % 100 doğruluk elde edilmiştir. Fakat düşük CE değeri ve %100 doğru sınıflandırma başarısı için gizli katmandaki nöron sayısı 22 olarak tespit edilmiştir. % 100 doğruluk performansına 92 iterasyon sonucu ulaşılmıştır.

**Çizelge 4.3** Genel başarı oranı %100 olan YSA sınıflandırıcının sonucu.

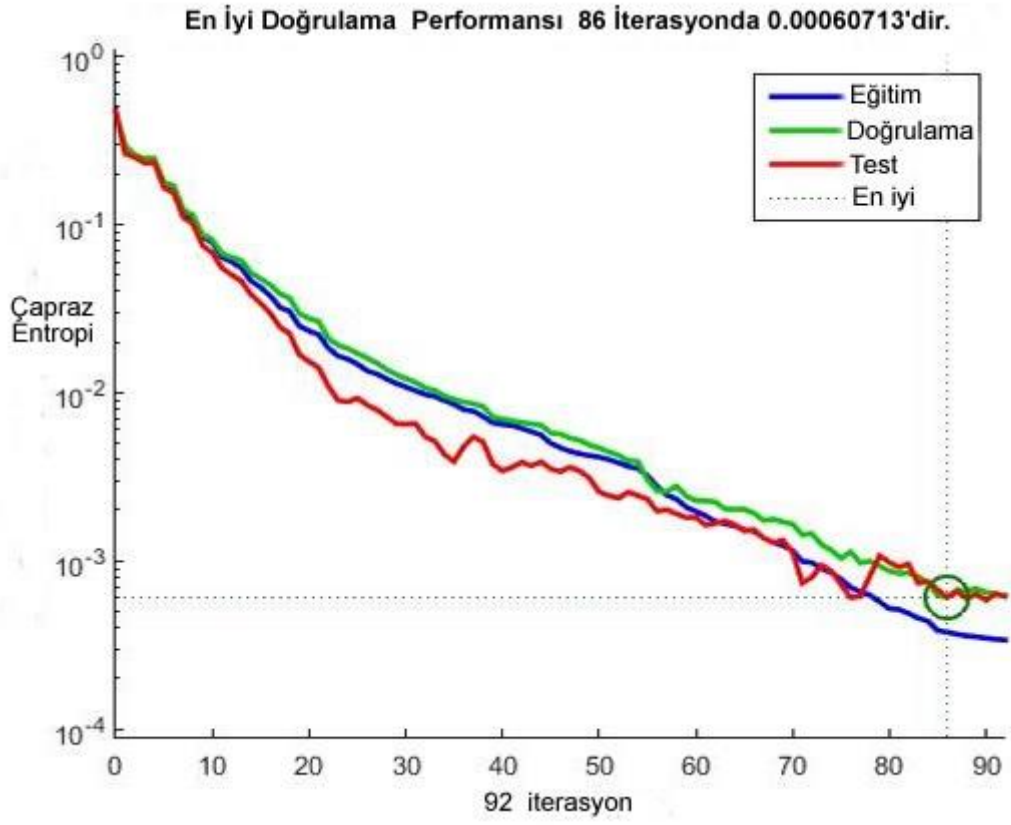
|           | Giriş Örnekleri Sayısı | CE       | %E |
|-----------|------------------------|----------|----|
| Eğitim    | 3025                   | 4.23354  | 0  |
| Doğrulama | 648                    | 12.14704 | 0  |
| Test      | 648                    | 12.14572 | 0  |

Resim 4.11'de genel başarımlar oranının %100 olan eğitilmiş YSA sınıflandırıcının yapısı görülmektedir. 9 öznitelik girişi ve 4 öznitelik çıkışı olan tek gizli katmana sahip YSA'nın gizli katmanındaki nöron sayısı 22 olup aktivasyon fonksiyonu hiperbolik tanjanttır.



**Resim 4.11** Genel başarımlar oranı %100 olan eğitilmiş YSA sınıflandırıcının yapısı.

Resim 4.12'de görüldüğü gibi ağ eğitimi toplam 92 iterasyonda tamamlanmıştır. Performans grafiğindeki doğrulama çizgisi ağ genellemesini ölçer ve genelleme iyileştirilmediğinde eğitimi durdurur. Ağ en iyi performansa  $10^{-3}$ 'den düşük bir çapraz entropi değeri olan 86 iterasyonda ulaşmaktadır.



Resim 4.12 Genel başarı oranı %100 olan eğitilmiş YSA sınıflandırıcının performans grafiği.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Görüntü işlemenin en temel konusu hareketli nesne tespiti ve nesne tanınması üzerinedir. Literatürde yaban hayvanı tanıma konusu üzerine farklı yöntemlerle farklı başarımlar elde edilmiştir. Belli bir geometrik şekle sahip nesnelere yüksek başarımların elde edilmesiyle tespit edilirken esnek yapıda olan canlıların tespitinde başarımların düştüğü gözlemlenmiştir.

