

GEDİZ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYARDA GÖRME ALGORİTMALARI KULLANARAK
SU ALTINDAKİ İNSAN VÜCUTLARININ BULUNMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Fatma Günseli YAŞAR
600113006**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Sistem Mühendisliği Yüksek Lisans Programı**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KUSETOĞULLARI

Teslim Tarihi: 21.05.2015

GÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 600113006 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, “**FATMA GÜNSELİ YAŞAR**”, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**Bilgisayarda Görme Algoritmaları Kullanarak Su Altındaki İnsan Vücutlarının Bulunması**” başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KUSETOĞULLARI
Gediz Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. İbrahim Furkan İNCE
Gediz Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ümit ÇALI
Gediz Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşegül ALAYBEYOĞLU YILMAZ
Katip Çelebi Üniversitesi
(Yedek Üye) Yrd. Doç. Dr. Şerife DEMİROĞLU
Gediz Üniversitesi

Teslim Tarihi: 21 Mayıs 2015

Savunma Tarihi: 26 Mayıs 2015

ÖNSÖZ

Görüntü işleme ile birlikte mevcut görüntüler işlenmeye ve yorumlanmaya başlanmıştır. Bu alanın gelişmesi, her alanda kolaylığı beraberinde getirmiştir. Böylece artık güvenlik sistemlerinde insan gözetlemesine ihtiyaç olmaksızın gözetleme sistemleri geliştirilebilmektedir.

Su altı gözetleme sistemlerinde su altında boğulma tehlikesi yaşayan kişi veya kişilerin bulunmasının yanı sıra bulunma süresi de önemlidir. Bu tezde su altında kalan kişinin kısa sürede bulunması hedeflenmiştir. Bunun için de girdi olarak alınan görüntüye background subtraction ve interframe difference metotları ayrı ayrı uygulanmıştır. Bu iki farklı metottan su altındaki kişiyi bulmada maksimum yarar sağlayan metot hassasiyet ve özgüllük değerleri karşılaştırılarak bulunmuştur. Aynı videoya Matlab ortamında gürültü eklenip bu metotların gürültülü ortamda nasıl tepki verdiği araştırılmıştır.

Bu tezin gelişiminde en büyük desteği veren değerli tez hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Kusetoğulları'na önerileri ve güveni için teşekkürü bir borç bilirim.

Sonsuz sevgileri, güven ve destekleri için aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2015

Fatma Günseli YAŞAR

Her konuda en büyük desteği veren aileme...

İçindekiler

ÖNSÖZ	iii
Şekillerin Listesi	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
Bölüm 1	1
Giriş	1
Problem Tanımı	2
İlgili Çalışmalar	7
Bölüm 2.....	11
GÖRÜNTÜ İŞLEME METOTLARI	11
2.1 RGB Seviyeden Gri Seviyeye Dönüşüm	11
2.2 Eşik Değer.....	12
2.3 Video.....	13
Bölüm 3.....	15
KULLANILAN METOTLAR	15
3.1 Background Subtraction Metodu	15
3.2 Interframe Difference Metodu	19
Bölüm 4.....	23
SONUÇLAR	23
Hassasiyet ve Özgüllük	23
Sonuç	31
Kaynaklar	32

Şekillerin Listesi

- Şekil 1.1 Tüm sistem için akış diyagramı.
- Şekil 2.1 Resmi RGB seviyeden gri seviyeye çevirme (a) RGB seviyede resim. (b) Gri seviyede resim.
- Şekil 2.2 Eşik değeri (a) Eşik değeri 10 iken. (b) Eşik değeri 30 iken.
- Şekil 2.3 Gri seviyede resim.
- Şekil 2.4 Kıyaslamada kullanılan mutlak doğru olarak kabul edilen resim.
- Şekil 3.1 Background subtraction metodu (a) Referans olarak alınan resim. (b) Çıkarılacak olan resim. (c) Background subtraction metodu sonucu elde edilen resim.
- Şekil 3.2 Background subtraction metodunun akış diyagramı.
- Şekil 3.3 Interframe Difference metodu (a) Referans olarak alınan resim. (b) Çıkarılacak olan resim. (c) Interframe Difference metodu sonucu elde edilen resim.
- Şekil 3.4 Interframe Difference metodunun akış diyagramı.
- Şekil 4.1 Doğru Pozitif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.2 Doğru Negatif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.3 Yanlış Pozitif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.4 Yanlış Negatif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.5 Doğruluk değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.6 Gürültü eklendikten sonra Doğru Pozitif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.7 Gürültü eklendikten sonra Doğru Negatif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.8 Gürültü eklendikten sonra Yanlış Pozitif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.9 Gürültü eklendikten sonra Yanlış Negatif değerleri karşılaştırması.
- Şekil 4.10 Gürültü eklendikten sonra doğruluk değerleri karşılaştırması.

BİLGİSAYARDA GÖRME ALGORİTMALARI KULLANARAK SU ALTINDAKİ İNSAN VÜCUTLARININ BULUNMASI

ÖZET

Son yıllarda insanların yoğun olduğu yerlerde ve beklenmedik olaylarda emniyet ve güvenliğin sağlanması için verilen önem giderek artmaktadır. İnsan-bilgisayar etkileşiminin artması ve bilgisayarlı otomasyon sistemlerinin insan hayatına etkisi düşünüldüğünde, güvenlik sistemleri içerisinde gözetleme sistemleri temel taşlardan birisi haline gelmekte ve büyük önem kazanmaktadır. Bu tezde, bilgisayarda görme algoritmaları kullanarak su altında boğulma riski bulunan insanların bulunması amaçlanmaktadır. Su altında boğulma tehlikesiyle karşı karşıya kalmış olan insanların hızlı bir şekilde sudan çıkarılması ve ilk yardım uygulanması gerekmektedir. Bu işlem de kısa bir süre içerisinde yapılmalıdır. Su altında kalma süresinin artması su altında kalmış olan kişi veya kişilerin boğulmasına ve yaşamlarını yitirmesine neden olacaktır. Bu tez ile su altında kalan insanların hızlı bir şekilde bulunması gerçekleştirilecektir. Dünyada beklenmedik olaylar sonucunda oluşan araç, uçak ve gemi kazası gibi deniz veya göle düşmüş olan araçların içerisinde kalmış insanların kurtarılamaması ne yazık ki toplu ölümlere neden olmaktadır. Bu tür kazalar sonrası oluşan toplu ölümlerin en aza indirilmesi, görüntü işleme yöntemlerini kullanarak kişiler hayatını kaybetmeden hızlı bir şekilde bulunması amaçlanmaktadır. Sonuç olarak bu tez, su içerisinde boğulma riskiyle karşı karşıya olan kişilerin hızlı bir müdahale sonucunda sudan çıkarılması ve ilk yardımın ivedilikle yapılmasına yardımcı olacaktır. Bu tez, su altında kalmış olan kişilerin arama süresini de kısaltacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, İnsan Vücudu Bulunması, Gürültü Azaltma, İkili Görüntü Üretimi

UNDERWATER HUMAN BODY DETECTION BY USING COMPUTER VISION ALGORITHMS

SUMMARY

In recent years, the importance of safety and security increases in the places where lots of people live and unexpected affairs happen. By considering the increase in human-computer interaction and the impact of computerized automation systems in human life, surveillance systems have become one of the most important corner stones among security systems. In this project, we are aiming to detect the people underwater by using computer vision algorithms. People who have risk of drowning must be taken off the water and to be applied first-aid. This process must be completed as soon as possible. Increasing the duration of the inundation cause to choke the person/people who to be flooded and to lost their lives. With this thesis, finding the people who are underwater will be carried out quickly. A result of unforeseen events in the world such as the unrecovered people who have trapped in the vehicles, aircraft and ships accidents that have fallen into the sea or a lake lead to mass death. Minimization of the mass death occurring after such accidents, the presence of people quickly without losing their lives using the image processing method is aimed. Consequently, the thesis will provide to save people's lives rapidly who have risk of drowning underwater and to decrease the searching time for identifying their location for the first-aid. This thesis will shorten the time of searching people who have flooded.

Keywords: Computer Vision, Human Body Detection, Noise Reduction, Binary Image Generation

Bölüm 1

Giriş

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre suda boğulma olayları en önemli üçüncü kazayla ölüm sebebidir [1]. Türkiye'de her yıl ortalama 643 kişinin çeşitli şekillerde boğularak hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir [2]. Özellikle yaz aylarında ve turistik bölgelerde suda boğulmaya dayalı ölüm sayısı artar. Antalya ilinde 2013 yılında toplam 139,2014 yılının ilk altı ayında ise toplam 81 boğulma vakası tespit edilmiştir [2]. Suda boğulma zamanı veya boğulma eşik değeri kişiye ve suyun ısısına göre değişiklik göstermektedir. Bu zaman aralığı 4-10 dakikadır [3]. Boğulma eşik değeri geçildiği takdirde su altında kalan kişi veya kişilerin beyinleri iyileştirilemez şekilde hasar görmekte ve suda daha fazla kalınması durumunda yaşam faaliyetleri tamamen durmasına neden olmaktadır [3]. Su altında kalan kişiler hızlı bir şekilde bulunmalı, su yüzeyine çıkarılmalı ve ilk yardım müdahalesi yapılmalıdır. Şu anda Türkiye'de uygulanan su altında kalmış insanları arama yolları ve su altını gözleme insan gücüyle yapılmaktadır. Ancak bu yöntem verimli bir şekilde arama imkanını sağlamamaktadır. Çünkü su altında etkili bir gözetleme yapılamamakta ve bu da arama zamanının artmasına neden olmaktadır. Bu tez ile su altında gözetleme verimliliğini arttırmak planlanmaktadır. Bunu sağlamak için de görüntü işleme yöntemleri kullanılarak su altında boğulma tehlikesiyle karşı karşıya kalan insanların bulunması sağlanacaktır.

Bu tezde çözülecek olan problem, su altında hareket eden insanların ortaya çıkarılmasıdır. İnsanların bulunmasını sağlamak için farklı yöntemler kullanılabilir. Fakat bu yöntemler farklı problemleri çözmede sorun oluşturabilmektedir. Bu tezde bu sorunu aşabilmek için iki farklı metod uygulanacaktır. Uygulanacak bu metodlar background subtraction ve interframe

difference metotlarıdır. Bu iki metodun karşılaştırması yapıp su altında insan takibi için en uygun metot bulunmuş olacaktır.

