


Yüzeyden Yansıyan Lazer Işınlarnın Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Tespit Edilmesi

Merve TASALI*

*Aksaray Üniversitesi,
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
mervetasali@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4878-3847>

Anahtar Sözcükler

Görüntü İşleme Teknikleri,
Nesne Takibi, Morfolojik İşlemler, Lazer.

Key Words

Image Processing Techniques, Object Tracking, Morphological Operations, Laser.

Atıf/Citation

Tasalı, M.(2022). Yüzeyden Yansıyan Lazer Işınlarnın Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Tespit Edilmesi. ISophos: Uluslararası Bilişim, Teknoloji ve Felsefe Dergisi, Cilt 5, Sayı 9, ss: 53-65.

Özet

Bu çalışmada bir yüzeyden yansıyan lazer ışınlarının görüntü işleme tekniklerinden yararlanarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Görüntü işleme; fotoğraf endüstrisi, robotik uygulamalar, gıda endüstrisi, savunma sanayi, hava gözlem ve tahmin uygulamaları ve tıp alanı gibi pek çok sektörde kendine uygulama ve gelişme alanı bulmuştur [2]. Son dönemlerde belirtilen sektörlerdeki gelişmeler, işlenecek verilerin sayısındaki artış gibi faktörler sayesinde görüntü işleme tekniklerinin de gelişmesini beraberinde getirmiştir. Görüntü işleme tekniklerindeki gelişmeler; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay sinir ağları gibi yan alanların da görüntü işleme işlemlerine dahil edilmesini gerekli kılmıştır. Yüz tanıma algoritmaları, sürücüsüz araçlar gibi uygulamalar makine öğrenmesi destekli görüntü işleme tekniklerine verilebilecek bazı örneklerdendir. Askeri alanda çok önemli bir konu olan nesne takibi uygulamaları ise yapay zekâ uygulamaları ile güçlendirilmektedir [1]. Bu çalışma kapsamında; hedeften yansıyan lazer ışınlarının tespit edilmesi amacıyla çeşitli morfolojik işlemler, nesne tespit ve takip yöntemleri denenmiştir. Denemelerin sonucunda tespit için en uygun yöntemler belirlenmiş ve detayları ile aktarılmıştır. Bu çalışma, hareketli bir hedeften yansıyan lazer ışınlarını tespit ederek hedef takibi yapan sistem üzerinde test edilmiştir. Test sisteminde; hedefi lazer ışını ile işaretleyen bir işaretleme birimi, lazer ışını ile işaretlenmiş hedefi takip eden arayıcı birimi ve hedeften yansıyan lazer ışınlarını görüntü işleme algoritmaları ile algılayan algılayıcı birim olmak üç birim bulunmaktadır.

Abstract

Detection of Surface Reflected Laser Beams Using Image Processing Techniques

The aim at this study is to detect laser beams reflected from a surface by using image processing techniques. Image processing has found application and development areas in many sectors such as photography industry, robotic applications, food industry, defense industry, weather observation and forecasting applications and medicine [2]. In recent years, the developments in the sectors mentioned has brought the development of image processing techniques over thanks to factors such as the increase in the number of data to be processed. Developments in image processing techniques; machine learning, deep learning and artificial neural

networks, such as side areas have also required to be included in image processing. Applications such as face recognition algorithms and autonomous cars are some examples of machine learning assisted image processing techniques. Object tracking applications, which is a very important issue in the military field, are strengthened by artificial intelligence applications [1]. In the scope of this study; various morphological processes, object detection and tracking methods have been tried in order to detect the laser beams reflected from the target. As a result of the tests, the most suitable methods for detection were determined and explained in detail. This study was tested on a target tracking system by detecting laser beams reflected from a moving target. In the test system; There are three units: a marking unit that marks the target with a laser beam, a seeker unit that follows the target marked with a laser beam, and a sensor unit that detects the laser beams reflected from the target with image processing algorithms.

