

Improvement of Moving Object Detection by Pattern Recognition Methods

Emrah ŞİMŞEK^{*1}, Gülşah Tümüklü ÖZYER², Barış ÖZYER²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Rize, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

Keywords:

Moving Object
Detection,
Random Forest,
LPB,
Background
Subtraction,
Frame Difference

Abstract

Background subtraction and frame difference methods are widely used in moving object detection studies. When these two methods are applied, there are two main difficulties such as the moving background and the light intensity change. In order to solve these difficulties, histogram equalization, thresholding, image blurring are applied in the literature. In our study, these difficulties were tried to be solved by determining the background motion or light intensity change in sequence images by pattern classification method. In our study, firstly moving objects are detected by Running Gaussian Average and frame difference methods. Then these outputs are classified as error-free, moving background or light intensity change. Histogram equalization is used in images for light intensity changes, Mixtures of Gaussians and median filter are used in images for moving background. Local Binary Pattern (LBP) features and random forest classification algorithms were used to classify the images. In the applications we performed on the camera-trap data set, the success of object detection has improved by 11% -16%.

Hareketli Nesne Tespitinin Örüntü Tanıma Yöntemleri ile İyileştirilmesi

Anahtar Kelimeler:

Hareketli Nesne
Tespiti,
Rastgele Orman,
LPB,
Arka Plan Çıkarma,
Çerçeve Farkı

Özet

Arka plan çıkarma ve çerçeve farkı yöntemleri hareketli nesne tespiti çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu iki yöntem uygulanırken arka planın hareketli olması ve ışık şiddeti değişimi gibi iki temel zorluk ile karşılaşmaktadır. Literatürde bu zorlukların çözümü için histogram eşitleme, eşikleme, görüntü bulanıklaştırma gibi işlemler uygulanmaktadır. Çalışmamızda örüntü tanıma yöntemi ile ardışık görüntülerdeki arka plandaki hareketi veya ışık şiddeti değişimini tespit ederek bu zorluklar çözülmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda öncelikle Değişen Gauss Ortalama ve çerçeve farkı yöntemi ile hareketli nesnelere olduğu çıktılar elde edilmektedir. Devamında elde edilen bu çıktılar uygun, arka plan hareketi veya ışık şiddeti değişimi olarak sınıflandırılmaktadır. Işık şiddeti değişimi olan görüntülerde histogram eşitleme, arka plan hareketi olan görüntülerde Gaussların Karışımı ve medyan filtre uygulanarak elde edilen sonuçlar iyileştirilmektedir. Görüntülerin sınıflandırılmasında Yerel İkili Örüntü (YİÖ) özneliği ile rastgele orman sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Foto kapan veri seti üzerinde yaptığımız uygulamalarda hareketli nesne tespiti başarısı %11-%16 oranlarında iyileştirilmiştir.

1 GİRİŞ

Hareketli nesne tespiti, ardışık video görüntülerinde sabit olmayan bölgelerin tespit edilmesi işlemidir [1]. Temel amaç hareketli ön plan hedeflerinin tespit edilmesi ve takip edilmesidir [2]. Video izleme, güvenlik, video sıkıştırma, otomatik hedef tespit ve takibi, aktivite tanıma gibi yaygın kullanım alanlarına sahip olmasından dolayı bilgisayarlı görme alanında önemli bir yere sahiptir. Literatürde bu amaçla arka plan çıkarma, optik akış, çerçeve farkı ve geçici farklar olmak üzere 4 temel yöntem kullanılmaktadır [3].

*e-Posta: emrah.simsek@erdogan.edu.tr

Arka plan çıkarma yöntemi, sabit kameralardan elde edilen görüntülerde hareketli nesnelere tespit etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler kullanılarak ardışık görüntüler kullanılarak etkili bir arka plan modelinin elde edilmesi ve her yeni görüntüde güncellenmesi amaçlanmaktadır. Arka plan çıkarma, hareketli nesnenin tespit ve takip edilmesi için en güvenilir yöntemlerden biridir [2]. Bu arka plan çıkarma yöntemlerinin performansı ışık şiddeti değişimine ve arka plan hareketi nedeniyle azalmaktadır [4].

