T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ GÖZETLEMESİ İÇİN HAREKETLİ HEDEF TAKİP SİSTEMİ

DOĞAN ADIGÜZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRONİK PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ LALE ÖZYILMAZ

İSTANBUL, 2018

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ GÖZETLEMESİ İÇİN HAREKETLİ HEDEF TAKİP SİSTEMİ

Doğan ADIGÜZEL tarafından hazırlanan tez çalışması 26.12.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Lale ÖZYILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Lale ÖZYILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Soner ÖZGÜNEL

Haliç Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Serkan KURT

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Günümüzde deniz askeri, ekonomik, ulaşım vb. birçok alanda önem teşkil etmektedir. Denizin önemli olmasıyla beraber emniyetinin sağlanması da dikkat edilmesi gereken bir husustur. Özellikle son dönemlere bakıldığında, insan kaçakçılığının yapıldığı, ülkelerin siyasi ve sosyal sistemlerinde istikrarsızlıklarına sebep olmayı ve düşük seviyede kuvvet ile teknoloji kullanarak etkin olmayı amaçlayarak denizde özellikle küçük teknelerle gerçekleştirilen asimetrik tehlikelerin bulunduğu, bazı ülkeler için korsan faaliyetlerinin olduğu vb. olaylar gerçekleşmektedir. Anlaşılacağı üzere sahili olan bir ülke için, tehdit oluşturabilecek en büyük faktörlerden biri de denizden gelebilecek tehditlerdir. Bu çalışmada, bu kadar önemi olan deniz gözetlemesinde kullanılabilecek hedef takip sistemi yapılmıştır.

Yapmış olduğum bu tez çalışmasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Lale ÖZYILMAZ'a, ayrıca öğrenim hayatım boyunca üzerimde emekleri olan annem Sultan TELLİOĞLU'na ve tez çalışmamda desteğini her zaman hissettiğim eşim Derya ADIGÜZEL'e başta Prof.Dr. Tülay YILDIRIM olmak üzere tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık, 2018

Doğan ADIGÜZEL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vi

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ ix

ÖZET x

ABSTRACT xii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 9
1.3 Hipotez 9

BÖLÜM 2

VİBE ALGORİTMASI 10

2.1 Arka plan Modelinin Oluşturulması 10
2.2 Piksel Değerinin Sınıflandırılması 11
2.3 Arka plan Modelinin Güncellenmesi 13

BÖLÜM 3

VİBE ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ VE HAREKETLİ HEDEF TESPİTİ 14

BÖLÜM 4

GELİŞTİRİLMİŞ VİBE ALGORİTMASI İLE HAREKETLİ HEDEF TAKİBİ 18

4.1. Hareketli Hedef Tespiti 19
4.1.1 Arka plan Modeli Oluşturulması (İlk 20 Çerçeve) 19

4.1.2 R1 ve R2 Eşik Değerleri ile Piksel Sınıflandırma 19
4.1.3 Birleştirme ve Morfolojik İşlem 21
4.1.4 Arka plan Güncellenmesi 21
4.2 Hareketli Hedef Takibi 21
4.2.1 Blob (Binary Large Object) Analizi 22
4.2.1.1 Blob Analiz Kullanımı 22
4.2.2 Kalman Filtresi 23
4.2.2.1 Kalman Filtresi Kullanımı 23
4.2.3 Hedef Takibi 24

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER 25

KAYNAKLAR 27

ÖZGEÇMİŞ 29

SİMGE LİSTESİ

n	Arka plan modeli için örnek sayısı
M(x)	Arka plan modeli
v(x)	Anlık pikesl değeri
R	Eşik değeri
B(x)	Tespit edilen arka plan
F(x)	Tespit edilen ön plan
#min	Anlık pikselin arka plan olarak belirlenmesi için R mesafesinde olması gereken örnek sayısı
#R	Anlık piksel değerine R mesafesinde bulunan örnek sayısı
R1	Sistemde kullanılan düşük değerdeki eşik değeri
R2	Sistemde kullanılan yüksek değerdeki eşik değeri

KISALTMA LİSTESİ

Blob	Binary Large Object
ÇK	Çerçeve ile Kıyaslama
GMM	Gaussian Mixture Model
JI	Jaccard Index
MK	Model ile Kıyaslama
MSS	Maximum Symetric Surround
PCC	Percentage of Correct Classification
RGB	Red Green Blue
SR	Spectral Redisual
ViBE	Visual Background Extractor

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Arka plan çıkarım modeli 2
Şekil 1. 2 Normal ortam görüntüsü için algoritmaların performansı 4
Şekil 1. 3 Dinamik ortam görüntüsü için algoritmaların performansı 4
Şekil 1. 4 Farklı bit oranları kullanılarak F-ölçümü değerleri 5
Şekil 1. 5 ViBE algoritması ile çerçeveler arası farklılık yöntemi kullanılan çalışma 6
Şekil 1. 6 Arka plan çıkarım algoritmaları ile belirginlik tespit teknikleri birleştirilmesi 7
Şekil 1. 7 ViBE algoritması ile geliştirilmiş Canny algoritmasına ilişkin çalışma 9
Şekil 2. 1 Piksel değerinin örnek değerlerle kıyaslanması 11
Şekil 2. 2 Arka plan modeli örnek sayısına göre doğru sınıflandırma oranı 12
Şekil 2. 3 #min değerine göre doğru sınıflandırma oranı 12
Şekil 3. 1 Bu Çalışmada Önerilen Algoritma 14
Şekil 3. 2 Önerilen sistemin çalıştırılmasına yönelik görüntüler 16
Şekil 4. 1 Dizayn edilen hedef takip sistemi 19
Şekil 4. 2 R1 ve R2 eşik değerleri kullanılarak ön plan çıkarımı 20
Şekil 4. 3 Birleştirme ve morfolojik işlem 21
Şekil 4. 4 Blob analiz örnek 22
Şekil 4. 5 Blob analiz işlemi 23

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. 1 Değerlendirmesi yapılan 9 adet arka plan çıkarım metodu 2
Çizelge 1. 2 Arka plan çıkarım algoritmaları ile belirginlik tespit algoritmalarından elde edilen JI değerleri 8
Çizelge 3. 1 Önerilen sistem değerlendirmesi 16

ÖZET

DENİZ GÖZETLEMESİ İÇİN HAREKETLİ HEDEF TAKİP SİSTEMİ

Doğan ADIGÜZEL

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Lale ÖZYILMAZ

Sahile monte edilmiş sabit kamera ile deniz gözetlemesinde hareketli hedef takip sistemi için öncelikle başarılı bir hedef tespiti yapmak gerekir. Bu sebeple deniz gözetlemesinde hedef tespiti için yapılan incelemede, dalga, dalga köpüğü, dümen suyu, hava durumu, deniz üzerine yansıyan güneş ışığı vb. etkenlerden dolayı dinamik bir ortam olan deniz için kullanılabilecek en iyi metodun, arka plan çıkarımı olduğu görülmüştür. Arka plan çıkarım metodu, görüntülerde oluşturulan bir arka plan modeliyle anlık çerçeveler arasında kıyaslama yaparak piksellerin ön plan mı yoksa arka plan mı olduğuna dair sınıflandırma işlemi yaparak, görüntülerde nesne tespitinde kullanılır.

Arka plan çıkarım metodu kullanarak en iyi sonuç veren yöntemler incelendiğinde hareket tespiti için yapılmış ViBE algoritmasının uygun olduğu görülmüştür. Ancak, ViBE algoritması deniz gözetlemesinde çalıştırıldığında, ön plan ve arka plan sınıflandırmasında bazen hatalı değerlendirmelerin olduğu, görüntüde gürültü olabildiği ve hedefin ön plan çıkarım işleminde hedefin tamamını değil, küçük bir kısmını içeren ön plan çıkarabildiği gözlemlenmiştir.

Hareketli hedef takip sistemini gerçekleştirmeden önce ViBE algoritmasında bu durumların giderilmesi amacıyla algoritmanın üzerinde bazı geliştirmeler yapılmış ve uygun sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada geliştirilen ViBE algoritmasında tatmin edici sonuçlar aldıktan ve bu sonuçları litaratürde incelenen çalışmalardaki sayısal değerlerle kıyaslayıp daha iyi sonuçlar elde edildiği görüldükten sonra, hedef takip sisteminin en önemli adımı olan hedef tespit kısmı tamamlanmıştır.

Hedef tespiti yapıldıktan sonra önemli olan çerçeveler arası geçişlerde bu hedefi başarılı bir şekilde takip etmek ve hedef ile ilgili anlık olarak bilgi alınamadığında hedefe ilişkin bilgileri tutarak hedef kısa süre içerisinde tekrar gözüktüğünde hedefi kaldığı yerden takip edebilmektir. Bu sebeple hedef takip sistemi için Blob analizi ve Kalman filtresi kullanılarak hedef takibinin sağlanması amaçlanmıştır.

Blob analizi kullanarak çerçeveler arası geçişlerde, hedefe ait çıkartılan ön plan dışında, görüntüde küçük boyutlarda oluşabilen gürültülere ait ön planların değerlendirmeye alınmaması sağlanmıştır. Böylece Blob analizi sadece hedefe ait ön planları diktörtgen içerisine alarak hedef takip sisteminin önemli bir kısmını oluşturmuştur. Hedef takip işlemi yapılırken gürültü, görüntüdeki hızlı değişim gibi nedenlerden dolayı hedef anlık olarak tespit edilemediğinde takibe devam etmek için Kalman filtresi kullanılmıştır. Böylece hedef tekrar tespit edildiğinde takibe devam edilebilmektedir.

“Singapore Maritime Dataset” adlı kaynakta, Singapur denizlerinde Canon EF 70-300mm f/4-5.6 IS USM kamera kullanılarak 480x856 çözünürlükte elde edilen RGB görüntüler ile MATLAB üzerinde yapılan çalışmada hedef takibinin sağlandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Deniz gözetlemesi, hareketli hedef, arka plan çıkarımı, ViBE (Visual Background Extractor) algoritması, Blob analiz

ABSTRACT

MOVING TARGET TRACKING SYSTEM FOR MARITIME SURVEILLANCE

Doğan ADIGÜZEL

Department of Electronics and Communications Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Asst. Prof. Dr. Lale ÖZYILMAZ

With the fixed camera mounted on the beach, it is necessary to make a successful target detection for the moving target tracking system in the maritime surveillance. For this reason, at the research made for taget detection, it is seen that the best method that can be used for the sea, which is a dynamic environment due to the factors such as wave foam, wave, water, wake, weather, sunlight reflected on the sea, etc., is the background method. The background extraction method is used to determine objects in images by classifying whether pixels are foreground or background by making a comparison between a background model created in images and instant frames.