Bu tez ile gemi kazası, araçların kaza sonucu suya düşmesi, sel, havuz ve denizde yüzme bilmeme gibi nedenlerden dolayı su altında kalan kişi veya kişilerin arama süresinin kısaltılarak suda boğulma riskinin azaltılması ve dolayısıyla ölümlü vaka sayısının azaltılması hedeflenmektedir. Su altında boğulma tehlikesi yaşayan kişi veya kişiler bu tez ile hızlı bir şekilde bulunacak ve su yüzüne çıkarılarak ilk yardım uygulanabilecektir. Böylece her yıl geç bulunması nedeniyle onlarca kişinin ölümü ile sonuçlanan ilkel yöntemlerin yerini geliştirmiş olduğumuz metot alacak ve bu nedenle daha fazla kişinin kaybedilmesinin önüne geçilmiş olacaktır.

Bölüm 2' de, kullanılan görüntü işleme metotlarından bahsedilmiştir. RGB seviyeden Gri seviyeye dönüşüm, eşik değeri ve kullanılan video anlatılmıştır.

Bölüm 3'te kullanılan metotlardan bahsedilmiştir. Background subtraction ve interframe difference metotları anlatılmıştır. Tezde en çok üzerinde durulan aşama bu metotların yazılım aracılığıyla çalıştırılmasıdır. Görüntü işleme metotları Matlab yazılım dili kullanılarak yapılmıştır ve istenilen sonuçları elde edene kadar görüntü işleme metotları ve yapılmış olunan yazılım test edilmiştir.

Son bölümde ise önceki bölümlerde bahsedilen metotlar uygulandıktan sonra elde edilen çıktılarından bahsedilmiş ve kullanılan görüntü işleme metotlarının karşılaştırması yapılmıştır. Ardından her çerçeveye gürültü eklenip kullanılan iki metodun gürültülü ortamda nasıl sonuç verdiği karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, gürültüsüz ortamda interframe difference metodunun, gürültülü ortamda ise background subtraction metodunun daha doğru sonuçlar verdiğine ulaşılmıştır.

Problem Tanımı

Görüntü işleme her alanda kullanılarak bireysel ve ulusal faydalar sunmaktadır. Hırsızlık-cinayet gibi suçları önlemek için şüphelilerin tespitinde, trafikte, kara-deniz ve hava kazalarının tespitinde, yayaların takibinde, kamuda, insan akışının çok olduğu yerlerde, tıbbi uygulamalarda, askeri uygulamalarda, nükleer tesislerde, ulusal sınırların kontrolünde, kısacası her yerde görüntü işleme karşımıza çıkmaktadır [4]. Bu alanların hepsinde en çok ihtiyaç duyulan safha, hareketli nesnenin belirlenmesidir. Hareketli nesnenin belirlenmesinde eğitim ile uygulanan

metotlar ve eğitime gerek duymayan metotlar bulunmaktadır. Eğitim ile uygulanan metotlarda, eğitim için 10-30 saniye vakit geçmektedir [5]. Bu şekilde arka plan daha gerçekçi tespit edilir ancak geçen süre hayati önem taşıyabilir. Eğitimsiz uygulanan metotlarda da bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Interframe difference metodunda yavaş hareket eden nesnelere nesneye ait bazı pikseller arka plan görüntüsüne ait olarak algılanır [6]. Bu tezde kullanılan background subtraction metodu ile interframe difference metodunda nesne hareketsiz ise nesnenin tamamı arka plan görüntüsü olarak algılanır.

Görüntü işlemenin her alanda görülüyor olmasına rağmen ne yazık ki su altında kalmış kişileri arama ülkemizde hala insan gözetlemesi ile yapılmaktadır. Her yıl gemi kazası, araçların kaza sonucu suya düşmesi, sel, havuz ve denizde yüzmeye bilmeme nedenlerinden dolayı yüzlerce insan boğulma tehlikesi yaşamakta ve bu insanların zamanında bulunamaması nedeniyle de onlarca insan hayatını kaybetmektedir. Görüntü işleme metotları kullanılarak insanların bulunmasına yönelik çalışmaların çoğu karada yapılmakta olup denizde, havuzda yapılan çalışmalar ise ya su yüzeyinde insan davranışları incelenerek yapılmıştır ya da sualtındaki tüm nesnelere bulmaya yöneliktir. Bu tezde, suyun altındaki her nesneyi tespit etmek değil suyun altındaki insan vücutlarını en hızlı şekilde tespit edip kazazedenin kurtarılmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Bu amaçla, görüntü işleme metotları olan background subtraction ve interframe difference metotlarının su altında gürültülü ve gürültüsüz ortamlarda kişi veya kişileri bulmada nasıl sonuç verdiği araştırılmış ve bu iki metot kıyaslanmıştır.

Birden fazla background subtraction metodu olup bu tezde, videodan çekilen ilk çerçeve arka plan görüntüsü olarak kabul edilip diğer çerçevelerin farkı alınarak hareketli olan kişiye ulaşılmıştır. Background subtraction metotlarından en sık kullanılan diğer metotlara

- Gaussian Mixture Model [6]
- Kernel Width Estimation [8]
- Codebook [9]
- Eigenbackgrounds [10]

metotları örnek olarak verilebilir.

Bu tez ile birlikte çeşitli kazalar veya ihmaller sonucu suyun altında boğulma tehlikesi yaşayan insanlar saptanıp hızlı bir şekilde ilk yardım yapılması sağlanacak ve bu sayede insan kaybı minimuma indirilecektir.

Tüm sistem için genel bir algoritma ve bir akış diyagramı (Şekil 1.1) aşağıdadır.

Algoritma:

Step 1: Başla.

Step 2: Uygun eşik değeri belirle.

Bu çalışmada eşik değeri elle belirlenmiştir.

Step 3: N'e sıfır ata.

Step 3: N' in değerini 1 artır.

Step 4: $N < \text{Çerçeve sayısı}$ ise Step 5'e git, değil ise Step 10' a git.

Step 5: Çerçeveyi gri seviyeye çevir.

Step 6: Gözetleme metodunu uygula.

Step 7: Görüntüye eşik değeri uygula.

Step 8: İnsan bulundu ise Step 8' e, bulunmadı ise Step 3'e git.

Step 9: Konum tespit edilir.

Step 10: İnsan bulundu, uyarı yapılır.

Step 11: Son.

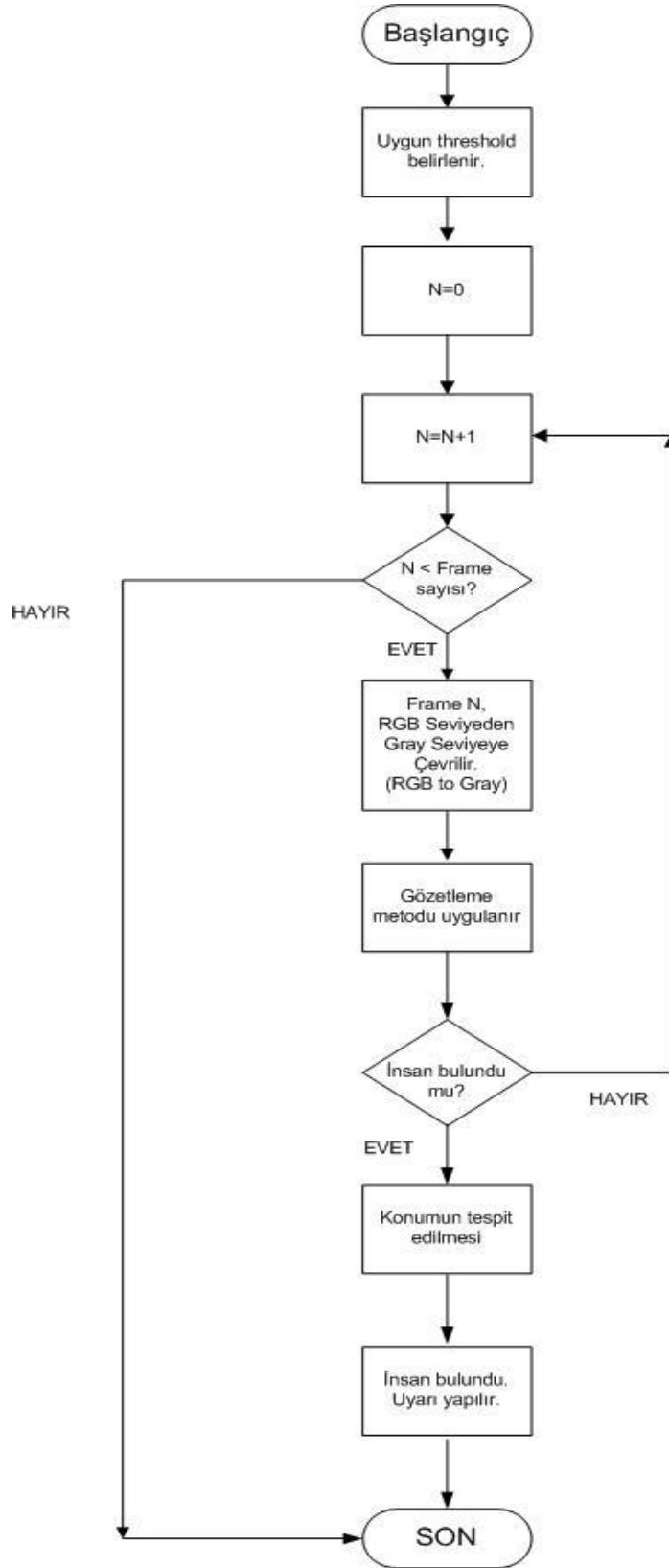
Videodan elde edilen her çerçeve öncelikle gri seviyeye çevriliyor. Ardından, gözetleme metodu uygulanıp eşikleme işlemi yapılıyor. Gri seviyedeki çerçevenin her pikseli için, eğer piksel değeri eşik değerden büyük veya eşit ise beyaz, küçük ise siyah renk değerine dönüştürülüyor. Bu işlemin ardından eğer insan bulundu ise uyarı yapıp program sonlandırılıyor.

Bu algoritmanın akış diyagramı Şekil 1.1'de dir. Bu akış diyagramı genel bir akış diyagramı olup Şekil 3.2 background subtraction metodu için, Şekil 3.4 ise interframe difference metodu için kullanılan akış diyagramıdır.

Şekil 1.1'de de görüldüğü gibi, su altında insan bulma 3 ana adımda ifade edilebilir:

- Uygun eşik değeri (threshold) belirlenmesi
- Çerçevenin RGB seviyeden gri seviyeye dönüştürülmesi
- Gözetleme metodunun uygulanması

İlk adımda, her metot için çerçevelere farklı eşik değerleri denenmiş ve en iyi sonuç veren eşik değeri kullanılmıştır. İkinci adımda, her çerçeve RGB seviyeden gri seviyeye çevrilerek bir ön işleme tabii tutulmuştur. Üçüncü adımda ise su altındaki kişinin bulunması için seçilen metot uygulanmıştır. Su altında boğulma tehlikesi yaşayan bir kişinin kurtarılmasında zaman önemli bir faktör olduğu için kullanılan metotlar seçilirken hız faktörü de göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 1.1 Tüm sistem için akış diyagramı.