Çerçeve farkı yönteminde, ardışık iki görüntü arasındaki farkın elde edilmesi ile hareketli nesne tespit edilmektedir. Geleneksel yaklaşım, referans görüntüsü olan arka plan modelinden, nesne içeren görüntülerin çıkarılarak hareketli nesnenin tespit edilmesi amaçlanmaktadır [2].

Optik akış tabanlı hareket bölütlemesi, bir görüntü akışındaki hareketli bölgeleri tespit etmek için zaman içinde hareketli nesnelerin akış vektörlerinin özelliklerinin kullanıldığı yöntemdir. Geçici farklar ise, hareketli bölgeleri çıkarmak için görüntü dizisindeki iki veya üç ardışık kare arasındaki piksel bazındaki farklılıkların kullanıldığı yöntemdir [3].

Hareketli nesne tespitinde kullanılan yöntemler ışık şiddeti değişimi ve arka plan hareketinden oldukça fazla etkilenmektedir. Literatürdeki bazı yöntemler bu zorluklara karşı kısmen dayanıklılık göstermektedir. Örneğin gaussların karışımı yöntemi hızlı ışık şiddeti geçişlerinde faydalı olmaktadır [4]. Arka plana ait komşu blokların benzer farklılıklar göstermesi gerektiği ifade edilen Görüntü Çeşitlerinin Eş Oluşumu yöntemi [2], arka plan hareketine ve ışık şiddeti değişimine kısmen dayanıklılık göstermektedir. Ancak bu yöntemler arka plan hareketi ve ışık şiddeti problemlerine sınırlı bir çözüm sunmaktadır ve her yöntemde probleme özgü parametre kullanılması gerekebilmektedir.

Bu çalışmada foto-kapan görüntülerinde arka plan çıkarma ve çerçeve farkı yöntemleri ile hareketli nesne tespitinde karşılaşılan arka plan hareketi ve ışık şiddeti değişimini tespit etmek amacıyla sınıflandırma tabanlı yeni bir sistem önerilmiştir. Çalışmamızda öncelikle değişen gauss ortalama ve çerçeve farkı yöntemi uygulandığında elde edilen sonuç uygun, arka plan hareketi veya ışık şiddeti değişimi olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır. Işık şiddeti değişimi olan görüntülerde histogram eşitleme, arka plan hareketi olan görüntülerde farklı arka plan çıkarma yöntemi ve medyan filtre uygulanmıştır. Elde edilen çıktı uygun olarak sınıflandırıldığında ise hareketli nesne tespitindeki sonraki aşama olan hareketli nesnenin konumunun belirlenmesi işlemine geçilmiştir. Görüntülerin sınıflandırılmasında Yerel İkili Örüntü (YİÖ) öznelikleri ile rastgele orman örüntü tanıma algoritması kullanılmıştır. Çalışmanın 2. Bölümünde kullanılan veri seti ve yöntemler açıklanmış, 3. bölümünde çalışmadan elde edilen bulgular ifade edilmiş, 4. Bölümde ise sonuçlar tartışılmıştır.

2 MATERYAL VE METOD

2.1 Veri Seti

Foto-kapanlar, hareket ile tetiklendikten sonra hareket devam ettiği sürece belirli bir frekansta görüntü kaydetmektedir. Çalışmamızda doğal ortamında hayvan türlerini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada [6] foto-kapanlar kullanılarak elde edilmiş Şekil 1'de örnek görüntüleri bulunan bir veri seti kullanılmıştır. Bu veri setinde 100 farklı tetikleme için 1276 görüntü bulunmaktadır. Veri setindeki 947 görüntüde hareketli nesne bulunmaktadır, 329 görüntüde ise hareketli nesne bulunmamaktadır. Veri seti üzerinde hareketli nesne tespiti için önerilen değişen gauss ortalama, çerçeve farkı ve Otsu eşikleme yöntemlerinin uygulandığı yöntem [5] kullanılarak sonuç görüntüleri elde edilmiştir ve tarafımızca el ile seçilerek 3 gruba ayrılmıştır.