When we examine the best results obtained using the background extraction method, it was found that the ViBE algorithm made for motion detection was suitable. However, it has been observed that sometimes there are erroneous evaluations in the foreground and background classification when we run the ViBE algorithm on maritime surveillance, there may be noise in the image, and the target may have a foreground which includes a small part of the target but not the whole.

Before designing the moving target tracking system, in order to handle these conditions, some developments have been made on the algorithm and appropriate results have been obtained.

After receiving satisfactory results in the ViBE algorithm that we developed and comparing the results with the numerical values in the studies we have reviewed in the

literature, the target detection part, the most important step of the target tracking system, was completed.

After detecting target, it is important to track this target successfully in the transition between the frames. Moreover, sometimes the target-related detections are lost momentarily, in such cases important thing is being able to track the target from where it is left when the target reappears within a short period of time by keeping the information related to the target. For this reason, it is aimed to provide target tracking by using Blob analysis and Kalman filter for target tracking system.

Using Blob analysis, it was ensured that the foreground of the noise which may occur in small dimensions outside the target foreground in the transitions between the frames is not taken into consideration. Thus, Blob analysis formed a significant part of the target tracking system by taking the foregrounds of only the target into the rectangle. When the target could not be detected instantly due to the reasons such as noise, rapid change in image during the target tracking process, the Kalman filter is used to continue for tracking target. Thus, when the target is detected again, the tracking is continued.

In the study conducted in MATLAB with the RGB images obtained at 480x856 resolution using the Canon EF 70-300mm f/4-5.6 IS USM camera in the Singapore seas, at the source named “Singapore Maritime Dataset”, it was found that the target tracking was achieved.

Keywords: Maritime surveillance, moving target, background subtraction, ViBE (Visual Background Extractor) algorithm, Blob analysis

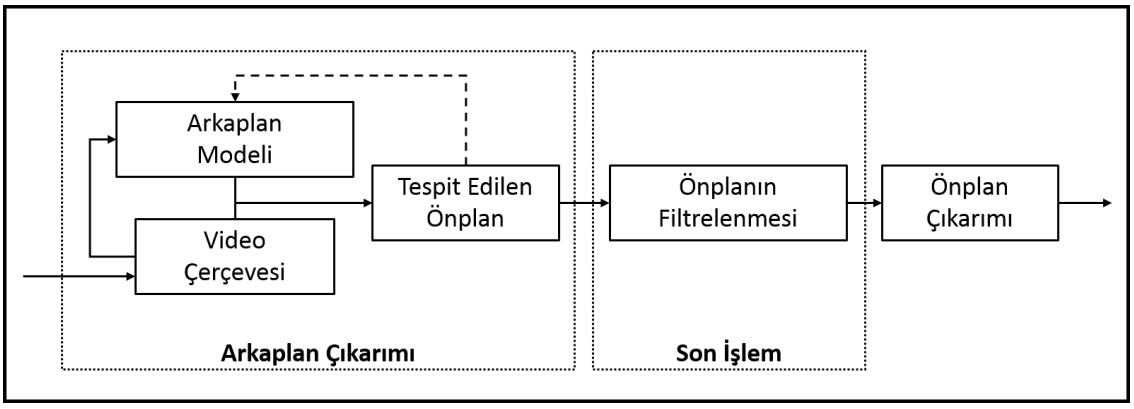
BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Deniz askeri, ekonomik, ulaşım vb. birçok alanda büyük öneme sahiptir. Denizin önemli olmasıyla beraber emniyetinin sağlanması da dikkat edilmesi gereken bir husustur. Özellikle son dönemlere bakıldığında, insan kaçakçılığının yapıldığı, ülkelerin siyasi ve sosyal sistemlerinde istikrarsızlıklarına sebep olmayı ve düşük seviyede kuvvet ile teknoloji kullanarak etkin olmayı amaçlayarak denizde özellikle küçük teknelerle gerçekleştirilen asimetrik tehlikelerin bulunduğu, bazı ülkeler için yoğun korsan faaliyetlerinin olduğu vb. olaylar gerçekleşmektedir. Anlaşılacağı üzere sahili olan bir ülke için tehdit oluşturabilecek en büyük faktörlerden biri de denizden gelebilecek tehditlerdir. Çünkü her zaman tehlikeye açıktır. Hem her zaman tehlikeye açık olması hem de bu kadar tehdidin olması sebebiyle, deniz gözetlemesi önemli ve meşakkatli bir iştir.

Deniz yapısı itibariyle dinamik bir ortamdır. Deniz gözetlemesinde dikkate alınması gereken birçok faktör vardır. Bunlar; dalgalar, dalga köpükleri, dümen suları, hava durumu, deniz üzerine yansıyan güneş ışığı vb. etkenlerdir. Bu dinamik yapı göz önünde bulundurulduğunda, sahile monte edilmiş sabit bir kamera ile hareketli hedef tespiti yapmak için arka plan çıkarımı, optik akış ve görüntüler arasındaki farkı alma gibi metotlar mevcuttur. Ancak, böyle bir dinamik alan için bu metotlardan en çok tercih edileni Şekil 1. 1'de gösterilen arka plan çıkarımıdır [1]. Bu sebeple bu çalışmada arka plan çıkarım metodu tercih edilmiştir.



Şekil 1. 1 Arka plan çıkarım modeli

Arka plan çıkarım metodu kullanılarak, hedef tespiti için birçok algoritma geliştirilmiştir. [2] numaralı çalışmada Çizelge 1. 1'de gösterilen 9 adet arka plan çıkarım temelli algoritmanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çizelge 1. 1 Değerlendirmesi yapılan 9 adet arka plan çıkarım metodu; MK=model ile kıyaslama, ÇK=çerçeve ile kıyaslama

Metod	**Yıl**	**Model tanımı**	**Özellikler**	**Çalışma Skalası**	**Adaptiflik Durumu**	**Ön Plan Tespit Yöntemi**
McFarlane	1995	Unimodal (Median)	Renk	Piksel	Evet	MK
Stauffer	1999	Multimodal (Gaussian)	Renk	Piksel	Evet	MK
Oliver	2000	Linear Subspace	Piksel farkı (Renk)	Çerçeve	Hayır	MK
McKenna	2000	Unimodal (Gaussian)	Renk, değişim hızı	Piksel	Evet	MK
Li	2003	Non-parametric	Renk, birlikte bulunma	Piksel	Evet	ÇK, MK

Çizelge 1. 1 Değerlendirmesi yapılan 9 adet arka plan çıkarım metodu; MK=model ile kıyaslama, ÇK=çerçeve ile kıyaslama (devamı)

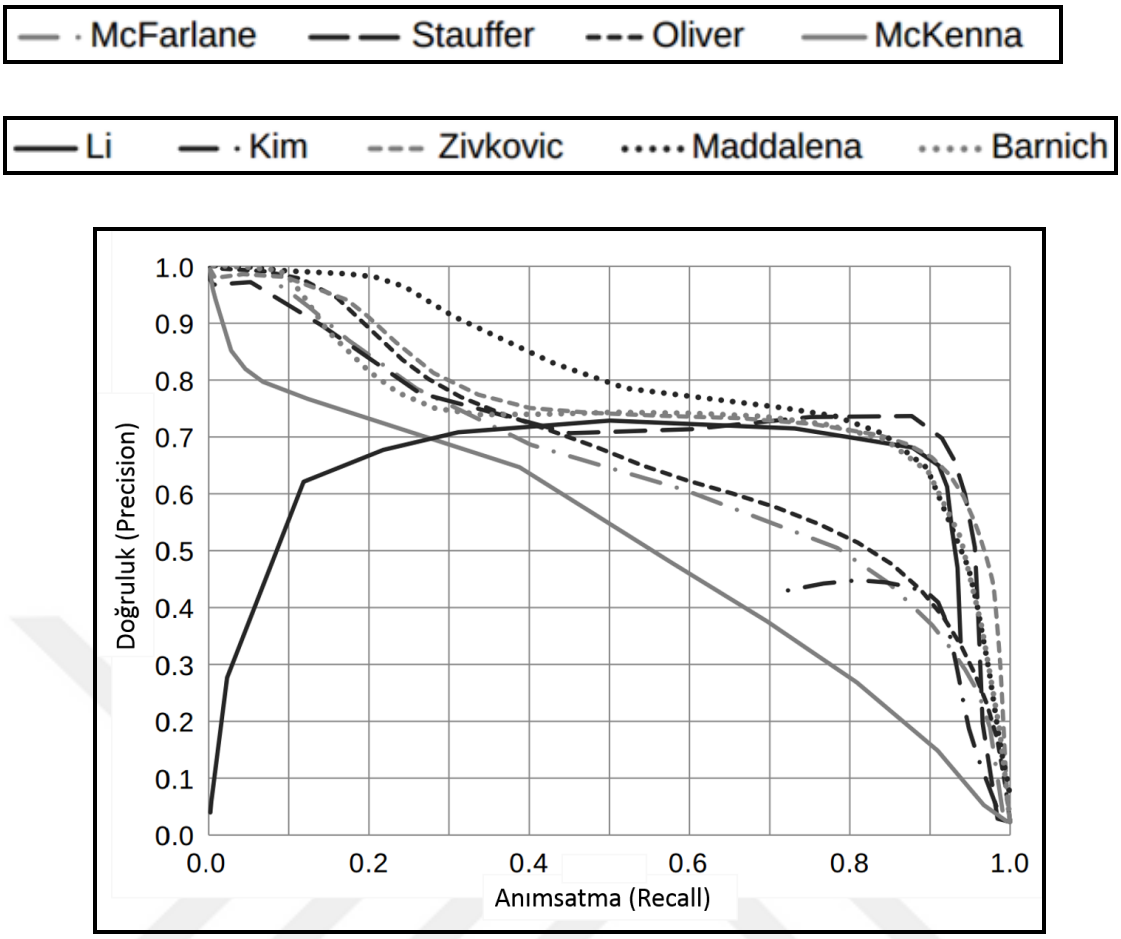
Metod	**Yıl**	**Model tanımı**	**Özellikler**	**Çalışma Skalası**	**Adaptiflik Durumu**	**Ön Plan Tespit Yöntemi**
Kim	2004	Multimodal (Codeword)	Renk, parlaklık	Piksel	Evet	MK
Zivkovic	2006	Multimodal (Gaussian)	Renk	Piksel	Evet	MK
Maddalena	2008	Multimodal (Mean)	Renk	Piksel	Evet	MK
Barnich (ViBE)	**2009**	**Non-parametric/ Non-recursive**	**Renk**	**Piksel**	**Evet**	**MK**