İlgili Çalışmalar

Yapılan araştırmalara göre suda boğulma zamanı veya boğulma eşik değeri kişiden kişiye değişiklik göstermekte ve genellikle 4-10 dakikadır [3]. Eğer kişi boğulma eşik aralığı içerisinde sudan çıkartılabirirse hayati bir sorun yaşamadan kurtarılabilmektedir. Fakat boğulma eşik zamanının geçilmesi beynin hasar görmesine ve daha sonra da kişinin hayatını tamamen kaybetmesine neden olmaktadır [3]. Su altında kalan kişiler hızlı bir şekilde bulunmalı ve ilk yardım müdahale için su yüzeyine çıkarılmaları gerekmektedir. Şu anda Türkiye’de uygulanan su altında kalmış insanları arama yolları güvenlik birimleri aracılığıyla insan gücüyle yapılmaktadır. Bu yöntem verimli bir şekilde arama imkânını sağlamamaktadır çünkü su altında etkili bir gözetleme yapılamamakta ve bu da arama zamanının artmasına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, bir yıl içerisinde dünya genelindeki ölümlerin % 0,7’si başka bir ifade ile ortalama 388.000’den fazla insan suda boğulma nedeniyle hayatını kaybetmektedir [11]. DSÖ verilerine göre, 2000 yılı içerisinde boğularak hayatını kaybeden insan sayısı 409.702 ve 2002 yılında bu sayı 382.000 kişidir [11]. Verilen rakamlar sel, tsunami ve gemi kazalarından kaynaklanan ölümleri içermemektedir. Yine DSÖ’ye göre suda boğulma olayları trafik ve ev kazalarından sonra en önemli üçüncü ölüm sebebidir [12]. Son 7 yıldır yapılan istatistiksel çalışmalara göre de Türkiye’de yılda ortalama 643 kişi boğulmakta ve bu rakam gün geçtikçe de artmaktadır [13]. Mesela 2005 ve 2007 yılları arasında 1255 boğulma olayı gerçekleşmiş ve boğulma olayları tatlı ve tuzlu suda olmuştur [13]. Boğulma olayları genellikle göl, nehir, deniz, sulama kanalı, havuz ve su çukuru gibi yerlerde meydana gelmektedir. Bununla birlikte, bilinçsiz bir şekilde yapılan kurtarma çalışmaları sırasında kurtarmak isteyen kişi de boğulma tehlikesi yaşamakta ve ölümlerle sonuçlanabilmektedir. Boğulma olaylarının ölümlerle sonuçlanmasının en önemli nedenleri yüzen kişilerin iyi derecede yüzme bilmemesi, ilk yardımın hızlı yapılamaması ve gözetim eksikliğidir [14].

Görüntü işleme yöntemleri, gözetleme sistemleri içerisinde başarılı sonuçlar vermektedir.

[15]’de Kinematik model geliştirilir. Sistem bir kişinin 25 farklı vücut parçasının (baş için 4, boyun, gövde için 4, kolların üst kısımları, dirsekler, kolların alt kısımları,

eller, bacakların üst kısımları, dizler, bacakların alt kısımları, ayaklar) bilgisini barındırır. Bu çalışmada 3 farklı lokasyon bölgesinde 38 kişi ile çekilen 161 video, kalabalık ve kalabalık olmayan ortamlardaki farklı pozlardan oluşan 15666 çerçeve alınmıştır. Algılanan kişilerin bireysel parçalarını tanıma oranı eşik değer 8 iken ve 4 iken kadın, erkek ve toplamda karşılaştırılmıştır. Buradan, eşik değer yükseldikçe genel olarak bulmanın daha sağlam olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer bir değerlendirme çalışması olarak, tüm vücut, vücut parçaları ve üst gövde parçalarını bulma oranlarına bakılmıştır. Bu çalışmada sorunların çoğunun alt vücut bölgelerini bulmada yaşadığı sonucuna varılır.

[16]'de EbSA (Entropy-based Simulated Annealed) metoduna dayalı, Background Subtraction (BS) metodunun performansı optimize edilerek bir metot geliştirilmiştir. Geliştirilen bu SA-BS metodu ile BS metodunun performansları karşılaştırıldığında SA-BS metodunun BS metodundan daha tercih edilebilir olduğu sonucuna ulaşılr.

[9]'de geliştirilen Codebook Background Subtraction (CB) algoritması kullanılmıştır. İnsanların daima hareket ettikleri veya odadan dışarı çıktıkları bir videoya CB ile, karşılaştırmada kullanılacak birkaç arka plan modelleme algoritması daha uygulanmıştır. Algoritmaların performansları kıyaslandığında, CB algoritması hızda ve bellekte verimlidir.

Ancak geliştirilen bu sistemler karada gözetleme yapmak için geliştirilmiştir [15,16,9].

[17]'da su altında ışık değişiklikleri, yansıma ve dalgaların etkisiyle dinamik ve kompleks bir ortamda hareket eden nesnelere çıkaran bir su altı video sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Codebook modele dayalı bir bulma algoritması uygulanır. Bu algoritma, renk ve parlaklık bozukluğuna bağlı olarak her piksel için bir arka plan codebook oluşturur. Videodaki kompleks değişikliklere göre algoritma kendini yeniler. Deneyler, algoritmanın gürültüleri engelleyerek ve su altı ortamın etkilerinin üstesinden gelerek hareket eden nesnelere tamamını çıkarabildiğini göstermiştir. Ancak bu sistem su altındaki tüm nesnelere bulmaya yöneliktir.

Boğulmayı önlemek amacıyla kamera sistemli erken algılama ve uyarma sistemleri yapılmıştır.

[7]'da gözlemlenen havuz alanında büyük farklılıklara karşın yüzücülerin belirlenmesi ve izlenmesi için bir vizyon bileşeni, olası boğulma belirtilerinin

ayrıştırılması için ise bir olay çıkarsama modülü geliştirilmiştir. Vizyon bileşeni, arka plandaki havuz alanı ve ön plandaki yüzücüleri ayırmak için model tabanlı bir yaklaşım uygular. Bu bileşende, havuzdaki kişiyi bulmak için çok bileşenli Gaussian Mixture Model, kişiyi izlemek için de Kalman filtresi kullanılmıştır. Olay çıkarsama modülü, boğulan insanların genel hareket özelliklerini formüle eden, sonlu durum makinesine dayalı bir modüldür. Bu modülde üç kural tanımlanmıştır. Kural 1, yavaş hareket veya küçük bir alan içerisinde bulunulmasıdır. Kural 2, suda neredeyse dikey vücut duruşunda olunmasıdır. Kural 3 ise düzensiz ve muhtemelen hızlı kol-bacak hareketleri sergilenmesidir. Bu 3 farklı duruşun ayırt edilmesi için sonlu durum makinesi kullanılmıştır. Kişinin duruş değişikliğinin tespit edilmesinde sequential change detection algoritması kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucu, çoğu durumda yüzücüler algılanıp izlenmiştir. Fakat yüzücülerin birbirlerine çok yakın olduğu durumlarda yüzücüler tek bir hareketli bölge olarak algılanmıştır. Dolayısıyla, bu tür durumlarda olay çıkarsama modülü değerlendirilememiştir.

[18]'de insanların havuzda davranışları ve faaliyetleri incelenerek, bu hareketlere göre bir tanıma sistemi oluşturulmuştur. Kişi su yüzeyinde kalmak için mücadele ederken havuzun çevresindeki kameralar tarafından bu potansiyel boğulma olayı tespit edilip erken müdahale amaçlanmıştır. Background subtraction, gürültü azaltma, data fusion ve blob splitting metotları kullanılmıştır. Ancak kişinin havuzda boğulma tepkisi farklı olduğunda, yani sistem eğitilmediği bir olayla karşılaştığında nasıl bir tepki vereceği sorun oluşturabilir.

Fakat yapılmış olan bu sistemler havuz yüzeyinde olan davranışları inceleyerek havuzda boğulan insanları bulmak amacıyla tasarlanmıştır [7,14,18]. Bu sistemler görüntü işleme algoritmalarını kullanarak havuz içerisinde boğulma tehlikesi bulunan kişileri bulmak için yapılmıştır. Şu ana kadar yapılmış olan erken müdahale sistemleri su yüzeyinde olan olayları bulmada yardımcı olmaktadır. Fakat insanların su altında oldukları zaman da çok önemlidir ve bu tez ile su altında kalan insanların bulunması amaçlanmaktadır. Böylece su altında kalan ve boğulma tehlikesi olan insanları su yüzeyine çıkararak hızlı bir ilk yardım müdahalesine imkan sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca, bu tez havuz, deniz, göl, nehir ve görülmesi zor olan sularda da uygulanabilecektir. Bu tez bittiğinde su altında kalmış olan insanların bulunması sağlanacaktır.

Bu tez ile ortamın yoğun olduğu havuz, deniz, göl ve nehir gibi tatlı ve tuzlu sularda iyi yüzememe, sel ve araç veya gemi kazası gibi nedenlerden dolayı su altında kalmış insanların hızlı bir şekilde bulunmasına ve bu kişilerin su yüzeyine çıkartılarak hızlı bir ilk yardım müdahalesine yardımcı olacaktır.

Bölüm 2

GÖRÜNTÜ İŞLEME METOTLARI

2.1 RGB Seviyeden Gri Seviyeye Dönüşüm

Renkli resmin piksel alanının içinde kalan kırmızı, yeşil ve mavi temel renk tonları ayrı renk kanallarına bölünüp her renk için ayrı birer parlaklık seviyesi hesaplanması RGB (Red-Green-Blue) kodlama yöntemidir [19]. RGB renk uzayındaki bir resmi işlemek etkili bir yol değildir [6]. Bu nedenle görüntü üzerinde belirli işlemleri yapmak için görüntüyü öncelikle gri seviyeye çevirmek daha uygundur.

RGB görüntüyü gri seviyeye çevirmek için standart dönüşüm aşağıdadır [20].

$$Y = 0.3*R + 0.59*G + 0.11*B \quad (2.1)$$

R resmin kırmızı renk değerini, G yeşil renk değerini, B mavi renk değerini belirtmektedir. Y ise elde edilen gri seviyedeki resimdir.