Veri setindeki görüntüler hareketli ve karmaşık arka plan ile ışık şiddeti değişimi gibi zorluklar içermektedir. Veri setinde ayrıca, nesnelerin çok sayıda ve parçalı olması, her tetiklemede az sayıda görüntü olması gibi arka plan modelinin hatalı elde edilmesine neden olan zorluklar bulunmaktadır.



Şekil 1. Örnek Foto-kapan Görüntüleri

2.2 Arka Plan Modeli Çıkarma

Arka plan çıkarma, sabit kameralardan alınan görüntülerde hareketli nesnelere tespit için yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır [2]. Yaklaşımın mantığı, aynı konumdaki piksel değerleri kullanarak belirli yöntemlerle ardışık görüntülerdeki hareketsiz veya az hareketli pikselleri tespit ederek “arka plan görüntüsü” veya “arka plan modeli” olarak adlandırılan bir referans görüntüsü elde etmektir. Bu yöntemler, arka plan modelini çerçevelerin zamansal dizisinden etkili bir şekilde tahmin etmeye çalışmaktadır [2]. Arka plan çıkarma amacıyla literatürde, Değişen Gauss Ortalaması (Running Gaussian Average), Geçici Medyan Filtre (Temporal Median Filter), Gaussların Karışımı (Mixture of Gaussians), Çekirdek Yoğunluk Tahmini (Kernel Density Estimation (KDE), Görüntü Çeşitlerinin Eş Oluşumu (Co-Occurrence of Image Variations) ve Öz Değer Arka Planı (Eigen Backgrounds) yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada en az bellek ve işlem gereksinimi olan Değişen Gauss Ortalaması ile arka plan hareketinin olduğu görüntülerde daha iyi sonuçlar üreten ancak daha fazla bellek ve işlem gereksinimi olan Gaussların Karışımı birlikte kullanılmıştır.

2.3 Çerçeve Farkı Yöntemi

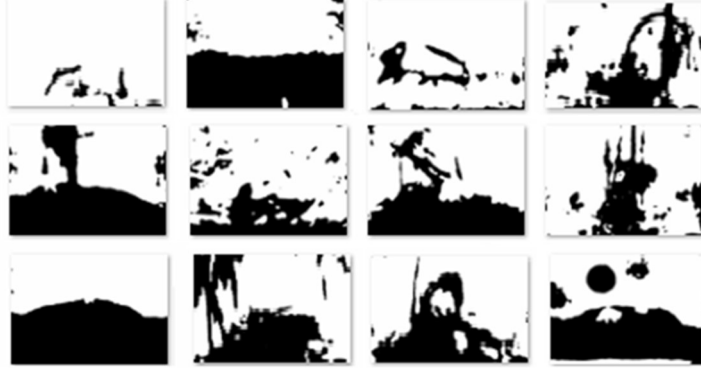
Çerçeve Farkı, ardışık iki görüntü arasındaki farkı kullanarak hareket eden nesnenin varlığını tanımlayan bir yöntemdir [8]. Çerçeve farkı yöntemi, hareketli nesne tespiti için en basit yöntemlerden biridir. Yöntemde görüntü çıkarma operatörü kullanılarak ilk görüntü karesinden ikinci görüntü karesi çıkarılmakta ve hareketli nesneyi arka plandan ayıran çıktı görüntüsü elde edilmektedir [8].

2.4 Yerel İkili Örüntü (Local Binary Pattern)

Yerel İkili Örüntü (YİÖ) görüntü içerisindeki yerel örüntüleri verimli şekilde çıkarabilen parametrik olmayan bir tanımlayıcıdır [9]. Yöntemde her piksel, komşu 8 piksel ile karşılaştırılmakta, merkez pikselden küçük olanlar 0, eşit ve küçük olanlar 1 olarak etiketlenmektedir. Etiketlenen bu komşu pikseller, merkez piksele göre sol üstten başlanmak üzere yan yana dizilerek ikili (binary) sayıya dönüştürülmekte ve merkez pikselin yeni değeri elde edilmektedir [10].