Bilgisayarlı görme sistemlerinde görüntü işleme ile dinamik nesne tespitinde sahnenin sade olması arka planda mümkünse hedeflenen nesne haricinde başka bir hareketlinin olmaması istenir. Fakat bu teori pratikte pek de mümkün görünmemektedir. Özellikle yaban hayatından yaban hayvanlarının yer aldığı sahneler genelde arka planda gölgelenmelerin ve hareketlenmelerin çok olduğu sık ormanlık, sulak ortamlardır.

Alan testi (yöntem-1) ve öznelik testi (yöntem-2) ile en zor sahnelere sahip yaban hayatı videolarında hedeflenen nesnenin tespiti başarı ile gerçekleştirilmiştir. Bu iki yöntem ile dinamik arka plana sahip yaban hayatı videolarında arka plan hareketlileri bertaraf edilmiştir. Geliştirilen yaklaşımlardan bir diğeri olan renksel öznelik testi (yöntem-3) ile aynı sahnede yer alan farklı yaban hayvanlarından sadece hedeflenen yaban hayvanı türünün sınıflandırılıp sayılması sağlanmıştır. Bu 3 yöntemin tüm bilgisayarlı görme sistemlere uygulanabileceği ve dinamik nesne tespitinde başarımlarını arttıracakları görülmüştür.

Görüntü işlemede nesne tanınması konusunda ise nesneye ait fiziksel öznelik ile renksel özneliğin birlikte kullanılması yaban hayvanı tür tespitinde % 100 başarımların elde edilmesine olanak sağlamıştır. Bu yöntemle bir nesnenin tanınmasında fiziksel ve renksel özelliklerin birbirini tamamlayan bir bütün olarak kullanılması gerekliliği ortaya koyulmuştur. Nesne tespitinde hazır nesne tanıma algoritmaları yerine basit matematiksel hesaplamalar ile nesneye ait fiziksel ve renk özelliklerinin tespit edilmesi çerçeve başına düşen işlem süresinin kısalmasına olanak sağlamıştır. Görüntü işleme tekniği, geliştirilen yöntemler ile yaban hayvanı tür ve sayımının yapıldığı yazılımın bilgisayar oluşturduğu CPU yükü ile kapladığı bellek kapasitesi ve çerçeve başına düşen işlem süresi çizelge 5.1’de verilmiştir.

**Çizelge 5.1** Yaban hayvanı tür tespiti ve sayım programı performansı.

| Görüntü işleme                      | Kullanılan Yöntemler             | Video Özellikleri   | Yaban hayvanı tür tespiti başarımları (%) | CPU yükü (%) | Bellek Kapasitesi (MB) | Çerçeve başına düşen İşlem süresi (sn) |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|---|--------------|------------------------|--|
| Hareketli nesne tespiti             | GMM yöntemi                      | HD Video (1280*720) | 100                                       | 35.2         | 600                    | 0,242                                  |
| Sahnede hedeflenen nesnenin tespiti | Yöntem-1                         | 694 Çerçeve         |   |              |                        |  |
|                                     | Yöntem-2                         | 25 fps              |   |              |                        |  |
|                                     | Yöntem-3                         |                     |   |              |                        |  |
| Nesne tanıma                        | Fiziksel öznelik renksel öznelik |                     |   |              |                        |  |
| Nesne sınıflandırma                 | YSA                              |                     |   |              |                        |  |

Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi yaban hayvanlarının 30 metreye kadar %100 başarımları ile tür tespiti ve sayımı çerçeve başına düşen 242 msn gibi düşük işleme süresi ve düşük CPU yükü ile pratikte uygulanabilir sonuçlar elde edilmiştir. Tüm bu geliştirilen yöntemlerin sabit kamera veya fotokapanlara entegre edilmesi ile yaban hayatında yaban hayvanlarına ait tür ve sayı tespitinin %100 başarımları ile yapılabilir.

Bu çalışma üzerine bazı eklemelerin yapılması ile yaban hayatında tam kontrolün sağlanması hususunda uygulamada daha başarılı çalışmaların yapılabileceği düşünülmektedir. Bunlar:

- Yaban hayvanı tür tespiti ve sayımında yaban hayvanına ait fiziksel ve renksel özneliklerin veri tabanında kaydının tutulmasıdır. Bu sayede aynı yaban hayvanının aynı video sahnesinde tekrar sayımının önüne geçilebilir.
- Tez çalışmamıza ilave olarak tarih saat ve diğer bazı istatistiksel bilgiler (günlük tespit edilen hayvan sayısı vs.) yazılımsal olarak eklenip kayıt altına alınabilir.