Şekil 2.1 (a)' da RGB seviyedeki resime denklem (2.1)' in uygulanmasının sonucunda Şekil 2.1 (b) resmi elde edilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 2.1 (a) RGB seviyede resim. (b) Gri seviyede resim.

2.2 Eşik Değer

Elde etmek istenilen görüntüden gürültüleri azaltıp daha iyi bir görüntü elde etmek için bir eşik değeri kullanılır. Eşik değeri belirlemede birkaç yaklaşım bulunmaktadır [21]. Bu tezde eşik değeri deneme yanılma yoluyla belirlenmiştir. Eşikleme sonrası, belirlenen eşik değerden daha yüksek değere sahip olan pikseller 1, daha düşük değere sahip olan pikseller ise 0 değerini alır [22]. Sonuç olarak, gri seviyede olan bir görüntüye eşikleme işlemi uygulanması sonrasında siyah beyaz bir görüntü elde edilir.

Şekil 2.2 (a)'daki gri seviyedeki görüntüye eşikleme yapılacaktır. Eşik değeri 10 iken eşikleme yapıldığında Şekil 2.2 (b), 30 iken ise Şekil 2.2 (c) elde edilmiştir.



(a)



(b)

(c)

Şekil 2.2 (a) Gri seviyede görüntü (b) Eşik değeri 10 iken. (c) Eşik değeri 30 iken.

2.3 Video

Uygulanacak metotlar için en uygun video internet aracılığıyla arandı. İzlenen videolarda öncelikle kameranın sabit olması arandı. Bu tezde test amacıyla kullanılacak olan video, BBC One'da yayınlanmış olan üç dakika bir saniyelik bir videodur. 2.1 ve 2.2 de bahsedilen yöntemler bu videonun kameranın sabit olduğu dokuz saniyelik parçasından çekilen 1280×720 boyutunda 200 çerçeveye uygulanmıştır.

Uygulanan metotların doğruluklarını kıyaslayabilmek için mutlak doğruya ihtiyaç vardır. Her çerçevede kişinin bulunduğu pikseller tek tek elle boyanarak mutlak doğru elde edilmiştir (Şekil 2.3, Şekil 2.4). Şekil 2.3, videodan çekilen 155.çerçevedir. Şekil 2.4 ile görüntü işleme metodunun uygulanmasının ardından elde edilen aynı çerçeve kıyaslandığında bu metodun doğruya ulaşma yüzdesi elde edilir.



Şekil 2.3 Gri seviyede resim.



Şekil 2.4 Kıyaslamada kullanılan mutlak doğru olarak kabul edilen resim.

Bölüm 3

KULLANILAN METOTLAR

Bu bölümde, su altındaki kişinin bulunması için kullanılan background subtraction ve interframe difference metotları üzerinde durulmuştur. Bu iki teknik, kameranın sabit olduğu ve kişinin hareketli olduğu durumlarda kişinin tespiti için en temel ve hızlı yoldur. Bu çalışmada da kamera sabit ve kişinin hareketli olduğu kabul edilmiştir.

3.1 Background Subtraction Metodu

Birden fazla background subtraction metodu bulunmaktadır. Bu metotlar, arka planın nasıl modellendiğine göre değişmektedir [23]. Bu tezde, background subtraction metodunda referans olarak videodan çıkarılan ilk çerçeve alındı. Referans olarak alınan bu arka plan görüntüden yeni görüntü piksel piksel çıkarılır. Bu çıkarma sonucu, iki resimde de aynı olan pikseller yok olup farklı pikseller ortaya çıkarılarak hareketli nesne bulunmuş olur.

$$Q = I - B$$

$$Q(i,j) = | I(i,j) - B(i,j) | \quad (3.1)$$

Denklem 3.1' de i ve j piksellerdir. B referans olarak alınan görüntü, I yeni görüntü, Q ise I ile B görüntülerinin çıkarılması sonucu elde edilen görüntüdür. Her (i,j) için fark alınıp bu farkın mutlak değeri alınır.

Şekil3.1(a), referans olarak alınan ilk görüntüdür. Şekil3.1(b), bu referans resimden çıkarılacak yeni görüntüdür. Şekil3.1(c) ise bu iki resmin farkının mutlak değeridir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.1 (a) Referans olarak alınan resim. (b) Çıkarılacak olan resim.

(c) Background subtraction metodu sonucu elde edilen resim.

Algoritma:

Adım 1: Başla.

Adım 2: Uygun eşik değeri girilir.

Eşik değeri bu metod için 30 olarak alındı.

Adım 3: N'ye sıfır atılır.

Adım 4: N'nin değerini 1 artır.

Adım 5: $N <$ Çerçeve sayısı ise Adım 6'ya git, değil ise Adım 13'e git.

Adım 6: Çerçeveyi gri seviyeye çevir.

Adım 7: $N=1$ ise bu çerçeveyi B referans görüntüsü olarak al, Adım 4'e git.

Adım 8: $N > 1$ ise bu çerçeveyi I olarak al, referans görüntü B 'den çıkar.

$$Q = I - B$$

Adım 9: Q ' da girilen eşik değerden büyük olan piksel değerleri fark görüntüyü (hareketli nesneyi) verir.

$$Q = \begin{cases} 255, & I - B > \text{eşik değer} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Adım 10: İnsan bulundu ise Adım 11' e, bulunmadı ise Adım 4' e git.

Adım 11: Konum tespit edilir.

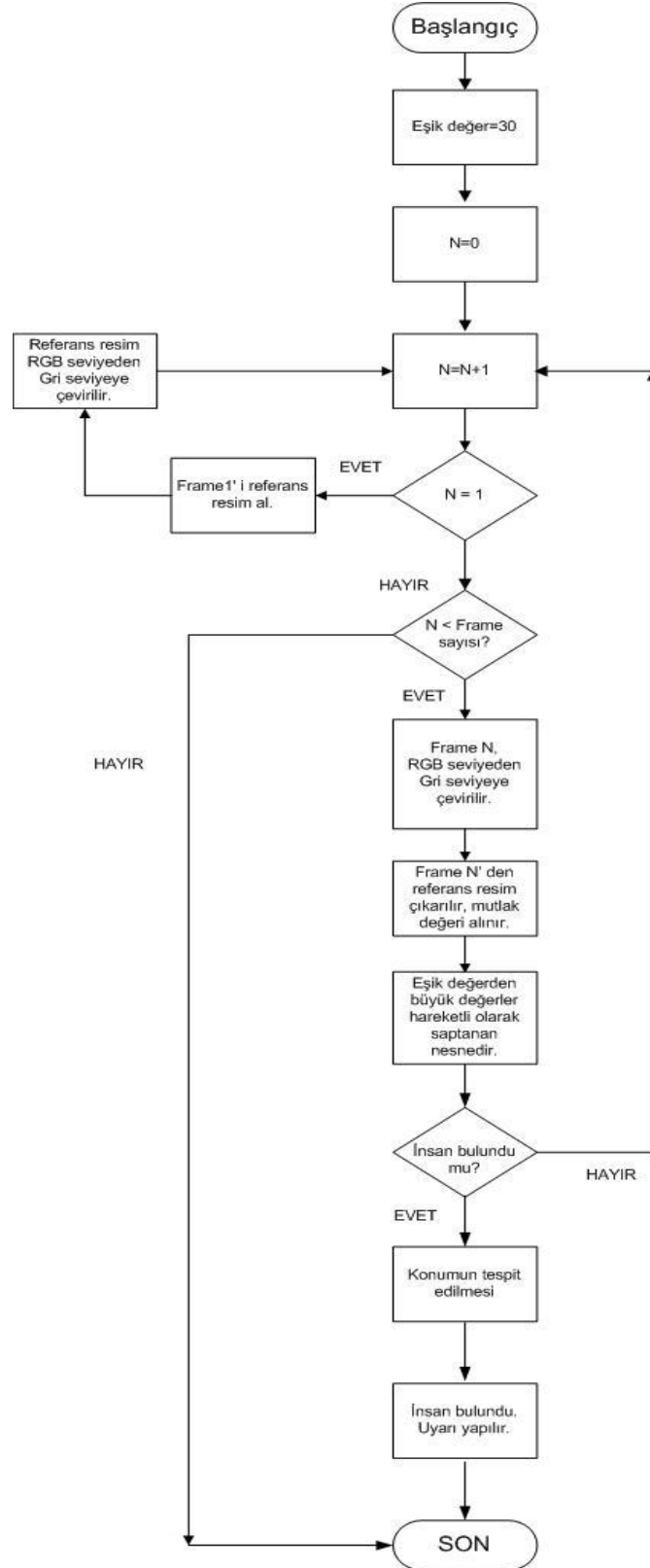
Adım 12: İnsan bulundu, uyarı yapılır.

Adım 13: Son.

N çerçeve sayısı, I yeni görüntü, B arka plandaki görüntü yani referans görüntü, Q ise farktır. Algoritmada, videodan elde edilen her çerçeve öncelikle gri seviyeye çevriliyor. Videodan elde edilen ve gri seviyeye çevrilen her çerçeve referans olarak alınan ilk çerçeveden çıkarılıp fark bulunuyor. Ardından, bu elde edilen fark görüntüye eşikleme işlemi yapılıyor. Gri seviyedeki çerçevenin her pikseli için, eğer piksel değeri eşik değerden büyük veya eşit ise beyaz, küçük ise siyah renk değerine dönüştürülüyor. Bu işlemin ardından eğer insan bulundu ise uyarı yapılıp program sonlandırılıyor. Şekil 3.2, bu algoritmanın akış diyagramıdır.

Video işlemede background subtraction metodu genellikle hareketli nesneyi bulmak ve sonrasında bu nesnenin görüntüsüne göre nesnenin ne olduğunu ayırt etmede uygulanır [24].

Background subtraction metotlarından bu metot, basit ve hızlı olması nedeniyle kameranın sabit olduğu ortamlarda çeşitli uygulamalar için kullanılmaktadır [10]. Bu metot, hareketli nesnelere belirlenmede kullanılır. Ancak gerek durağan nesnelere bazı dış etkenlere maruz kalarak hareket etmesi, gerekse hareketli nesnenin renginin arkaplandaki nesnelere benzer renkte olması nedeniyle her zaman uygulamada kolay olmayabilir [10].



Şekil 3.2 Background subtraction metodunun akış diyagramı.