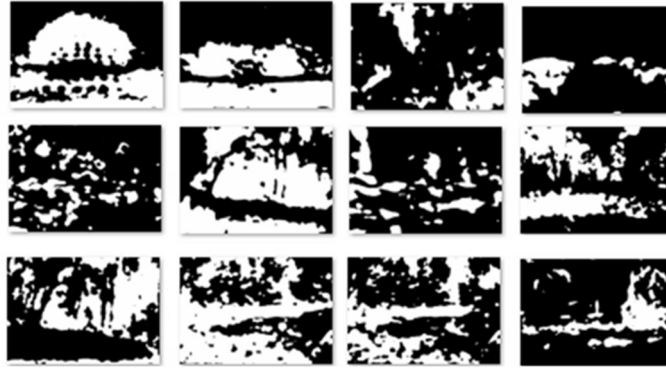
2.5 Sınıflandırma Tabanlı İyileştirme

Hareketli nesne tespitinde dinamik ve karmaşık arka plan, ışık değişimi gibi temel zorluklar bulunmaktadır [4]. Bu zorluklar arka plan modelinin hatalı olarak elde edilmesine ve dolayısıyla çerçeve farkı ile nesne tespitinde hatalı sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. Hatalı sonuçlar, kullanılan yöntemlerin zorluklara karşı dayanıklı olmamasından kaynaklanmakta olup, farklı yöntemler veya parametreler kullanılması ile düzeltilmektedir. Çalışmada kullanılan veri setinde arka plan modeli kullanılarak çerçeve farkı ile elde edilen hatalı sonuç örnekleri Şekil 1 ve Şekil 2’de, uygun sonuç örnekleri ise Şekil 3’te gösterilmektedir. Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3’te siyah pikseller arka planı, beyaz pikseller ise hareketli nesnelere temsil etmektedir.



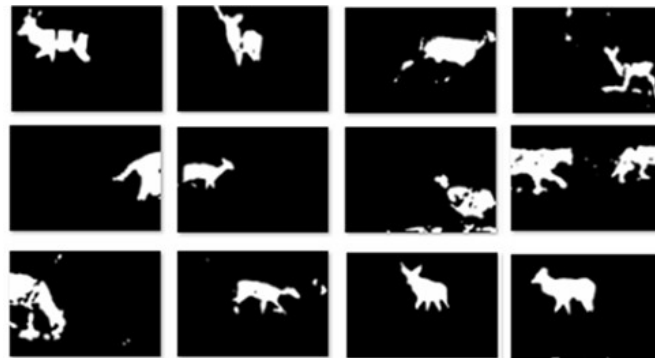
Şekil 2. Klasik Yöntemde Işık Şiddeti Değişimi Nedeniyle Hatalı Olarak Etiketlenen Sonuçlar

Hatalı sonuçlara neden olan arka plan karmaşıklığı veya arka plan hareketi problemi, daha iyi bir arka plan çıkarma yöntemi ve farklı gürültü temizleme filtreleri ile çözülebilmektedir. Görüntüler arasındaki ışık şiddeti değişiminin çözülmesi için ise histogram eşitleme kullanılmaktadır. Hatalı ve uygun olarak etiketlenen çıktı görüntülerinin benzer örüntülere veya özelliklere sahip olduğu Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'ten anlaşılabilir.



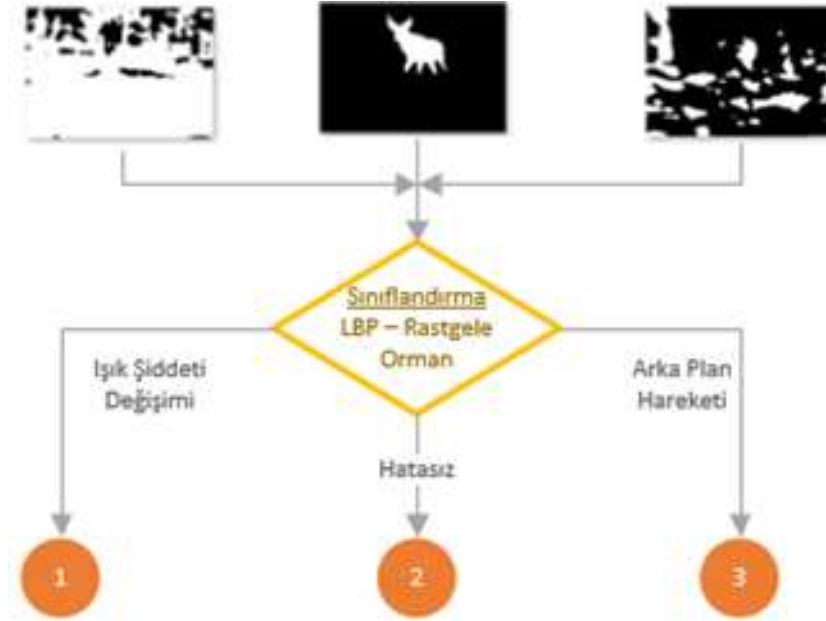
Şekil 3. Klasik Yöntemde Arka Plan Hareketi Nedeniyle Hatalı Olarak Etiketlenen Sonuçlar