Bu 9 adet algoritma için normal ortam görüntüsü ve dinamik ortam görüntüsü üzerinde çalışılmış, bunun sonucunda "doğruluk (precision)" ve "anımsatma (recall)" grafiği Şekil 1. 2 ve Şekil 1. 3'de görülmektedir. Bu değerlerlendirmede bir de farklı bit oranları kullanılarak "F-Ölçümü (F-Measure)" değerleri 9 adet algoritma için bulunmuş ve Şekil 1. 4'de sunulmuştur. Burda değerlendirme için kullanılan ve litaratürde çokça rastlanan "anımsatma", "doğruluk" ve "F-Ölçümü" tanımlarının formülleri aşağıda verilmiştir. Bahse konu formüller bu tür sistemlerin değerlendirilmesinde çok büyük önem arzetmektedir ve yapılan çalışmalarda 0 ile 1 arasında bulunan bu değerlerin 1'e yakın olması beklenir.

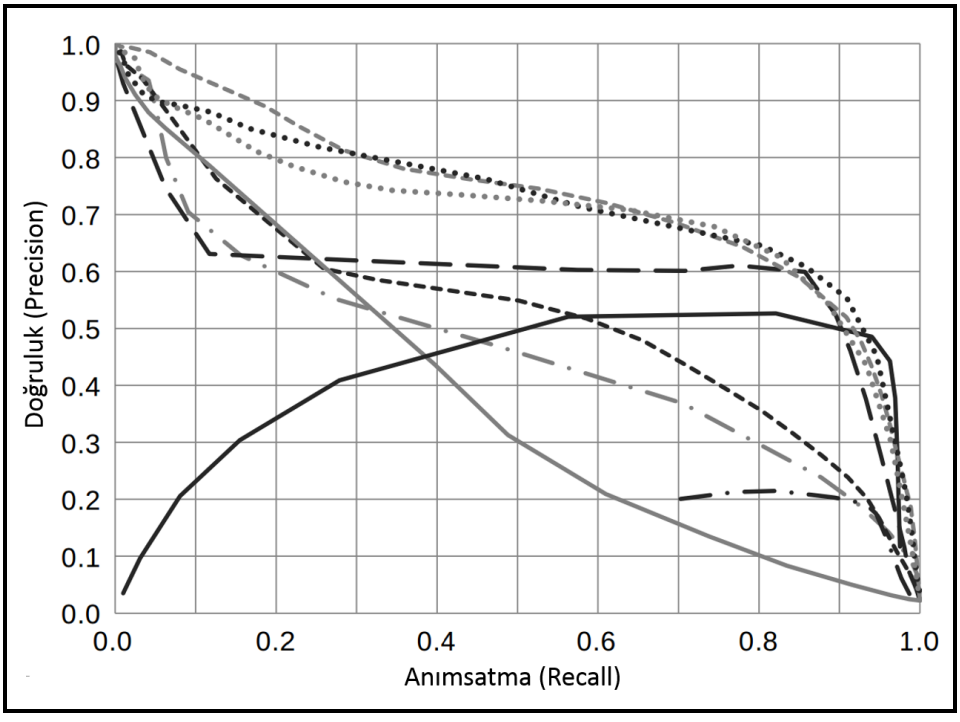
$$\text{Anımsatma} = \frac{\text{Doğru sınıflandırılan ön plan pikseller}}{\text{Zemin Gerçeği ön plan pikselleri}} \quad (1.1)$$

$$\text{Doğruluk} = \frac{\text{Doğru sınıflandırılan ön plan pikseller}}{\text{Ön plan olarak sınıflandırılan pikseller}} \quad (1.2)$$

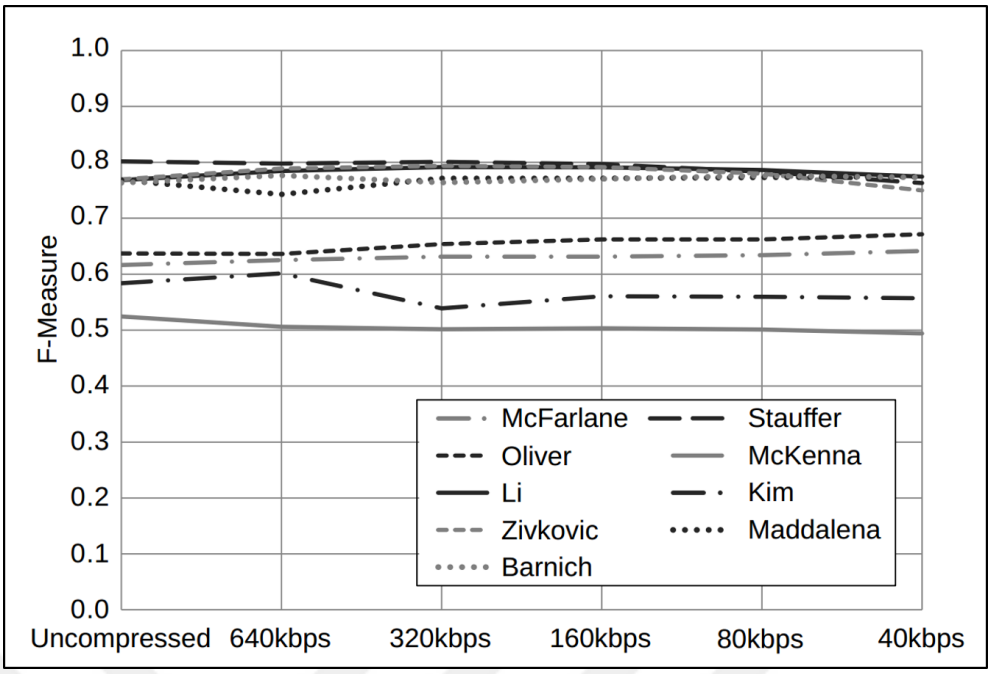
$$\text{F-Ölçümü} = \frac{2.\text{anımsatma.doğruluk}}{\text{anımsatma + doğruluk}} \quad (1.3)$$



Şekil 1. 2 Normal ortam görüntüsü için algoritmaların performansı



Şekil 1. 3 Dinamik ortam görüntüsü için algoritmaların performansı



Şekil 1. 4 Farklı bit oranları kullanılarak F-ölçümü değerleri

Bu çalışmada sonuç olarak, 9 adet arka plan çıkarım algoritması test edilerek elde edilen değerlere bakıldığında Li, Zivkovic, Maddalena ve **Barnich (ViBE)** algoritmalarından iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Ancak çalışmada arka plan metodlarının sonraki adımları göz önünde bulundurulmamıştır. Zaman, çalışılan boyut ve parametre sayıları da göz önünde bulundurulduğunda, basit olması ve neredeyse hiç parametre olmaması sebebiyle ViBE algoritmasının kullanılabilecek en iyi algoritma olduğu görülmüştür.

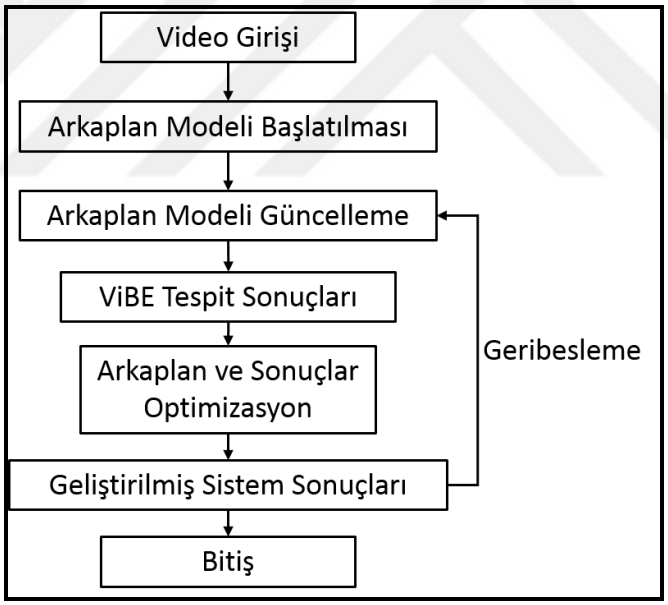
Ayrıca, son yıllarda arka plan modelleme temelli GMM (Gaussian Mixture Model) [3] ve Codebook [4] gibi iyi çalışan algoritmalar da geliştirilmiştir. Fakat bunlara kıyasla ViBE algoritması, zamanında başlama, daha iyi gürültü engelleme performansı ve daha az bellek izi kullanma gibi belirgin avantajlara sahiptir [5].

Buraya kadar incelenen çalışmalara bakıldığında denizde hareketli hedef takip sistemi için ViBE algoritmasının kullanılmasının daha faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

ViBE algoritması deniz gözetlemesinde hareketli hedef tespiti için çalıştırıldığında bir miktar gürültü olduğu ve hedefin tam anlamıyla ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bu durumları ortadan kaldırmak için ViBE algoritmasında bazı geliştirmeler yapılmıştır.