3.2 Interframe Difference Metodu

Interframe difference metodu, background subtraction metodu ile benzerdir. Fakat bu metotta, her bir çerçeve için bir önceki çerçeve referans olarak alınır. Yani arka plan görüntü sürekli güncellenir ve yeni görüntü referans alınan görüntüden piksel piksel çıkarılır.

$$D = I_1 - I_2$$

$$D(i,j) = | I_1(i,j) - I_2(i,j) | \quad (3.2)$$

Denklem 3.2'de i ve j piksellerdir. I_2 referans olarak alınan görüntü, I_1 yeni görüntü, D ise I_1 ile I_2 görüntülerinin çıkarılması sonucu elde edilen görüntüdür. Her (i,j) için fark alınıp bu farkın mutlak değeri alınır.

Şekil 3.3(a) önceki görüntü, Şekil 3.3 (b) o anki görüntü olup Şekil 3.3 (c) ikisinin farkının mutlak değeridir.

Fark resim elde edildikten sonra bu resme bir eşik seviyesi uygulanır. Bu eşik seviyesi, hareketli pikseller ile gürültüleri ayırt etmede kullanılır.



(a)

(b)



Şekil 3.3 (a) Referans olarak alınan resim. (b) Çıkarılacak olan resim.(c) Interframe difference metodu sonucu elde edilen resim.

Algoritma:

Adım 1: Başla.

Adım 2: Uygun eşik değeri girilir.

Eşik değeri bu metot için 10 olarak alındı.

Adım 3: N'ye sıfır atılır.

Adım 4: N'nin değerini 1 artır.

Adım 5: $N < \text{Çerçeve sayısı}$ ise Adım 6'ya git, değil ise Adım 12'ye git.

Adım 6: Çerçeveyi gri seviyeye çevir.

Adım 7: $N > 1$ ise bu çerçeveyi I_1 olarak al, bir önceki görüntü I_2 'den çıkar.

$$D = I_1 - I_2$$

Adım 8: D'de girilen eşik değerden büyük olan piksel değerleri fark görüntüyü (hareketli nesneyi) verir.

$$D = \begin{cases} 255, & I_1 - I_2 > \text{eşik değeri} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Adım 9: İnsan bulundu ise Adım 11'e, bulunmadı ise Adım 4'e git.

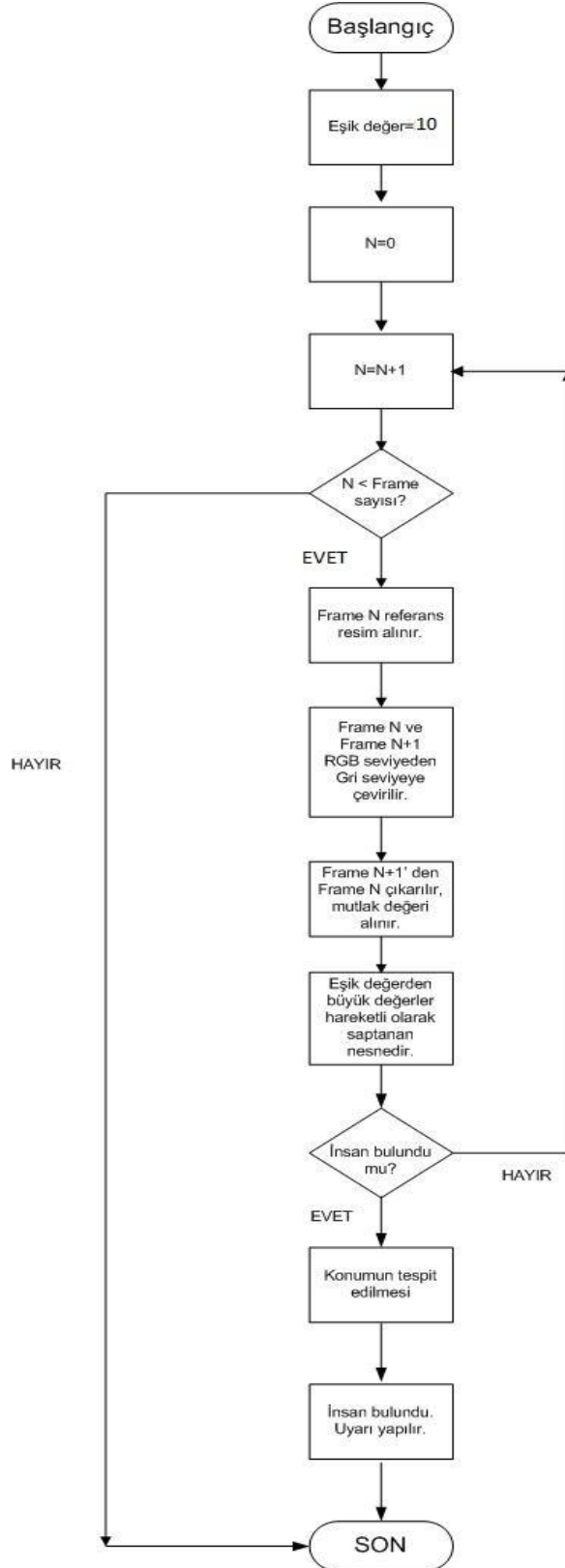
Adım 10: Konum tespit edilir.

Adım 11: İnsan bulundu, uyarı yapılır.

Adım 12: Son.

N çerçeve sayısı, I_1 yeni görüntü, I_2 bir önceki görüntü (referans görüntü), D ise farktır. Algoritmada, videodan elde edilen her çerçeve öncelikle gri seviyeye çevriliyor. Videodan elde edilen ve gri seviyeye çevrilen her çerçeve referans olarak alınan bir önceki çerçeveden çıkarılıp fark bulunuyor. Ardından, bu elde edilen fark görüntüye eşikleme işlemi yapılıyor. Gri seviyedeki çerçevenin her pikseli için, eğer piksel değeri eşik değerden büyük veya eşit ise beyaz, küçük ise siyah renk değerine dönüştürülüyor. Bu işlemin ardından eğer insan bulundu ise uyarı yapılıp program sonlandırılıyor. Şekil 3.4 bu algoritmanın akış diyagramıdır.

Çerçeve farkı metodu özellikle yer değiştirme ölçümünde, hareket tahmininde kullanılır [25, 26, 27]. Bu metot, uygulamada basit ve tam otomatik bir sistem geliştirmeye olanak sağlar [28]. Ancak nesnenin hareket etmediği durumlarda nesneyi bulamaz.



Şekil 3.4 Interframe difference metodunun akış diyagramı.

Bölüm 4

SONUÇLAR

Elimizde dokuz saniyelik su altında çekilmiş bir video ve bu videodan çektiğimiz 200 çerçeve bulunmaktadır. Amacımız bu çerçevelerde insan vücudunu bulmak ve takibini yapmaktır. Öncelikle her bir çerçevede insan vücudu tek tek beyaza boyanıp gerçek doğru elde edildi. Uygulanacak üç metodun karşılaştırması bu gerçek doğrulara göre yapıldı. Bu tezde kullanmak üzere geliştirilen kodlar MATLAB R2012a programı üzerinde geliştirilmiştir. Background subtraction metodunda 200 çerçevenin farkı 14.649 saniyede, interframe difference metodunda 200 çerçevenin farkı 9.925 saniyede tamamlanmıştır.

Hassasiyet ve Özgüllük

Uygulanan metot sonucu elde edilen görüntüde her piksel tek tek mutlak doğru olarak kabul edilen görüntüdeki aynı piksel ile karşılaştırılır. İki görüntüde de beyaz olan pikseller hareketli nesneyi belirtir. Eldeki iki görüntüde beyaz olan piksellerin sayısı doğru pozitif, mutlak doğrudaki beyaz olup elde edilen görüntüde beyaz olmayan piksellerin sayısı yanlış negatif, her ikisinde de beyaz olmayan piksellerin sayısı doğru negatif, mutlak doğrudaki beyaz olmayıp elde edilen görüntüde beyaz olan piksellerin sayısı ise yanlış pozitif değerlerini oluşturur. Su altında dalgaların etkisiyle yosunların hareket etmesi yanlış pozitif, arka plandaki renkler ile hareketli nesnenin renklerinin yakın olması yanlış negatif değerlerini artırır [10].

Uygulanan metotları değerlendirmede, yukarıda bahsedilen doğru pozitif, yanlış negatif, doğru negatif, yanlış pozitif ifadelerini kullanarak hassasiyet, özgüllük ve doğruluk kavramları hesaplanmıştır[29].

Hassasiyet, su altındaki kişi veya kişilerin varlığının doğru bir şekilde bulunmasının test kabiliyetidir. Özgüllük, su altındaki kişi veya kişilerin yokluğunun doğru bir şekilde bulunmasının test kabiliyetidir. Doğruluk ise, hassasiyet ve özgüllüğün

birleşimi olup, su altındaki kişi veya kişilerin varlığının veya yokluğunun doğru bir şekilde bulunmasının test kabiliyetidir [30].

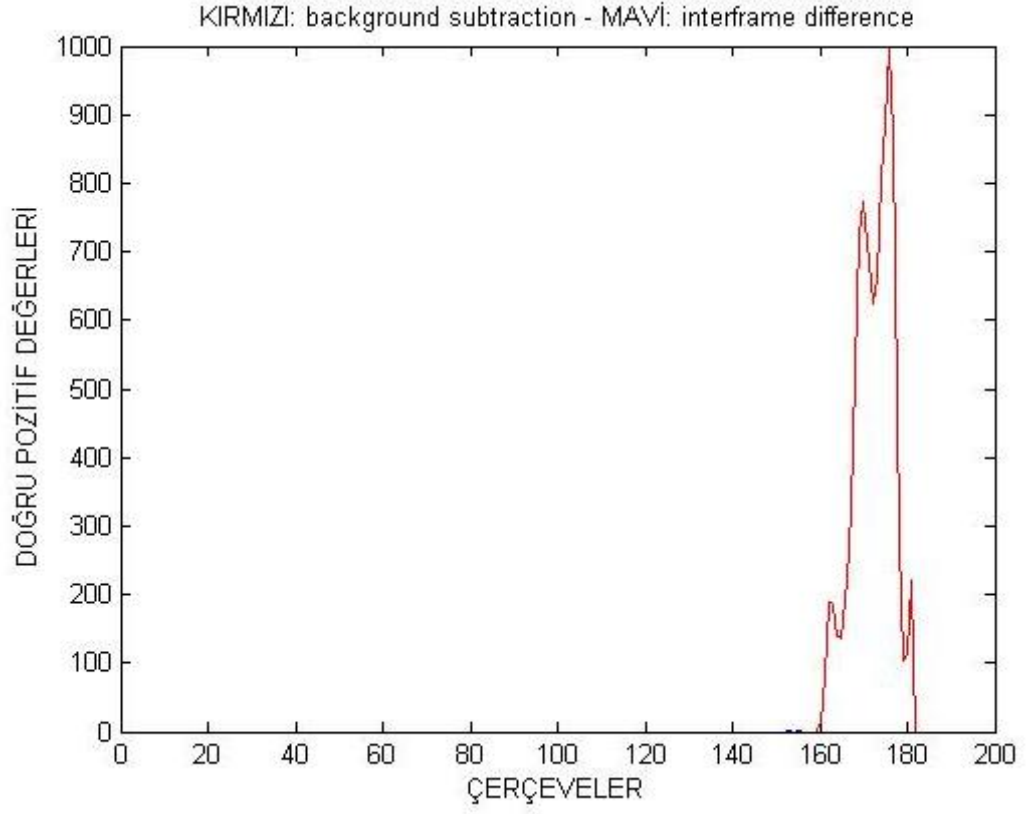
$$\text{Hassasiyet} = \frac{DP}{DP + YN} \quad (4.1)$$