Şekil 2'de gösterilen ışık şiddeti değişimi içeren görüntülerde, hareketli nesne olarak belirlenmiş beyaz piksellerin bütüncül ve büyük boyutta olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 3'te gösterilen arka plan hareketi içeren hatalı görüntülerde ise Şekil 2'ye göre kıyasla hareketli nesne olarak etiketlenen beyaz piksellerin genellikle çok sayıda, küçük parçalı ve bölgesel olduğu gözlemlenmektedir. Şekil 4'te gösterilen uygun çıktı görüntülerinde ise hareketli nesnelere net olarak anlaşılabilir.



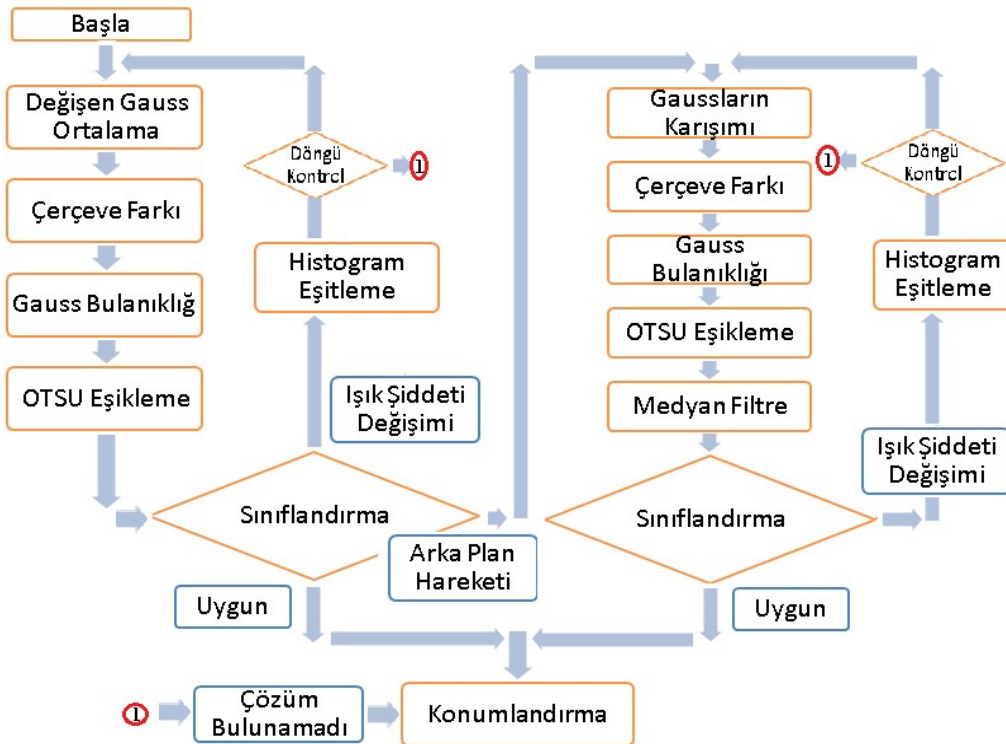
Şekil 4. Uygun Olarak Etiketlenen Sonuçlar