Öncelikle ViBE algoritması ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde;

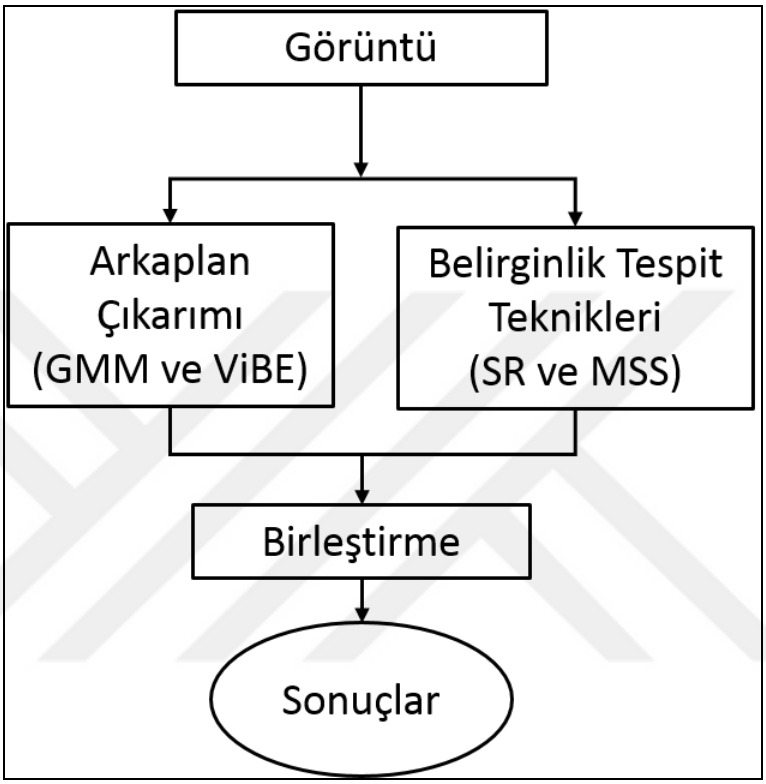
Şekil 1. 5'de gösterilen [6] numaralı çalışmada daha net bir ön plan çıkarma ve ilk çerçevede hareketli hedef varsa ilerleyen çerçevelerde "Hayalet Bölge (Ghost Area)" oluştuğundan bu bölgeyi yok etmeye yönelik çalışma yapılmıştır. Burda arka plan ve ön plan çıkarım işlemi ViBE algoritması temeline dayanarak, bir Geri Besleme Optimizasyon Mekanizması kurmak amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle hayalet bölgenin hızlı bir şekilde görüntüden yok edilmesi maksadıyla arka plan modelinin başarılı bir şekilde güncellenmesi için görüntüde ViBE algoritmasına ek olarak çerçeveler arası farklılık yöntemi (Inter-Frame Difference) kullanılarak ViBE algoritmasının daha başarılı bir sonuç vermesi hedeflenmiştir. Buna ek olarak sistemi optimize etmek için kenar çıkarma işlemi, küçük alanlar oluşturan gürültüleri yok etme işlemi ve morfolojik işlem kullanılmıştır. Sonuç olarak sistem test edildiğinde, sistemin hareketli hedefleri ViBE algoritmasına göre daha doğru tespit ettiği görülmüştür.



Şekil 1. 5 ViBE algoritması ile çerçeveler arası farklılık yöntemi kullanılan çalışma

[7] numaralı çalışmada da ViBE algoritmasının kullanımında ilk görüntülerde oluşan "Hayalet Bölge" nin giderilmesine yönelik çerçeveler arası farklılık yöntemi kullanılarak hayalet bölgenin tespit edilmesi ve giderilmesine yönelik çalışma yapılmış, sonuç olarak bu yöntemin efektif bir şekilde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Şekil 1. 6'da gösterilen [8] numaralı çalışmada hareketsiz hedeflerin de tespit edilebilmesi için arka plan çıkarım algoritmalarından GMM ve ViBE algoritması ile belirginlik tespit tekniklerinden (saliency detection techniques) SR (Spectral Redisual) ve MSS (Maximum Symetric Surround) farklı kombinasyonlarda birleştirilerek test işlemleri yapılmıştır.



Şekil 1. 6 Arka plan çıkarım algoritmaları ile belirginlik tespit teknikleri birleştirilmesi

Bu çalışmada yapılan değerlendirmede en iyi sonucun ViBE algoritması ile MSS tekniğinin birleştirilmesiyle ortaya çıktığı görülmüştür. Ayrıca çalışmada JI (Jaccard Index) değeri hesaplanmıştır.

JI, Paul Jaccard tarafından bulunmuş, setler arasındaki benzerliği kıyaslamak için kullanılır, Jaccard eşitliği olarak da bilinir. JI örneklerin birbirlerine kesişiminin birbirlerine birleşimine bölünmesiyle hesaplanan ve iki örnek için 0 ile 1 arasında bir değer olan benzerlik ölçüsüdür [9].

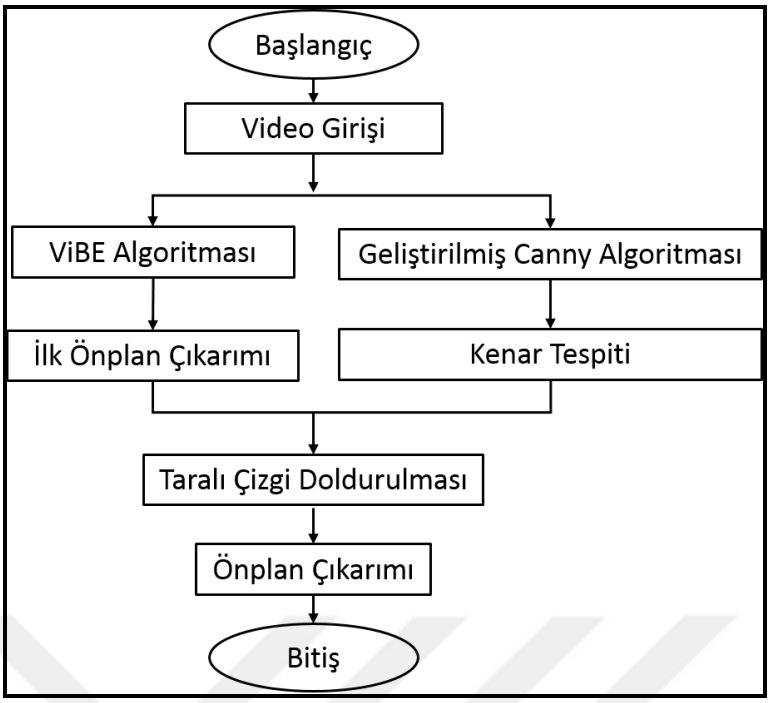
$$JI = \frac{\text{FG (Tespit Edilen Ön plan)} \cap \text{GT (Zemin Gerçeği)}}{\text{FG (Tespit Edilen Ön plan)} \cup \text{GT (Zemin Gerçeği)}} \quad (1.4)$$

Çizelge 1. 2 Arka plan çıkarım algoritmaları ile belirginlik tespit algoritmalarından elde edilen JI değerleri

Sıra No.	**GMM**	**ViBE**	**ViBE+SR**	**ViBE+MSS**
1	0.05	0.02	0.20	**0.79**
2	0.26	0.51	0.68	0.65
3	0.00	0.56	0.34	0.38
4	0.61	0.70	0.60	0.66
Ortalama	0.23	0.48	0.59	**0.62**

ViBE algoritması ile MSS tekniğinin birleştirilmesi sonucu elde edilen değerlere bakıldığında 0.79'a JI değerinin elde edildiği, incelenen 4 adet görüntüden ise alınan JI'nın ortalama değerinin 0.62 olduğu görülmüştür.

Şekil 1. 7'de gösterilen [10] numaralı çalışmada ise daha iyi bir ön plan çıkarmak için ViBE algoritması ile kenar tespiti için kullanılan geliştirilmiş Canny algoritması birleştirilmiştir. Bu çalışmadaki ana fikir, ilk olarak ViBE algoritmasıyla hareketli hedefin ön plan çıkarımını yapmaktır. Ancak bu çıkarılan ön planda bazı boşlukların, yani ön planda beyaz olması gereken yerlerin siyah olduğu görülmüştür. Geliştirilmiş Canny algoritması kullanılarak hareketli hedefin kenarları çıkarılmıştır. Sonuç olarak hedefin ön planını tatmin edici bir seviyede elde etmek için ilk ön plan görüntüsü ile elde edilen kenarlar birleştirilerek hedefin ön planının çıkarılması sağlanmıştır. Yapılan değerlendirmede, hedefin ön plan tespiti konusunda iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.



Şekil 1. 7 ViBE algoritması kullanılarak geliştirilmiş Canny algoritmasına ilişkin çalışma

1.2 Tezin Amacı

Sahile monte edilmiş sabit bir kamera kullanmak üzere hareket tespiti amacıyla ortaya çıkarılan ViBE algoritmasında, algoritmanın yöntemsel çalışmasında bazı geliştirmeler yaparak ve morfolojik işlemler ekleyerek algoritmanın daha iyi sonuç vermesini sağlamak, burdan elde edilen daha net bir ön plan ile hedefi tespit etmek ve çerçeveler arası geçişlerde hedefi takip etmektir.

1.3 Hipotez

Geliştirilen hareketli hedef takip sistemi ile sahil gözetlemesinde, sahilin emniyetinin sağlanması maksadıyla girilmesi yasak olan deniz sahasına giriş yapan bir gemi olduğunda bu gemiyi tespit ve takip etmektir.

BÖLÜM 2

VİBE ALGORİTMASI

ViBE algoritması bir arka plan çıkarım metodu olarak kullanılmak amacıyla ilk olarak 2011 yılında Olivier Barnich ve Marc Van Droogenbroeck tarafından ortaya çıkarılmıştır [11]. Bu algoritmanın temel olarak çalışma mantığı, belirli bir pikselin o anki değerini geçmişte aynı pikseldeki belirli sayıda örnek olarak alınmış değerlerle veya ilk çerçevedeki (frame) komşu piksellerden belirli sayıda örnek olarak alınmış değerlerle karşılaştırarak, piksel değerinin arka plan mı yoksa ön plan mı olduğunun belirlenmesidir. Bu süreç 3 aşamada gerçekleşir.

2.1 Arka plan Modelinin Oluşturulması

ViBE algortiması işleme başlamadan önce piksellerin ön plana mı yoksa arka plana mı ait olduğunu değerlendirmek için bu kıyaslamada kullanılacak belirli miktarda pikselleri içine alan bir arka plan modeli oluşturur. Bu işlem için 2 farklı yöntem bulunmaktadır.