- GMM yöntemi kullanılarak sabit kamera ile alınan hareketli görüntülerde yaban hayvanlarının tespiti ve sayımının yapılması yerine optik akış yönteminin kullanılması çalışmaya farklı bir boyut kazandıracaktır. Optik akış yöntemi sayesinde hareketli kamera ile hareketli nesne tespitinin yapılması insansız hava aracı (drone) ile yaban hayvanlarının tespitinin ve sayımının yapılmasına olanak sağlayacaktır.
- Yaban hayvanlarının tür tespitinde fiziksel ve renksel özelliklerine ilave olarak yaban hayvanlarının sıcaklık haritasının çıkarılması termal kamera ile nesne tespitinde olanak sağlayacaktır. Bu da ormanlık alanlarda yaban hayvanının tür ve sayı tespitinde hareket kabiliyetini arttıracaktır. Ayrıca hayvanların geçiş güzergahlarına konulacak sabit kameralar yerine drone bağlı termal kamera ile korunan alanlar daha düşük maliyet, daha yüksek hareket kabiliyeti ve daha kısa sürelerde kontrol sağlanabilir.

Tez çalışmamızda özellikle nesne tespitinde nesneye ait renk özelliklerinin kullanılmasının görüntü işleme tekniği ile yapılacak diğer nesne tanıma çalışmalarına da yol göstereceği düşünülmektedir. Ayrıca bazı görüntü işleme ile nesne tanıma konularında herhangi bir yapay sınıflandırıcı kullanmadan sadece nesneye ait renk özniteliklerinin karşılaştırılması yöntemi ile de sınıflandırma çalışması yapılabilir. Örneğin araç tespitinde araç renklerinin sabit olması ve aracın her yerinde renk yoğunluğunun genelde aynı olmasından yola çıkılarak araç üzerinde 3 veya 4 farklı noktadan alınacak RGB piksel renk verilerinin birbiri ile karşılaştırılması ile nesnenin araç olduğu anlaşılabilir. Özellikle savunma sanayide askeri araçların tespitinde renksel öznitelik vektörü ile nesne tanıma yapılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Alparslan, N.(2013). Gradyan tabanlı heterojen öznitelik çıkarma yöntemlerine yeni yaklaşımlar, Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Andreopoulos, A. Tsotsos, J.K. (2013). 50 Years of object recognition: Directions forward. *Computer Vision and Image Understanding*, **117**, 827-891.
- Boniecki, P. Koszela, K. Piekarska, H. Weres, J. Zaborowicz, M. Kujawa, S. Majeswski, A. ve Raba, B. Neural identification of selected apple pests. *Computers and Electronics in Agriculture*, **110**, 9-16.
- Buğday, A.(2010). Gerçek zamanlı videolarda ön plan ve arka plan ayrımı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Graves, M. and Batchelor, B. (2003). B. Editorial Introduction. Machine vision for the inspection of natural products, Springer Science & Business Media, İngiltere 35-85.
- Karasulu, B. (2010). Videolarda hareketli nesne tespiti ve takibi için benzetimli tavlama tabanlı bir başarımlı eniyileme yaklaşımı, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kocaman, Ç.(2010). Yapay us yöntemleri kullanarak enerji kalitesi bozucularının belirlenmesi. Doktora Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Matuska, S.Hudec, R. Kamencay, P. Benco, M. and Zachariasova, M. (2014). Classification of Wild Animals Based on DVM and Local Descriptors . *AASRI Procedia*, **9**, 25-30.
- Savaş, K.(2007). Kontrol sistemleri için Matlab'ta gui uygulamaları tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Seetha, M.(2005). Artificial neural networks and other methods of image classification. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*

- Sonugör, G.(2016). İnsansız kara araçları için dinamik nesnelerin tanınması amacıyla görüntü işleme tabanlı bir sistem geliştirilmesi. Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Stauffer, C. and Grimson, W. E. L. (1999). Adaptive background mixture models for real-time tracking. *The Artificial Intelligence Laboratory Massachusetts Institute of Technology*, MA 02139
- XU, Y. Dong, J. Zhang, B. Xu, D.(2016) Background modeling methods in video analysis: A review and comparative evaluation. *CAAI Transactions on Intelligence Technology* 1,43-60,
- Yılboğa, H.(2015). Büyük veri tabanlarında özniteliklerin etiketlere indirgenmesine dayalı içerik ve metin tabanlı görüntü erişimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yu, X. Wang, J. Kays, R. Jansen, P. Wang, T. and Huang, T. (2013). Automated identification of animal species in camera trap images. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 1-52

## İnternet Kaynakları

- 1) <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/korunanalan1.htm>, 12.06.2017
- 2) <http://ormuh.org.tr/arsiv/files/Av%20Hayvanlari%20Envanteri.pdf>, 15.06.2017
- 3) <http://muratdelen.com/makine-ogrenme-algoritmaları>, 10.07.2016
- 4) <http://www.psikolojik.gen.tr/yapay-sinir-aglari.html>, 12.07.2016



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kadir Kaya  
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzincan /09.04.1987  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) :0 544 342 26 14 / kadir kaya@ormansu.gov.tr

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Aydın Teknik Lisesi, (2001-2004)  
Lisans : Fırat Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Bölümü, (2008-2011)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Anabilim Dalı, (2015-2017)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve  
Milli Parklar Genel Müdürlüğü –Gelibolu Yarım  
Adası Tarihi Milli Park Müdürlüğü (2012-2014)  
Afyon 5.Bölge Müdürlüğü(2014-Devam ediyor.)