1. Giriş

Dijital görüntü işleme, sensörlerden gelen sayısal görüntülerin bir bilgisayar aracılığı ile işlenmesini ifade eder. İnsan gözü, elektromanyetik spektrumun yalnızca görünür bölgesini algılayabilirken; insan gözünün algılayamadığı kaynaklar tarafından oluşturulan görüntüleri algılayabilir olan görüntüleme sistemleri, neredeyse tüm elektromanyetik spektrumu algılayabilir yapıdadır. Bu sebeple; dijital görüntü işleme, ultrason ve elektron mikroskobu tarafından oluşturulan görüntüler gibi geniş ve çeşitli uygulama alanlarını kapsar. Görüntülerin elde edilmesinde CCD kameralar, kızılötesi kameralar, ultrason cihazları, X-ray, manyetik rezonans görüntüleme araçları ve uydu gibi kaynaklar kullanılabilir [5, 7].

1.1. Görüntü İşlemenin Temel Kavramları

Piksel: Dijital görüntüler, her biri iki boyutlu dizi elemanından oluşan yapılardır. Bu iki boyutlu dizi elemanları 'piksel' olarak ifade edilir [3, 4].

Sayısal görüntü: Matematiksel bir $f(x,y)$ fonksiyonu ile ifade edilen pikseller ve her (x,y) koordinatındaki piksellerin değeri, görüntünün o noktadaki aydınlanmasına eşit olan, iki boyutlu fonksiyonlara denir. Sayısal görüntüler, nesnelere yansıyan ışınların bir algılayıcı ile algılanarak sayısal sinyal haline dönüştürülmesi sayesinde oluşur [3]. Bir sayısal görüntüye ait pikseller; $m \times n$ boyutunda bir matriste tutulur. Gri tonlu bir görüntüde; her bir piksel 0'dan 255'e kadar değer alabilen 256 farklı gri ton değerinden birini tutar. Siyah renge karşılık 0 değeri, beyaz renge karşılık 255 değeri tutulurken, aralıkta kalan diğer renkler grinin tonlarını oluşturur. Renkli görüntüler ise; kırmızı-yeşil-mavi (RGB) temel renk tonlarının birleşmesi ile oluşan görüntülerdir. Renkli bir resmin pikselleri kırmızı, yeşil ve mavinin gri seviyelerinden oluşan üç ayrı renk kanalına bölünür [3].

RGB renk uzayı: Kartezyen koordinat sistemi tabanlı bu renk uzayında her renk kırmızı, yeşil ve mavi renklerin birleşimi ile gösterilmektedir. Burada her piksel kırmızı, yeşil ve mavi renklerinin belirli oranda karışması ile oluşmuş renk kodunu tutmaktadır [3, 5].

HSV renk uzayı: İnsan görüşüne en yakın renk uzayı olması sebebiyle görüntü işleme uygulamalarında RGB renk uzayına göre daha çok tercih edilen bir renk uzayıdır. H (hue); rengi, S (saturation); doygunluğu, V (value); parlaklığı ifade eder. Renk değeri, 0-360° arasında değerler olarak renk çeşidine ve tonuna göre diğer renklerden ayrılır. Doymuluk, 0-100% arasında değerler olarak bir rengin diğer renklerle arasındaki canlılık farkını belirler. Parlaklık, 0-100% arasında değerler olarak açık bir rengin koyu bir renkten ayrılmasını belirleyen beyaz renk oranını belirler [3, 5].