- Birinci yöntemde her bir pikselin, belirlenen sayıda geçmişteki değerleri örnek olarak toplanır ve bir küme oluşturulur.
- İkinci yöntemde ilk çerçevede, her bir pikselin belirlenen sayıda komşu piksellerindeki değerler alınarak bir küme oluşturulur.

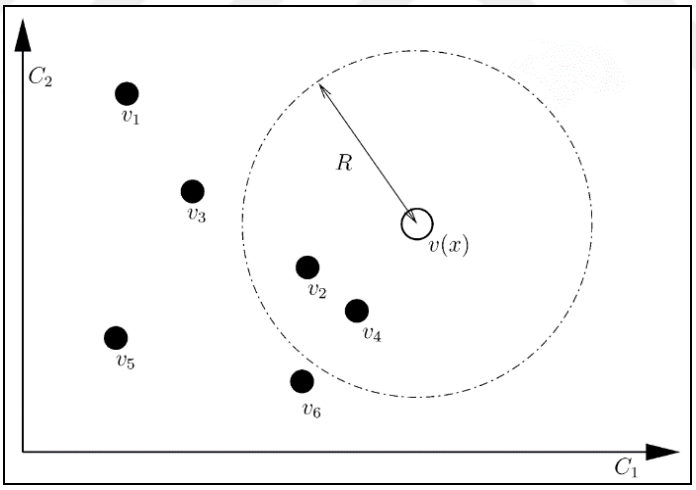
Bu yöntemlerle, herbir piksel için “n” adet örnekten oluşan arka plan modeli oluşturulmuş olur. Bu model Eşitlik 2.1’deki şekilde ifade edilir. Burada M(x) arka plan modelini, v_i (i=1,.....,n) de arka plan modelinde bulunan n adet örnek piksellerin değerlerini ifade eder.

$M(x)=\{v_1, v_2, v_3 \ldots\ldots\ldots v_n\}$ (2.1)

2.2 Piksel Değerinin Sınıflandırılması

Piksellerin anlık değerleri (v (x)), her bir piksel için oluşturulmuş arka plan modelindeki örnek değerleriyle kıyaslanır. Burada bu değerleri kıyaslamak için R eşik değeri kullanılır ve çalışılan görüntünün özelliklerine göre R değeri belirlenir. Her bir örnek değer ile o anki piksel değerinin arasındaki fark Öklit teoremine göre hesaplanır. Buradaki sonuçlar daha önce belirlenen "R" değeri uzaklığıyla kıyaslanır. Belirlenen #min değerine göre, arka plan modelinde bulunan örneklerden kaç tanesinin anlık piksel değerinin R uzaklığında kaldığına bakılır ve burda kalan örnek sayısına #R deriz. Eğer #R değeri #min'den büyük ise bu piksel B(x) olarak yani arka plan olarak sınıflanır. Eğer #R değeri #min'den küçük ise bu piksel F(x) olarak yani ön plan olarak sınıflanır. Şekil 2. 1'de bu işlem gösterilmiştir.

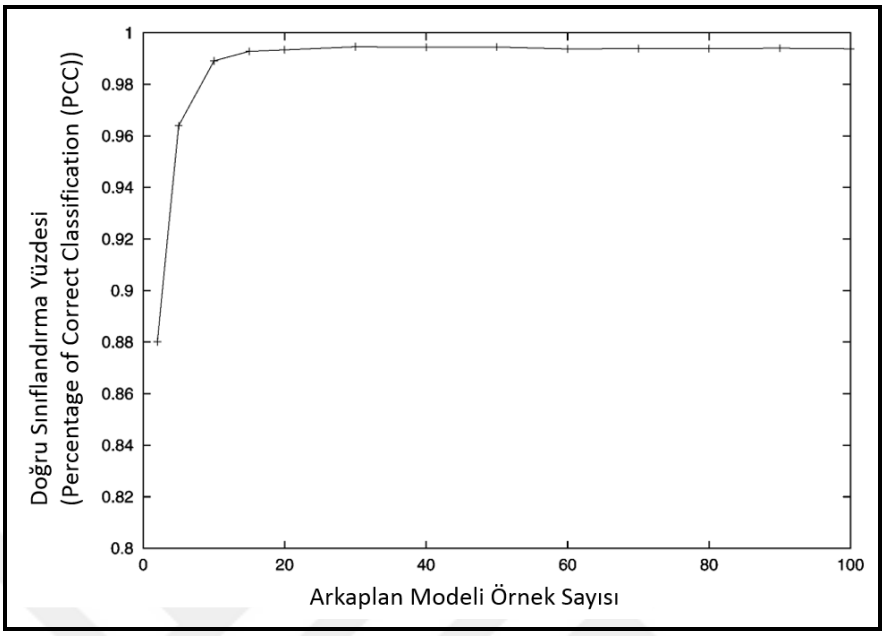
$$v(x) \in \begin{cases} F(x), & \text{Eğer } \#R \leq \#min \\ B(x), & \text{Eğer } \#R > \#min \end{cases} \quad (2.2)$$



Şekil 2. 1 Piksel değerinin örnek değerlerle kıyaslanması

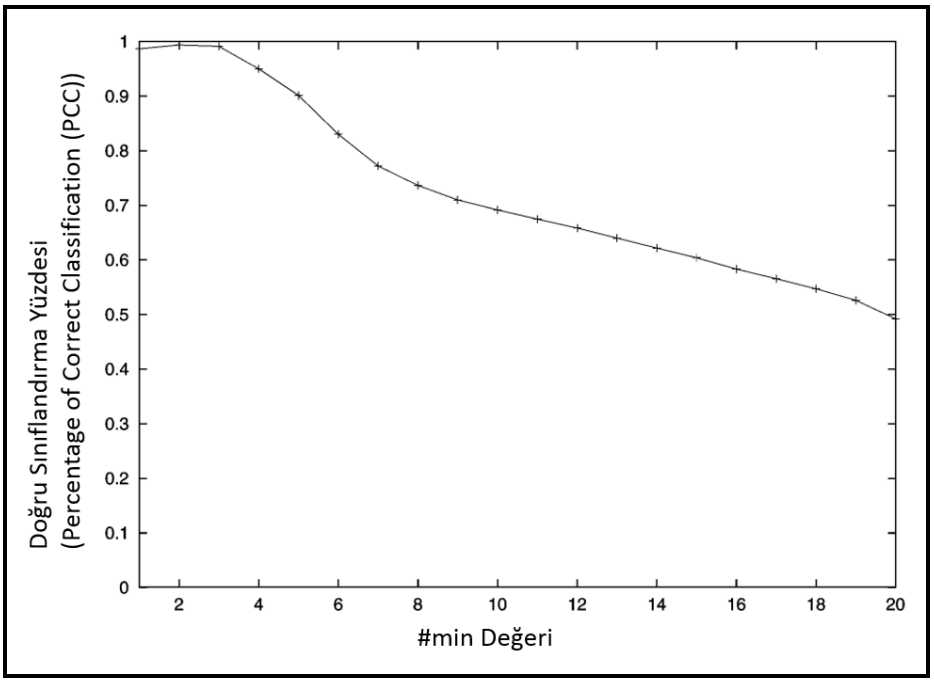
Başarılı bir piksel sınıflandırma işlemi yapmak açısından önemli olan hususlar vardır. Sınıflandırma için çalışılan görüntüye göre R değerinin belirlenmesi önemli bir adımdır. Ayrıca arka plan modelinin oluşturulması da kritik bir adımdır. Yapılan çalışmalara göre Şekil 2. 2'de sonucu gösterilen değerlendirmeye istinaden, arka plan modeli belirlenirken en az 20 adet örnek kullanılması başarılı sonuçlar sağlamaktadır ve hatta

20’den sonra da Doğru Sınıflandırma Yüzdesinde (Percentage of Correct Classification (PCC)) pek değişiklik olmadığından örnek sayısı 20 olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. 2 Arka plan modeli örnek sayısına göre doğru sınıflandırma oranı

Başarılı bir piksel sınıflandırma işlemi yapmak adına #min değeri için yapılan çalışma Şekil 2. 3’de sunulmuştur. Bu şekil incelendiğinde #min değerini 2 veya 3 olarak belirlemenin başarılı sonuçlar almak açısından önemli olduğu görülmüştür.



Şekil 2. 3 #min değerine göre doğru sınıflandırma oranı

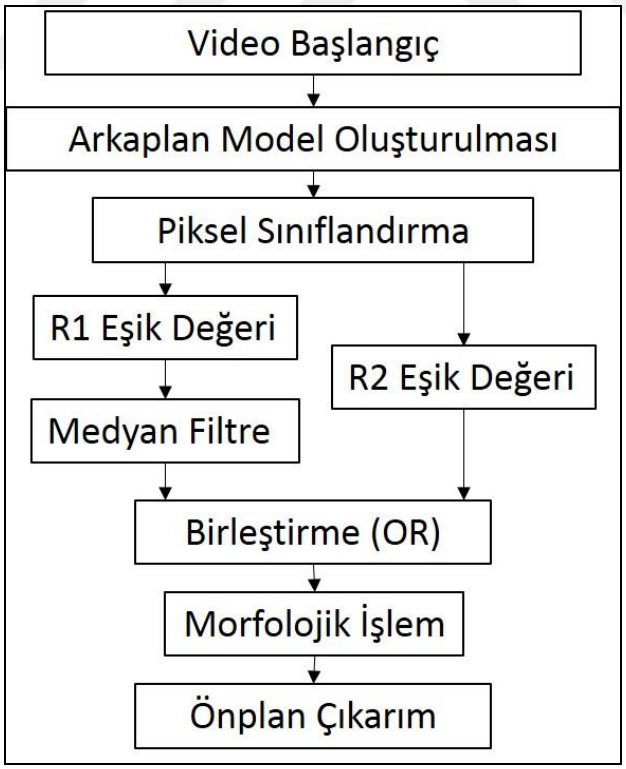
2.3 Arka plan Modelinin Güncellenmesi

Zaman ilerledikçe doğru sonuçlar almak açısından arka plan modelinin sürekli güncellenmesi çok kritik bir adımdır. Arka plan modelinin güncellenmesi, piksel sınıflandırma işlemi yapıldıktan sonra, her adımda değil belirlenmiş aralıklarla rasgele olarak o anki piksel değerleri n adet örnekten oluşan arka plan modelinden biriyle değiştirilerek yapılır.