$$\text{Özgüllük} = \frac{DN}{DN + YP} \quad (4.2)$$

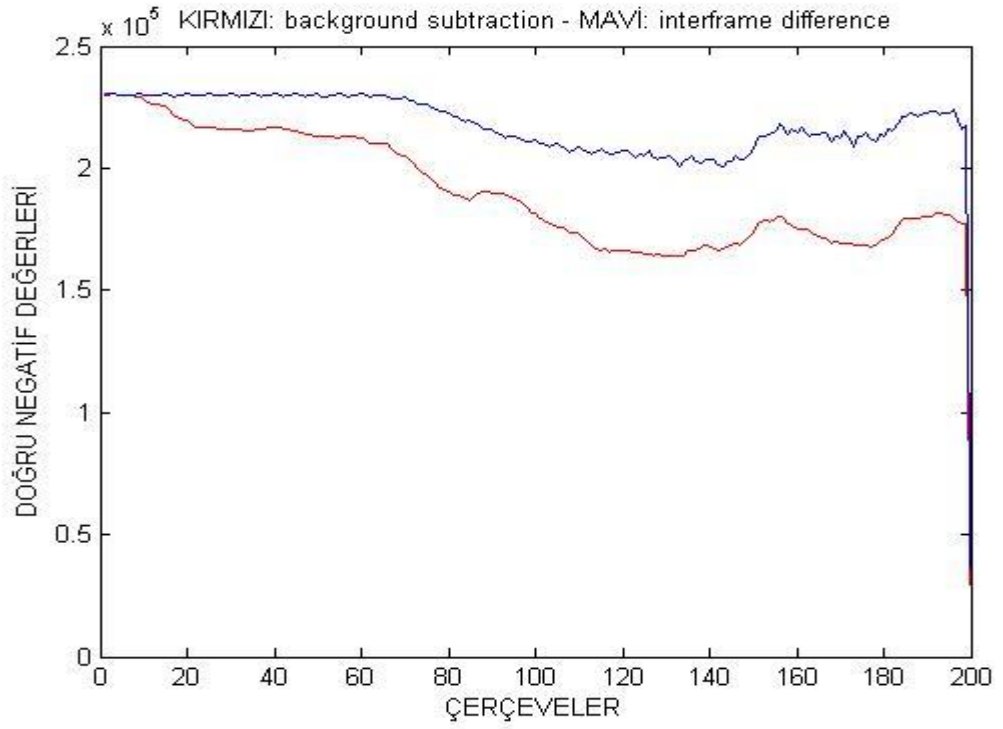
$$\text{Doğruluk} = \frac{DP + DN}{DP + DN + YP + YN} \times 100\% \quad (4.3)$$

Burada, DP doğru pozitif, DN doğru negatif, YP yanlış pozitif, YN yanlış negatif değerleridir. Formüllerden de anlaşılacağı üzere, doğru pozitif ve doğru negatif değerlerinin yüksek olması, yanlış pozitif ve yanlış negatif değerlerinin ise düşük olması uygulanan metodun başarısını gösterir [31].

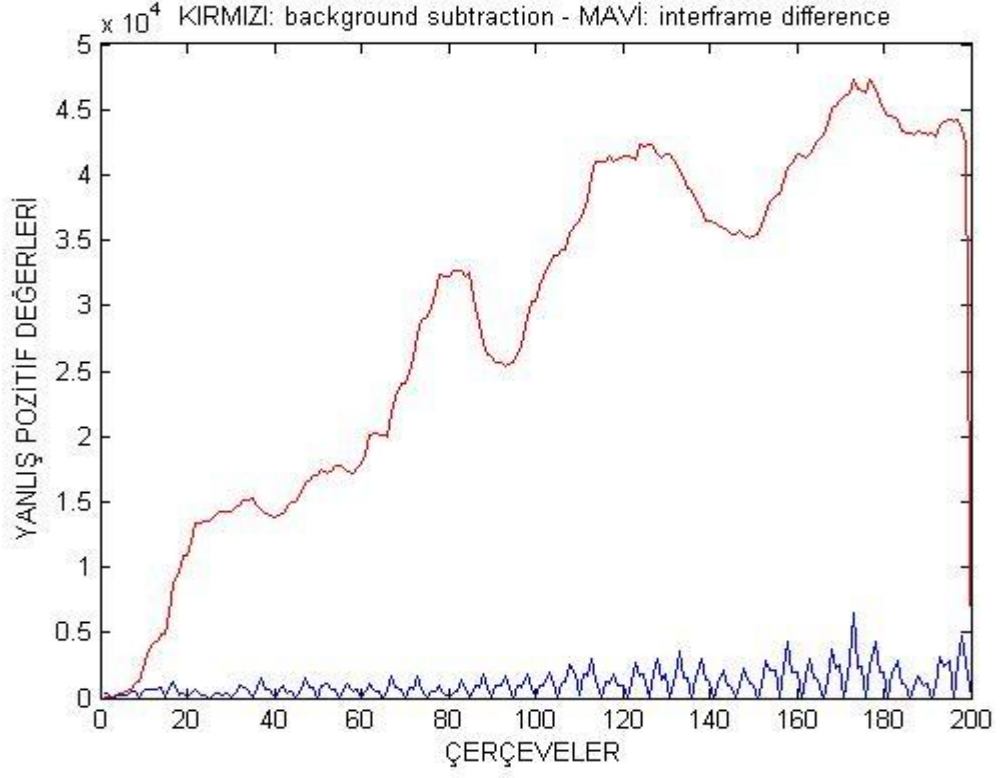
Aşağıda background subtraction ile interframe difference metotlarının her ikisi için de doğru pozitif (Şekil 4.1), doğru negatif (Şekil 4.2), yanlış pozitif (Şekil 4.3), yanlış negatif (Şekil 4.4) değerlerini içeren grafikleri verilmiştir. Kırmızı çizgiler background subtraction metodu uygulandığında, mavi çizgiler ise interframe difference metodu uygulandığında elde edilen verilerdir.



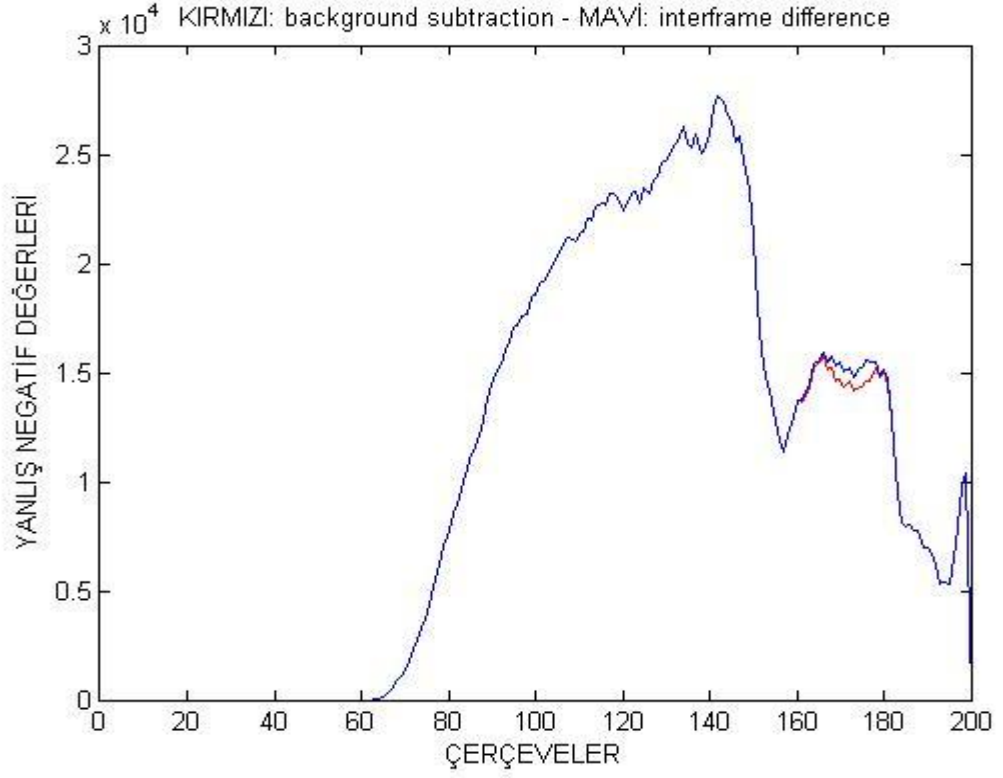
Şekil 4.1 Doğru Pozitif değerleri karşılaştırması.



Şekil 4.2 Doğru Negatif değerleri karşılaştırması.