Bu veri setinden elde edilmiş hatalı ve uygun olarak kaydedilen 2046 çıktı görüntüsünden 1343 tanesi uygun, 401 tanesi ışık şiddeti değişimi, 299 tanesi ise arka plan hareketi olmak üzere Şekil 5'te gösterildiği üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Bu üç gruba ait görüntülerin sınıflandırılması için YİÖ(Yerel İkili Örüntü) öznelikleri ve Rastgele Orman sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. %80 eğitim ve %20 test verisi olarak kullanılan görüntülerde Rastgele Orman sınıflandırma başarısı %96,33 olarak elde edilmiştir. Rastgele orman algoritmasına ait hata matrisi Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Klasik Yönteme Ait Çıktıların Sınıflandırılması

Şekil 6'da gösterilen sistem modelinde olduğu gibi, öncelikle her tetiklemede elde edilen görüntülerde standart olarak Değişen Gauss Ortalama, Çerçeve Farkı, Gauss Bulanıklaştırma ve Otsu eşikleme uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin sonuçlarına ait çıktılar rastgele orman algoritması ile uygun, arka plan hareketi veya ışık şiddeti değişimi olarak sınıflandırılmaktadır. Arka plan hareketi olarak sınıflandırılan çıktı için, görüntülere Gaussların Karışımı ve medyan filtre, ışık şiddeti olarak sınıflandırılan çıktıda ise ön işleme olarak histogram eşitleme uygulanmaktadır. Sınıflandırma işlemi bir görüntü için en fazla 2 iterasyon uygulanmaktadır.



Şekil 6. Sistem Modeli.

Uygun olarak sınıflandırılan veya 2 iterasyonda çözüm bulunamayan çıktılar için çözüm bulunamadığı kabul edilip hareketli nesnenin görüntülerdeki konumlarının bulunması aşamasına geçilmektedir. Bu amaçla kullanılan konumlandırma yöntemi [5] olan kayan pencere ve damlacık analizi yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada hatalı sonuçlar elde edilmesine neden olan problemler önceden belirlenerek hareketli nesne tespit başarısı artırılmıştır.

Tablo 1. Rastgele Orman Sınıflandırma İşlemi Hata Matrisi

		Gerçek Sınıflar		
		Uygun	Arka Plan Hareketi	Işık Şiddeti Değişimi
Tahmin Edilen Sınıflar	Uygun	259	6	2
	Hareketli Arka Plan	3	50	2
	Işık Şiddeti Değişimi	0	2	85

3 BULGULAR

Algoritmada standart olarak kullanılan Değişen Gauss Ortalama yönteminde 0.5 parametre değeri, Gauss Bulanıklaştırmada 65 parametre değeri kullanılmıştır. Rastgele Orman algoritması için tahmin parametresi olarak 50, YİÖ özneliği için yarıçap değeri olarak 3 piksel uygulanmıştır.

Yapılan çalışmada önerilen yöntem sonuçlarına göre hatalı çıktı elde edilmesi tamamen arka plan modeli doğru oluşturulmasına bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu veri setinde üzerinde yapılan çalışmada [5] elde edilen hareketli nesne tespit sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir. Bu çalışmada ön işleme olarak histogram eşitleme, arka plan çıkarma yöntemi olarak Değişen Gauss Ortalama ve Gaussların Karışımı nesnenin görüntüdeki konumunun belirlenmesi için ise kayan pencere ve damlacık analiz yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada arka planın karmaşık, hareketli ve ani ışık değişimi bulunması nedeniyle nesne tespitinin zor olduğu ifade edilmektedir.

Tablo 2. Klasik Yöntemler ile Elde Edilmiş Sonuçlar [5]

	Kayan Pencere		Damlacık Analizi	
	Tespit	Konum Belirleme	Tespit	Konum Belirleme
Değişen Gauss Ortalama	%80,53	%55,41	%80,64	%64,14
Gaussların Karışımı	%79,31	%56,23	%79,00	%63,33

Tablo 3’te önerdiğimiz yöntem ile elde edilmiş sonuçlar gösterilmiştir. Tablo 2 ile kıyaslandığında, aynı veri setinde aynı yöntemler kullanılarak elde edilen en iyi sonuçların %11 ile %16 arasında arttırılarak %71-%75 arasında sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3. Sınıflandırma Kullanılarak İyileştirilmiş Sonuçlar