BÖLÜM 3

VİBE ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ VE HAREKETLİ HEDEF TESPİTİ

ViBE algoritması dinamik bir ortam olan deniz gözetlemesinde çalıştırıldığında, arka plan olması gereken bazı noktalarda ön plan alanların çıktığı ve gürültülerin olduğu bu sebeple bazen hassasiyetin kaybolduğu gözlemlenmiştir. Bu durumu gidermek amacıyla algoritmanın üzerinde bazı geliştirmeler yapılmıştır. Önerilen çalışmaya ait algoritma blok şema halinde Şekil 3.1'de belirtilmiştir.



Şekil 3. 1 Bu Çalışmada Önerilen Algoritma

Video başladığında ilk 20 çerçeve (frame) alınarak arka plan model oluşturulur. 20 adet örnek küme oluşturulduktan sonra devam eden görüntünün arka plan ve ön plan olmak üzere sınıflandırma işleminin yapılması için 2 adet biri büyük diğeri biraz küçük R eşik değeri belirlenir. Bunlardan R1 küçük R2 ise büyük olandır. Orijinal ViBE algoritmasında tek eşik değeri kullanılır. Burda iki adet eşik değeri kullanarak, orijinal algoritmaya nazaran daha net bir ön plan çıkarmak amaçlanmıştır.

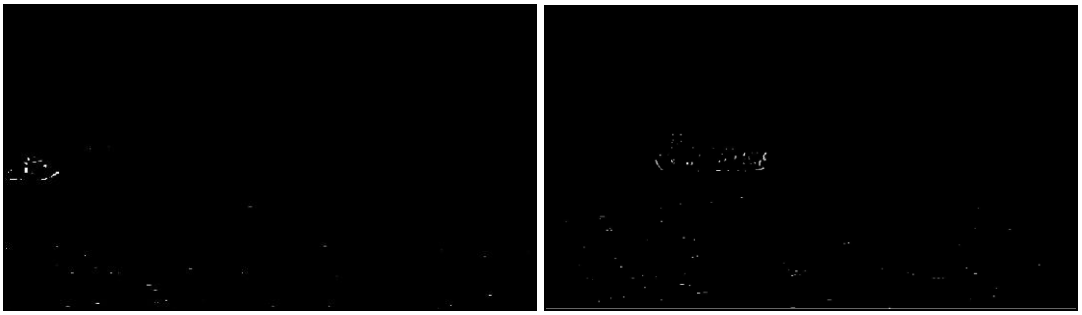
Görüntüye R1 eşik değerine göre işlem yapıldığında, görüntüde ön plan olarak sınıflandırılmış olan bazı yerler gerçekte arka plana aittir. Bu durumu önlemek için medyan filtre kullanılmıştır. Ancak, filtre sebebiyle hedefe ait görüntülerden de bir kısım yok olmaktadır. Görüntüyü daha da netleştirmek amacıyla R2 eşik değeri kullanılmıştır. R2 ile yapılan sınıflandırma sonucunda, hatalı ön plan görüntüsü olmayıp, sadece hedefin biraz daha netleşmesini sağlayacak ön plan alanlar çıkarılabilmektedir.

Bu iki eşik değerinden çıkarılan değerler “veya” yöntemiyle birleştirildikten sonra hedefe ilişkin daha net görüntü elde edilmekte ve gürültü ortadan kaldırılmaktadır. Bu birleştirilen görüntüye sırasıyla genişleme, kapama ve aşınma morfolojik işlemleri yapıldıktan sonra hedef ortaya çıkartılmaktadır.

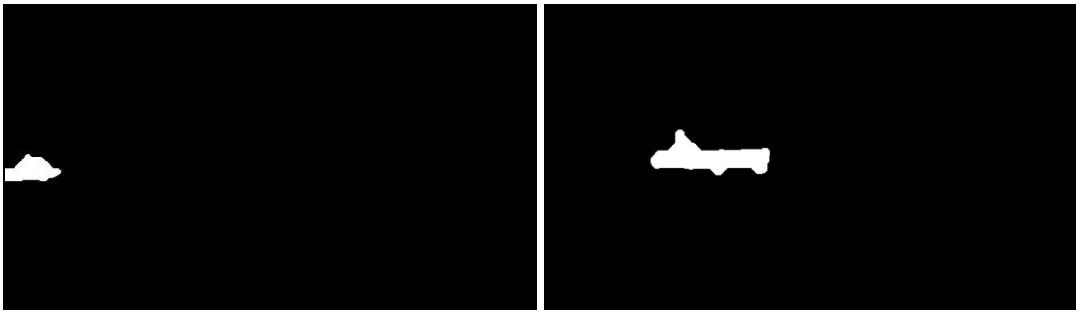
Bu sistem RGB görüntülerde çalışıldığında aşağıdaki görüntüler elde edilmiştir.



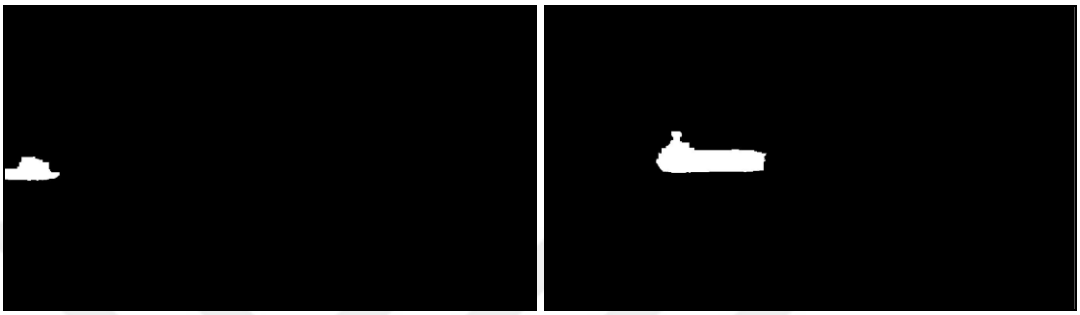
(a) Orijinal görüntü



(b) ViBE algoritma sonucu



(c) Bu çalışmada önerilen sistem sonucu



(d) Zemin Gerçeği (Ground Truth)

Şekil 3. 2 Önerilen sistemin çalıştırılmasına yönelik görüntüler

Ön plan çıkarımının değerlendirilmesi için litaratürde yaygın olarak kullanılan "anımsatma (recall)", "doğruluk (precision)" ve "F-Ölçümü (F-Measure)" formülleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Bu formüller kullanılarak 2 görüntü için çıkan sonuçlar Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3. 1 Önerilen sistem değerlendirmesi

Görüntüler	Parametreler		
	Anımsatma	Doğruluk	F-Ölçümü
Görüntü 1 (Soldaki)	0.9322	0.8188	0.8718
Görüntü 2 (Sağdaki)	0.8627	0.8408	0.8516

Çizelge 3.1’deki değerler literatürdeki benzer çalışmalar ile kıyaslandığında, [8] numaralı ViBE algoritmasını belirginlik tespit teknikleriyle birleştiren çalışmada, denizdeki hedef kutu içinde takip edileceğinden doğruluk değerine önem verilmemiş sadece anımsatma değeri ifade edilmiştir ve çalışılan 4 adet görüntü için ortalama 0.8875 bulunmuştur. Bu çalışmada ise anımsatma ortalaması 0.8975 çıkmıştır.

[2] numaralı arka plan çıkarım algoritmaları için yapılan çalışmada 9 adet algoritma için F-Ölçümü değerleri bulunmuştur. Bunlardan en iyi sonucun 0.84 olduğu görülmüştür. Bu çalışmada F-Ölçümü ortalaması 0.8617 olarak bulunmuştur.

Yapılan çalışmanın sonucunu sayısal metriklerle değerlendirmek açısından, Çizelge 3.1’de sunulan değerler, literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

BÖLÜM 4

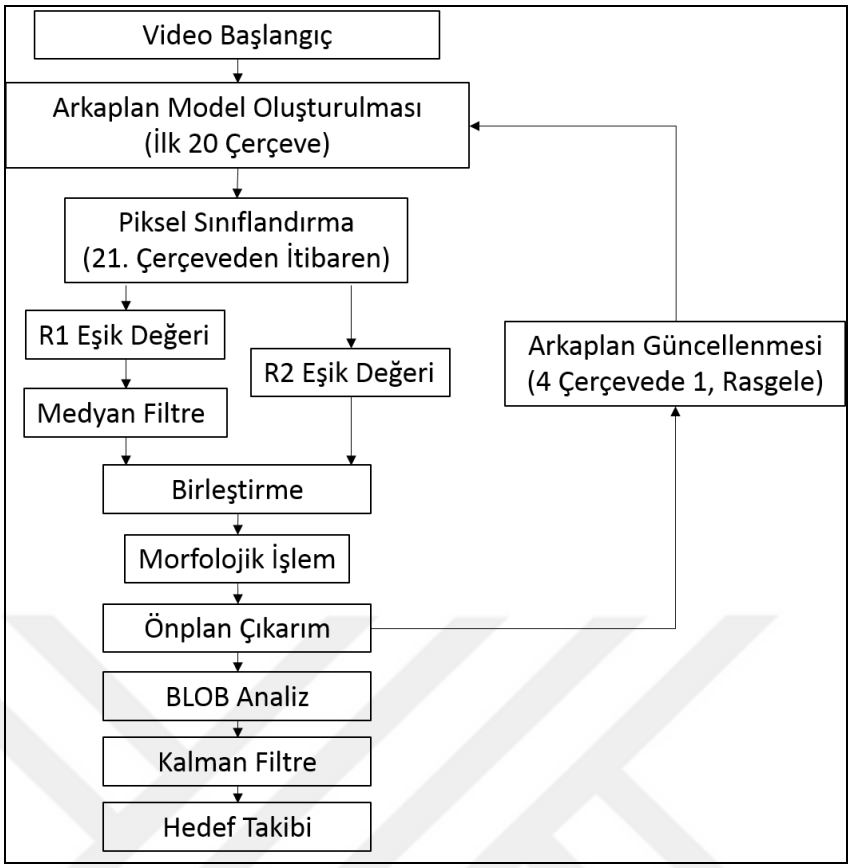
GELİŞTİRİLMİŞ VİBE ALGORİTMASI İLE HAREKETLİ HEDEF TAKİBİ

Deniz gözetlemesi için hareketli hedef takibine aşama aşama bakıldığında, 2 aşamada ifade edilebilir. Bunlar;

- Görüntüdeki ön plan çıkarımı neticesinde sürekli olarak hareketli hedef tespiti,
- Yapılan hedef tespitleri neticesinde çevçeveler arası geçişlerde çıkan görüntüleri birbirleriyle ilişkilendirmek suretiyle hareketli hedef takibidir.