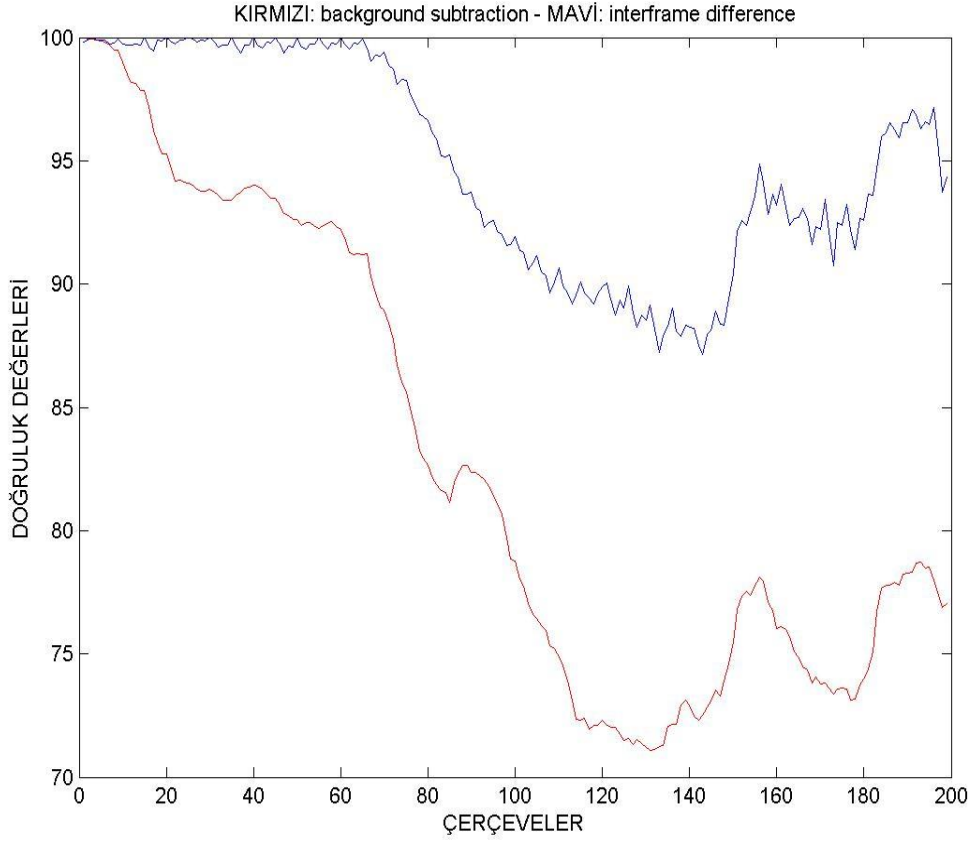
Şekil 4.3 Yanlış Pozitif değerleri karşılaştırması.



Şekil 4.4 Yanlış Negatif değerleri karşılaştırması.

Doğru pozitif ile yanlış negatif değerlerine bakıldığında, background subtraction metodunun hassasiyetinin daha fazla olduğu gör÷lür. Doğru negatif ile yanlış pozitif değerlerine bakıldığında ise interframe difference metodunun özgülüğünün daha fazla olduğu sonucuna varılır.

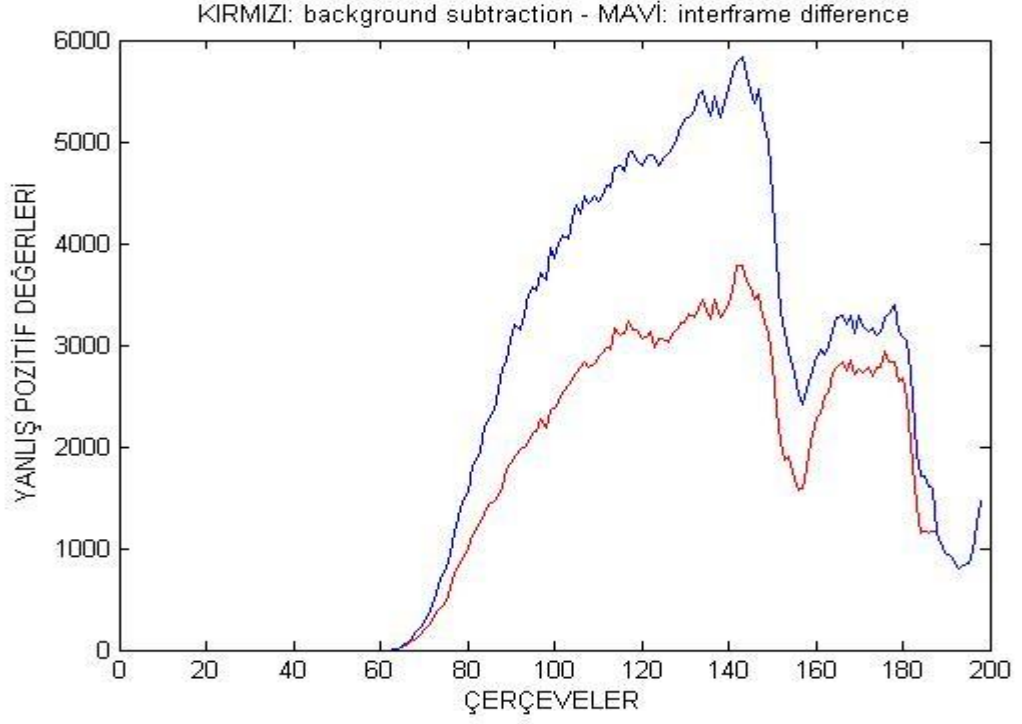
Bulunan bu değerler sonrasında her iki metot için de doğruluk yüzdeleri karşılaştırması ise Şekil 4.5'tedir.



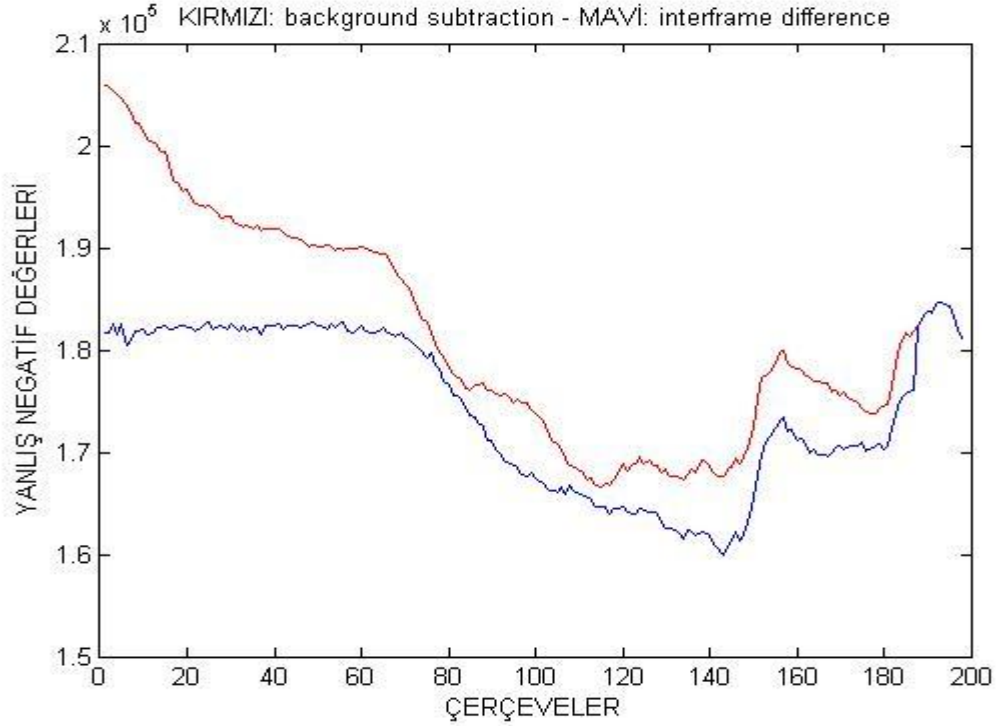
Şekil 4.5 Doğruluk değerleri karşılaştırması.

Bu grafiğe göre, interframe difference metodunun doğruluk yüzdeleri background subtraction metoduna göre daha yüksektir.

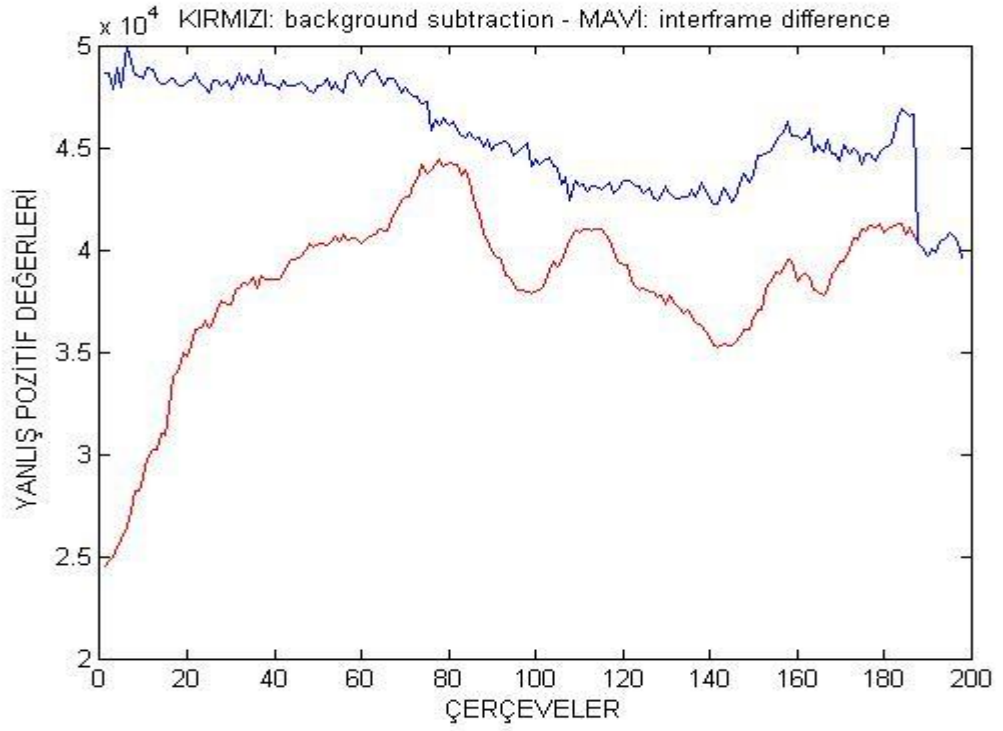
Videodan çekilen çerçevelere %10 Gauss gürültüsü eklenip çerçevenin netliğini azaltan gürültülü ortamlarda kullanılan yöntemlerin nasıl sonuç verdiği izlendi. Elde edilen doğru pozitif (Şekil 4.6), doğru negatif (Şekil 4.7), yanlış pozitif (Şekil 4.8), yanlış negatif (Şekil 4.9) değerlerini içeren grafikler verilmiştir.