	Kayan Pencere		Damlacık Analizi	
	Tespit	Konum Belirleme	Tespit	Konum Belirleme
Sınıflandırma Tabanlı İyileştirme	%80,80	%71,01	%80,56	%75,09

Tablo 4’te görüldüğü üzere, görüntülerin %67 - %68’inde standart yöntemlerin uygulandığı, görüntülerin %26 - %27’sinde ışık şiddeti değişimi tespit edilerek histogram eşitleme uygulandığı, görüntülerin %4 - %5’inde arka plan hareketi tespit edilerek gaussların karışım ve medyan filtre uygulandığı anlaşılmaktadır. Görüntülerin yaklaşık % 1’inde ise bu yöntemler ile çözüm bulunamamıştır.

Tablo 4. İyileştirmede Kullanılan Yöntemlerin Sayısı

İşlem Numarası	Kayan Pencere		Damlacık Analizi	
	Çözüm Sayısı	Çözüm Yüzdesi (%)	Çözüm Sayısı	Çözüm Yüzdesi (%)
0	863	67,6	862	67,5
1	344	26,9	356	27,8
2	61	4,7	53	4,2

4 SONUÇLAR

Arka plan çıkarma ve çerçeve farkı yöntemleri hareketli nesne tespitinde yaygın olarak kullanılan iki yöntemdir. Arka planın karmaşık ve hareketli olması, arka plan modelinin oluşturulmasını zorlaştırmakta ve nesne tespitinin hatalı yapılmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmada bu yöntemler ile elde edilen sonuç görüntünün hatalı olup olmadığının örüntü tanıma yöntemleri ile tespit edilmesinin mümkün olduğu ve bu sayede bu görüntüye ait ön bilgiye ihtiyaç duyulmadan farklı yöntemlerin kullanılması ile cisim tespit başarısının artırılacağı anlaşılmaktadır.

Sonraki çalışmalarımızda hatalı olarak sınıflandırılan görüntüler için parametre optimizasyonu içeren çözümler önerilmesi amaçlanmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerini destekleme programı kapsamında FYL-2018-6623 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- [1] Kulchandani, J. S., & Dangarwala, K. J. (2015, January). Moving object detection: Review of recent research trends. In *Pervasive Computing (ICPC), 2015 International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- [2] Piccardi, M. (2004, October). Background subtraction techniques: a review. In *Systems, man and cybernetics, 2004 IEEE international conference on* (Vol. 4, pp. 3099-3104). IEEE.
- [3] Weiming Hu, Tieniu Tan, Liang Wang, and Steve Maybank, "A Survey on Visual Surveillance of Object Motion and Behaviors," *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics—Part C: Applications and Reviews*, vol. 34, no. 3, pp. 334-352, August 2004.
- [4] Bahadır Karasulu and Serdar Korukoglu (2013). *Performance Evaluation Software: Moving Object Detection and Tracking in Videos*.
- [5] Şimşek E., Özyer B., Özyer G. T. *Animal Detection in Camera-Trap Images*, 1. Uluslararası Teknoloji Bilimleri Ve Tasarım Sempozyumu.
- [6] Kays, R., Tilak, S., Kranstauber, B., Jansen, P. A., Carbone, C., Rowcliffe, M. J., ... & He, Z. (2010). Monitoring wild animal communities with arrays of motion sensitive camera traps. *arXiv preprint arXiv:1009.5718*.
- [7] Soharab Hossain Shaikh, Khalid Saeed and Nabendu Chaki.(2014). *Moving Object Detection Using Background Subtraction*. [Online]. Available: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-07386-6>
- [8] Jain, R., & Nagel, H. H. (1979). On the analysis of accumulative difference pictures from image sequences of real world scenes. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, (2), 206-214.
- [9] T. Ojala, M. Pietikainen, and T. Maenpaa (2002). "Multiresolution gray-scale " and rotation invariant texture classification with local binary patterns," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 24, no. 7, pp. 971–987, Jul. 2002
- [10] Huang, D., Shan, C., Ardabilian, M., Wang, Y., & Chen, L. (2011). Local binary patterns and its application to facial image analysis: a survey. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 41(6), 765-781.