Bu çalışmada geliştirilen ViBE algoritması ile yapılan hedef takip sistemi aşağıda çizelgede belirtildiği şekilde yapılmıştır. Çizelgede ön plan çıkarım işlemine kadar hedef takip sisteminin birinci aşaması, devamında Blob analiz ile başlayan kısmından itibaren sistemin ikinci aşaması tamamlanarak hedef takip sistemi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada “Singapore Maritime Dataset” adlı kaynakta [12], Singapur denizlerinde Canon EF 70-300mm f/4-5.6 IS USM kamera kullanılarak 480x856 çözünürlükte elde edilen RGB görüntüler ile MATLAB üzerinde çalışma yapılmıştır.



Şekil 4. 1 Dizayn edilen hedef takip sistemi

4.1. Hareketli Hedef Tespiti

Hareketli hedef tespiti için Bölüm 3'de anlatıldığı gibi ViBE algoritması geliştirilerek ön plan çıkarım işlemi gerçekleştirilir ve her çerçevede ön plan çıkarım işlemine devam edilir.

4.1.1 Arka plan Modeli Oluşturulması (İlk 20 Çerçeve)

Geliştirilen ViBE algoritması ile hareketli hedefi tespit etmek için, ön plan çıkarımı yapılması gerekmektedir. Bu ön planı çıkarmak için anlık çerçeve değerleriyle kıyaslama yapmak maksadıyla ilk 20 adet çerçeve değeri arka plan modelinde kullanılmıştır.

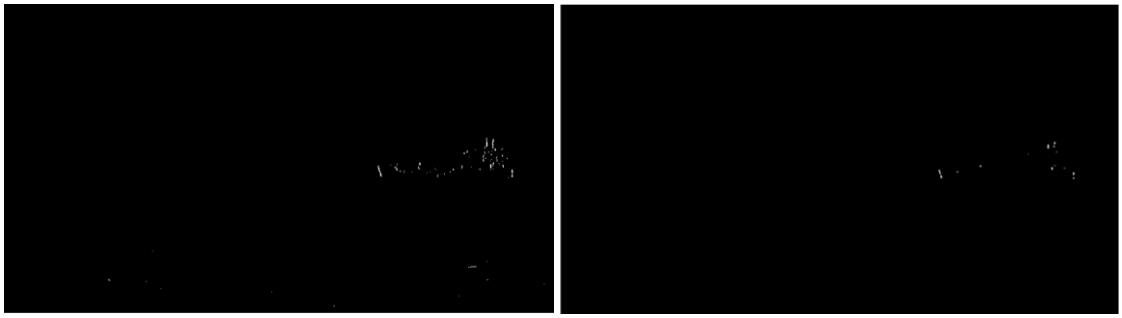
4.1.2 R1 ve R2 Eşik Değerleri ile Piksel Sınıflandırma

Hedefin tespit edilmesi açısından ön plan çıkarımı önem arzetmektedir. Ön plan çıkarımı için piksel değerleri arka plan modelindeki değerler ile kıyaslanır. Belirlenen R1 ve R2 eşik değerlerine göre sınıflandırma işlemi yapılır.

R1 ve R2 eşik değerleri sırayla sisteme tatbik edilir. İlk olarak R2 eşik değeri anlık çerçeveye uygulandığında görüntüde neredeyse hiç gürültü olmayacak şekilde ön plan çıkar. Ancak R2 eşik değeri yüksek olduğundan hedefe ait ön planda olması gereken alan daha fazla kırpılmış olur, yani hedefin az bir kısmı çıkar. Ama bu az çıkan ön plan kısmında hedefin kenar kısımları başta olmak üzere önemli kısımlar elde edilir. Daha sonra R1 eşik değeri uygulandığında hedefe ait ön plan daha fazla elde edilir. Ancak hedef ile birlikte bazı gürültülerde ön plan olarak çıkar ve bu gürültüleri yok etmek gerekir. Bu gürültüleri yok etmek için R1'den sonra çıkan görüntüye medyan filtre uygulanır. Ancak medyan filtre uyguladıktan sonra gürültüler ortadan kaldırılmakta, fakat bununla birlikte ön plan miktarı da bununla birlikte azalmaktadır. Bu iki eşik değerine göre yapılan çıkarımlarda, iki görüntüde tamamen aynı değil, kısmen hedefin farklı bölümlerinin tespit edildiği görülmektedir. Böylece bu görüntüler birleştirildiğinde daha işe yarar bir ön plan elde edilmektedir.



(a) Orjinal görüntü (b) R2 sonrası görüntü

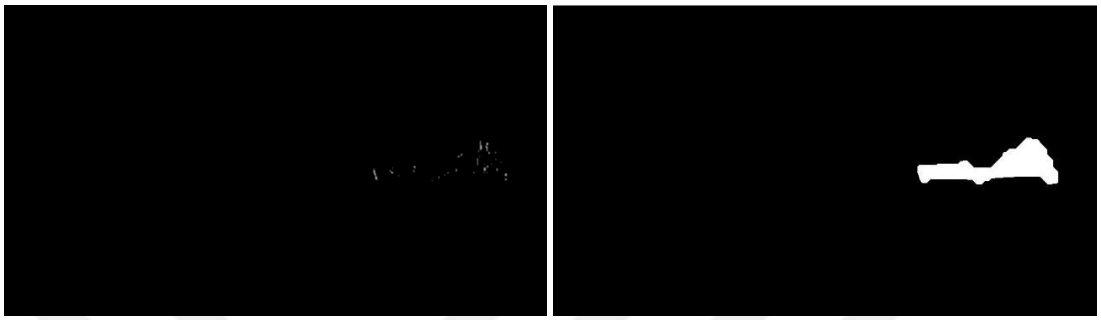


(c) R1 sonrası görüntü (d) R1+Medyan filtre sonrası görüntü

Şekil 4. 2 R1 ve R2 eşik değerleri kullanılarak ön plan çıkarımı

4.1.3 Birleştirme ve Morfolojik İşlem

R1 ve R2 eşik değerleri kullanılarak ön plan çıkarımı yapmak için yapılan kıyaslama sonucu elde edilen değerler birleştirildiğinde şekildeki görüntü elde edilmiştir. Hedefin önemli bölümlerinin ortaya çıkarılması sonucu görüntüye sırasıyla genişleme, kapama ve aşınma morfolojik işlemleri uygulanmış ve böylece hedef ortaya çıkartılmıştır.



(a) Birleştirme (b) Morfolojik işlem

Şekil 4. 3 Birleştirme ve morfolojik işlem

4.1.4 Arka plan Güncellenmesi

Denizin dinamik bir ortam olması sebebiyle zaman ilerledikçe arka plan sabit kalmayacak bazı değişiklikler meydana gelecektir. Bir de arka plan model güncellenmediği takdirde, ilk başlangıçta görüntü hedef varsa hedef ilerledikçe hedefin arkada kalan kısmında hayalet bölge oluşacaktır. Bu sebeplerle ilk 20 çerçeveden değerler alınalarak oluşturulan arka plan modelini güncellemek gerekmektedir. Yapılan denemeler neticesinde her 4 çerçevede bir alınan değerleri ilk başta alınan 20 çerçevelik arka plan modelinden herhangi bir çerçeve ile rastgele değiştirerek arka plan modelinin güncellenmesi başarılı bir şekilde sağlanmıştır.

4.2 Hareketli Hedef Takibi

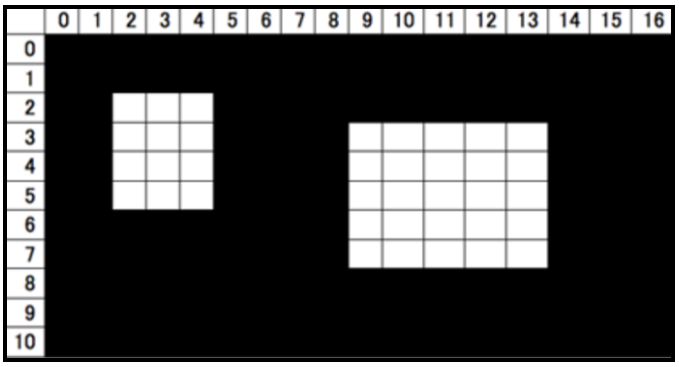
Çerçeveler arasındaki geçişlerde başarılı bir şekilde hedefi takibi yapabilmek için, ilk olarak görüntüde Blob analizi yapılmış, daha sonra takip edilen hedefin anlık olarak görüntelenememesi durumunda hedefin anlık konumu tahmin etmek için Kalman filtre uygulanmıştır.

4.2.1 Blob (Binary Large Object) Analizi

Blob analiz hedef takip sitemlerinde kullanım açısından büyük öneme sahiptir. Görüntüde hedefin ayırt edilmesi açısından hedef takip sistemine kolaylık sağlar.

Blob analiz binary görüntülerde olmak üzere görüntü işlemede, bir çerçevede birbirine bağlı piksellerin bölgesini incelemek ve tanımlamak için kullanılır. Görüntü işlemede kullanılan algoritmalar, pikselleri değerlerine göre ayırır ve bunları ön plan veya arka plan olmak üzere iki kategoriden birine yerleştirir. Blob analiz ise bu görüntülerde oluşan birbirine bağlı piksellerin oluşturduğu ön planlar hakkında işlem yapmaya yardımcı olur [13]. Özellikle Blob analiz görüntüde ortaya çıkan daha büyük alanları nesne olarak veya hedef olarak belirlemek için kullanılabilir. Ortaya çıkan küçük alanların ise değerlendirmeye almamamıza yardımcı olur. Kullanım amacına göre büyüklükler ayarlanır.