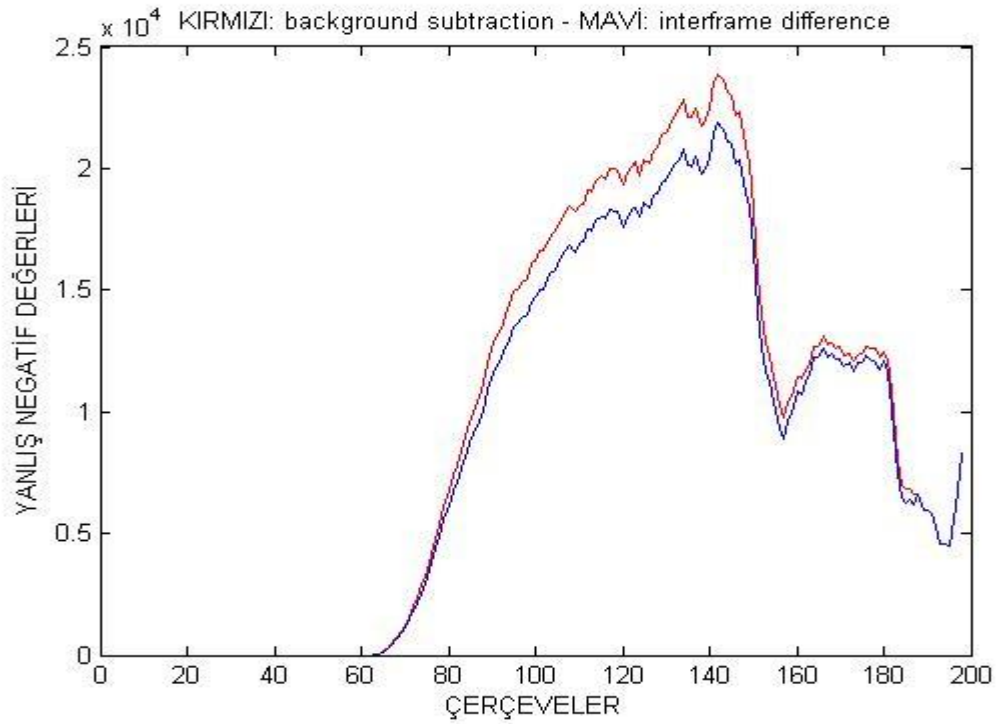
Şekil 4.6 Doğru Pozitif değerleri karşılaştırması.



Şekil 4.7 Doğru Negatif değerleri karşılaştırması.



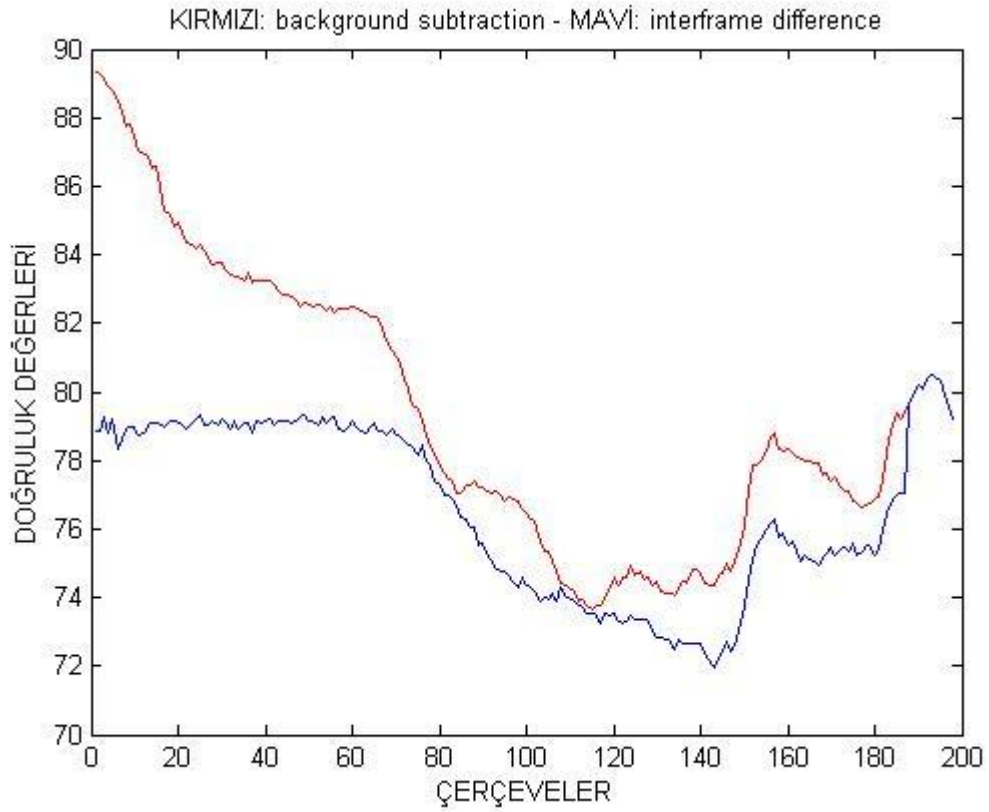
Şekil 4.8 Yanlış Pozitif değerleri karşılaştırması.



Şekil 4.9 Yanlış Negatif değerleri karşılaştırması.

Bu grafiklere göre, çerçvelere gauss gürültüsü eklendiğinde interframe difference metodunun hassasiyetinin daha fazla, background subtraction metodunun ise özgüllüğünün daha fazla olduğu sonucuna varılır.

Gürültü eklenmiş resimlere uygulanan her iki metot için de doğruluk yüzdeleri karşılaştırıldığında elde edilen sonuç Şekil 4.10' dadır.



Şekil 4.10 Gürültü eklendikten sonra doğruluk değerleri karşılaştırması.

Bu grafiğe göre, gürültülü ortamda her zaman background subtraction metodunun doğruluk yüzdesinin daha yüksek olduğu gözlemlenir.

Sonuç olarak gürültülü ve gürültüsüz ortamların her ikisi için de background subtraction ve interframe difference metotları karşılaştırılacak olursa, background subtraction metodu hassasiyeti daha fazla sonuçlar verirken interframe difference metodu özgüllüğü daha fazla sonuçlar verildiği kanısına varılır.

Sonuç

İnternet aracılığı ile bulunan bir videodan kameranın durağan olduğu 9 saniyelik kısmı input olarak alınmıştır. Bu videodan 200 ereve çekilmiştir. Bu çerçevelere background subtraction ve interframe difference metodu uygulandığında interframe difference metodunun daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. erevelere %10 gauss gürültüsü eklenip metotlar test edildiğinde ise gürültülü ortamlarda background subtraction metodunun uygulanması daha iyi sonuçlar elde edilmesine imkan sağladığı gözlemlenmiştir. Ancak bu iki yöntem de %100 doğruluk oranına sahip değildir.

Kaynaklar

- [1] Sebahattin Öztürk. Adresin adı: <http://www.antalya.gov.tr/detay/2512/il-yazi-isleri-mudurlugu-suda-bogulma-olaylari-genelgesi.html>. Son erişim tarihi: 07.04.2015a.
- [2] World Health Organization. "Drowning". Adresin adı: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs347/en/index.html>. Son erişim tarihi: 28.08.2014b.
- [3] Fidan, A., Demiralp, S. 1994. "Suda Boğulmalar", ANKARA TIP MECMUASI (THE JOURNAL OF THE FACULTY OF MEDICINE), 47, 555-566.
- [4] Collins, R, Lipton, A, Kanade, T. 2000. "Introduction to the Special Section on Video Surveillance".
- [5] Ekinci, M, Gedikli, E. 2005. "Silhouette based human motion detection and analysis for real time automated video surveillance".
- [6] Buğday, A. 2010. "Gerçek zamanlı videolarda ön plan ve arka plan ayrımı".
- [7] Lu W., Tan Y. P. 2004. "A vision-based approach to early detection of drowning incidents in swimming pools", IEEE Trans. CircuitSyst. Video Technol., 14, 159 -178.
- [8] Elgammal, A, Harwood, D, Davis, L. 1999. "Non-parametric Model for Background Subtraction".
- [9] Kim K., Chalidabhongse T. H., Harwood D., Davis L., 2005." Real-time foreground-background segmentation using codebook model".
- [10] Benezeth, Y, Jodoin, P, Emile, B, Laurent, H, Rosenberger, C. 2012. "Comparative study of background subtraction algorithms".
- [11] World Health Organization. "World Drowning Report". Adresin adı: <http://www.ilsf.org/sites/ilsf.org/files/filefield/world-drowning-report-final-sept-27-2007.pdf>. Son erişim tarihi: 28.08.2014.

- [12] Mehmet Işık. Adresin adı: <http://www.cekenakinti.org/documents/AkademikMakaleMehmetIsik.pdf>. Son erişim tarihi: 07.04.2015.
- [13] Turgut A., T. Turgut. 2013. "A population-based study on deaths by drowning incidents in Turkey". *Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 21,1, 2–7.
- [14] Bierens, J.L.M. 2006. "Handbook on Drowning: Prevention, Rescue, Treatment". Heidelberg: Springer.
- [15] Buys, K, Cagniard, C, Baksheev,A, Laet T, Schutter, J, Pantofaru C. 2013. "An adaptable system for RGB-D based human body detection and pose estimation".
- [16] Karasulu B.,Korukoğlu S., 2011. "Moving object detection and tracking by using annealed background subtraction method in videos: Performance optimization".
- [17] Fei F., Wen-lu H., Ze Z., 2013."Underwater moving object detection based on Codebook Model".
- [18] How-Lung, E., T. Kar-Ann, Wei-Yun, Y., Junxian W. 2008. "DEWS: A Live Visual Surveillance System for Early Drowning" .
- [19] Yıldız, N. 2010. "Görüntü işlemenin dünü, bugünü ve geleceği". Adresin adı : http://www.emo.org.tr/ekler/a9604e461daae88_ek.pdf?dergi=625. Son erişim tarihi: 12.05.2015.
- [20] Kusetoğulları, H. 2007. "Real time detection and tracking of vehicles for speed measurement and license plate detection".
- [21] Coste Arthur. Adresin adı: http://www.sci.utah.edu/~acoste/uou/Image/project1/Arthur_COSTE_Project_1_report.html#Thresholding. Son erişim tarihi: 22.03.2015.
- [22] Çelik, E. 2011. "Görüntü işlemeye dayalı avuç içi izinin yapay sinir ağı ile tanınması".
- [23] Ergezer, H. 2007. "Visual detection and tracking of moving objects".
- [24] Ogale, N. "A survey of techniques for human detection from video".
- [25] Jain, J, Jain, A. 1981."Displacement Measurement and Its Application in Interframe Image Coding".
- [26] Yeo, B, Liu, B. 1995. "Rapid Scene Analysis on Compressed Video".

- [27] Velastin, S, Yin, J, Davies, A, Vicencio-Silva, M, Allsop, R, Penn, A. "Analysis of crowd movements and densities in built up environments using image processing."
- [28] Kim, C, Hwang, J. 2002. "Fast and Automatic Video Object Segmentation and Tracking for Content-Based Applications".
- [29] Gubbi, J, Marusic, S, Palaniswami, M. 2009. "Smoke detection in video using wavelets and support vector machines".
- [30] Tom Goom. Adresin adı: <http://www.running-physio.com/meniscus1>. Son erişim tarihi: 05.05.2015.
- [31] Koç, E. 2013. "Yöntem ve uygulama açısından klinik karar destek sistemleri".