Şekil 4. 4'de gösterilen binary bir görüntüde iki adet ön plan çıkmıştır [14]. Bunların birbirlerine bağlı piksel değerlerine bakıldığında biri 12 adet diğeri ise 25 adet pikselden oluşur. Burda Blob analiz için belirlenen bağlılık sayısı 15 seçildiğinde, birbirine bağlı 12 adet piksel değerli ön plan filtrelenmiş olacak ve sadece 25 adet pikselli görüntüyü dikkate alacaktır. Kullanılacak şekle göre dikdörtgen, yuvarlak vs. ile nesneyi çevreleyecektir.



Şekil 4. 4 Blob analiz örnek

4.2.1.1 Blob Analiz Kullanımı

Şekil 4. 5'de Blob analizi yaparak hareket eden hedef ortaya çıkarılmaya çalışıldığında, görüntüde görüldüğü üzere hareket eden hedef tespit edilmiş ve kutu içine alınmıştır. Diğer küçük beyazlıklar, Blob analizi sayesinde değerlendirmeye girmemiştir. Bu

amaçla, çerçeveler arası geçişlerde ön plan çıkarımı yapıldıktan sonra Blob analiz kullanılarak hedefin tespit edilmesi sağlanır.



(a) Orijinal görüntü (b) Blob analiz görüntüsü

Şekil 4. 5 Blob analiz işlemi

4.2.2 Kalman Filtresi

Kalman filtresi teknolojide çok sayıda uygulamaya sahiptir. Özellikle araçların yönlendirilmesi, seyri ve kontrol edilmesi Kalman filtresinin ortak kullanım alanıdır. Bu çalışmada Kalman filtresini, takip edilen deniz araçlarından anlık veri alınamadığında tahmini gittiği yeri bularak hedef tekrar tespit edildiğinde hedef bilgilerini devam ettirmek için kullanılmıştır.

Kalman filtresi, Macar asıllı Amerikan matematikçi Rudolf Kalman tarafından dizayn edilmiştir. Kalman filtresi çalıştırılan bir sistemin önceki bilgileriyle birlikte giriş ve çıkış bilgilerinden modelin durumlarını tahmin eder [15].

Kalman filtresi, lineer bir dinamik sistemin iç durumunu bir seri gürültülü ölçümden tahmin eden verimli bir tekrarlayıcı filtredir. Radar ve bilgisayarlı görmeden yapısal makroekonomik modellerin tahminine kadar geniş bir yelpazede mühendislik ve ekonometrik uygulamalarda kullanılmaktadır [16]. Kalman filtresi, kontrol teorisi ve kontrol sistemleri mühendisliğinde büyük öneme sahiptir.

4.2.2.1 Kalman Filtresi Kullanımı

Dizayn edilen bu hedef takip sisteminde, hedef takibi esnasında gürültü sebebiyle takip edilen hedefin görüntüsü anlık olarak alınamadığında Kalman filtre ile hedefin

olabileceği yer tahmin edilerek, hedef tekrar tespit edildiğinde aynı hedef bilgileri ile takip işlemi devam eder.

4.2.3 Hedef Takibi

Başarılı bir hedef takip işlemi için geliştirmiş olduğumuz ViBE algoritması ile ön plan çıkarımı yaptıktan sonra, Blob analizi ve Kalman filtre sıralı adımlarla kullanılarak hedef takip sistemi tasarlanmıştır ve çalışılan görüntülerde çerçeveler arası geçişlerde hedef takibinin sağlandığı görülmüştür.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu dönemde askeri, ekonomik ve ulaşım konularında deniz çok büyük öneme sahiptir. Bu kapsamda, bu çalışmada deniz gözetlemesi için bir hedef takip sistemi dizayn edilmiştir. Deniz gözetlemesinde hareketli hedef takibi için öncelikle başarılı bir tespit işleminin yapılması çok büyük önem arzetmektedir. Bu sebeple hedef tespiti için yapılan incelemede, kullanılabilecek en iyi metodun arka plan çıkarımı olduğu görülmüştür. Arka plan çıkarımı yöntemini kullanan algoritmalar içinde en iyi sonuç verenin ViBE algoritması olduğu anlaşılmıştır. Ancak ViBE algoritması ile çalışıldığında, ön plan ve arka plan sınıflandırmasında bazen hatalı değerlendirmelerin olduğu, görüntüde gürültü olabildiği ve ön plan çıkarım işleminde hedefin tamamının değil, küçük bir kısmını içeren ön planının çıkarılabildiği görülmüştür. Bu sebeple öncelikli olarak ViBE algoritmasında geliştirme yoluna gidilmiştir.

Bu çalışmada yapılan geliştirme işlemleri neticesinde öne sürülen yöntem ile daha önceki çalışmalardan farklı olarak ViBE algoritması için 2 adet eşik değeri kullanılmış ve küçük olan eşik değerine medyan filtre uygulanmıştır. Burada medyan filtre uygulandığında görüntüdeki gürültünün giderildiği, ancak hedef görüntüsünde kayıpların olduğu görülmüştür. Büyük olan diğer eşik değeri görüntüye uygulandığında, görüntüde gürültü oluşmamış ve medyan filtre uygulanan görüntüdeki hedef kayıplarını giderebilecek bir görüntü ortaya çıkmıştır. Böylece iki eşik değeri görüntüsünün birleştirilmesi sonrasında morfolojik işlemlerin uygulanmasıyla elde edilen görüntülere bakıldığında, ön plan çıkarım yöntemlerini değerlendirmek için kullanılan “anımsatma”, “doğruluk” ve “F-Ölçümü” formüllerinin tatbik edilmesiyle

elde edilen değerlerin literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Üzerinde geliştirme yapılan ViBE algoritması videoya uygulandığında çerçeveler arası geçişlerde hedef takibi yapmak için, ilk olarak hareketli hedefi ortaya çıkarmak maksadıyla Blob analizi kullanılmış ve tespit edilen hedefler dikdörtgen içine alınarak devam eden çerçevelerde hedef takibi sağlanmıştır. Bu hedef takip işlemi yapılırken gürültü, görüntüdeki hızlı değişim gibi nedenlerden dolayı hedef anlık olarak tespit edilemediğinde takibe devam etmek için Kalman filtresi kullanılarak hedef tekrar tespit edildiğinde takibe devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Prasad, D. K., Rajan, D., Rachmawati, L., Rajabally, E. and Quek, C., (2017). "Video Processing from Electro-optical Sensors for Object Detection and Tracking in Maritime Environment: A Survey", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 18 (8): 1993-2016.

[2] Brutzer, S., Höferlin, B. and Heidemann, G., (2011). "Evaluation of Background Subtraction Techniques for Video Surveillance", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) IEEE Conference, 20-25 June 2011, Colorado.

[3] Stauffer, C. and Grimson, W., (1999). "Adaptive Background Mixture Models for Real Time Tracking", Proceeding of IEEE international conference on computer vision and pattern recognition, 23-25 June 1999, Colorado.

[4] Kim, K., Chalidabhongse, T.H. and Harwood, D., (2004). "Background modeling and Subtraction by codebook construction", International conference on image processing IEEE, 24-27 Oct. 2004, Singapore.

[5] Biao, W. and Lin, Z., (2016). "Improvements on ViBE Algorithm for Detecting Foreground Objects", International conference on computer science and network technology IEEE, 10-11 Dec. 2016, China.

[6] Gao, J. and Zhu, H., (2016). "Moving Object Detection for Video Surveillance Based on Improved ViBE", Control and Decision Conference (CCDC), 28-30 May 2016, China.

[7] Pak, C.H., Zhao, H., Zhu, H. and Pan, Y., (2016). "A Novel Motion Detection Approach Based on the Improved ViBE Algorithm", Control and Decision Conference (CCDC), 28-30 May 2016, China.

[8] Tran, T.H. and Le, T.H., (2016). "Vision Based Boat Detection for Maritime Surveillance", Electronics, Information, and Communications (ICEIC) International Conference, 27-30 Jan. 2016, Vietnam.

[9] Statistics How To, What is the Jaccard Index, https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/jaccard-index/, 4 Kasım 2018.

[10] Sun, X. and Zhu, S., (2016). "Target Detection via Improved ViBE Algorithm", Proceedings of the 35th Chinese Control Conference, 27-29 July 2016, China.

[11] Barnich, O. and Droogenbroeck, M.V., (2011). “ViBE: A Universal Background Subtraction Algorithm for Video Sequences”, IEEE Transactions on Image Processing, 20 (6): 1709-1724.

[12] Singapore Maritime Dataset, Singapore Maritime Dataset Videos, https://sites.google.com/site/dilipprasad/home/singapore-maritime-dataset, 1 Mart 2018.

[13] Evaluation Engineering, Blob Analysis and Edge Detection in the Real World, https://www.evaluationengineering.com/blob-analysis-and-edge-detection-in-the-real-world, 19 Eylül 2018.

[14] Visco Technologies, Blob Analysis, https://www.visco-tech.com/english/technology/existence, 3 Ekim 2018.

[15] Kalman, R. E. (1960). "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems", Journal of Basic Engineering, 82 (1): 35-45.

[16] Strid, I. and Walentin, K., (2009). "Block Kalman Filtering for Large-Scale DSGE Models", Computational Economics, 33 (3): 277–304.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Doğan ADIGÜZEL

Doğum Tarihi ve Yeri : 31.08.1990, İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : dogan.1846@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Elektrik-Elektronik Mühendisliği	Deniz Harp Okulu	2011
Lise	Fen Bilimleri	Atışalanı Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2011-Halen	Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	Deniz Subayı

Bildiri

1. Adıgüzel, D., Beşer, F., Yıldırım, Ö. ve Yıldırım, T., (2017). “Bulanık Mantık Kullanarak Hava Savunma Karar Destek Sistemi Tasarımı”, Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Konferansı, 5-7 Ekim 2017, Antalya.

2. Adıgüzel, D. ve Özyılmaz, L. (2018). “Deniz Gözetlemesinde Hareketli Hedef Tespiti İçin ViBE Algoritmasının Geliştirilmesi”, 26. IEEE Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, 2-5 Mayıs 2018, İzmir.