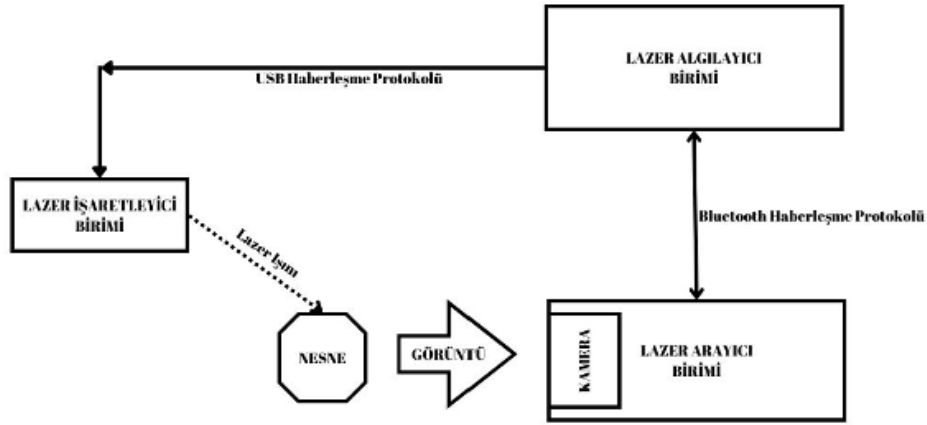
1.2. Sistemin Çalışması

Bu çalışmada; bir İşaretleyici Birimi aracılığı ile hedef aydınlatılır. Hedeften yansıyan ışınlar, nesne tespit ve izleme işlemleri için Arayıcı Birim üzerinde bulunan ve bakış açısı x ve y koordinat eksenlerinde ayarlanabilir olan bir IP kamera tarafından taranır ve tarama

sonuçları Algılayıcı Birime gönderilerek lazer ışığının ve hedefin anlamlandırılması işlemleri gerçekleştirilir. Algılayıcı Birim tarafından görüntü işleme teknikleri kullanılarak tespit edilen lazer ışınının koordinat bilgileri, hedefin takibinin yapılabilmesi amacıyla Arayıcı Birime gönderilir. Arayıcı Birim, tespit edilen lazer ışınına kamera görüntüsünün merkezinde tutacak şekilde, gönderilen koordinat bilgilerini kullanarak takip işlemlerini gerçekleştirir.

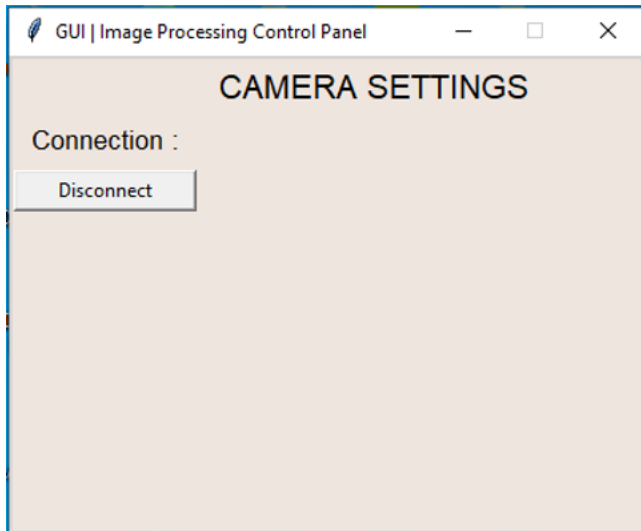
Hareketli hedeflerin, Arayıcı ve Algılayıcı Birimler tarafından tespit edilebilir olması için üzerlerinden yansıyan elektromanyetik enerjinin varlığı önem arz etmektedir. Bu çalışmada, varlığından yararlanılacak olan elektromanyetik enerji ise hareketli bir hedefin lazer ışını ile aydınlatılması sonucu yansıtılmış olduğu lazer spot ışınlarıdır. Şekil 1.1'de sistemin blok şeması görülmektedir.

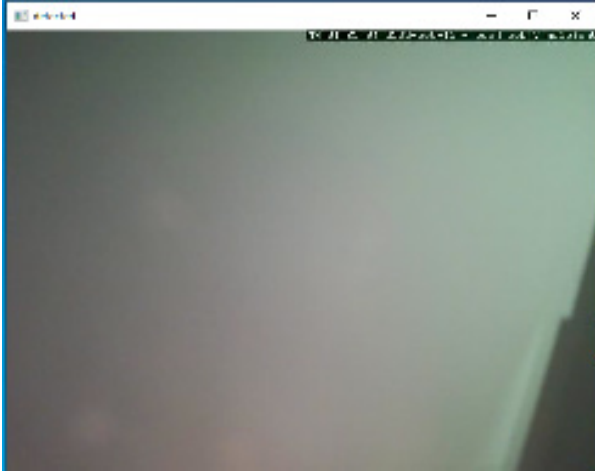
Şekil 1.1. Sisteme ait blok diyagramı



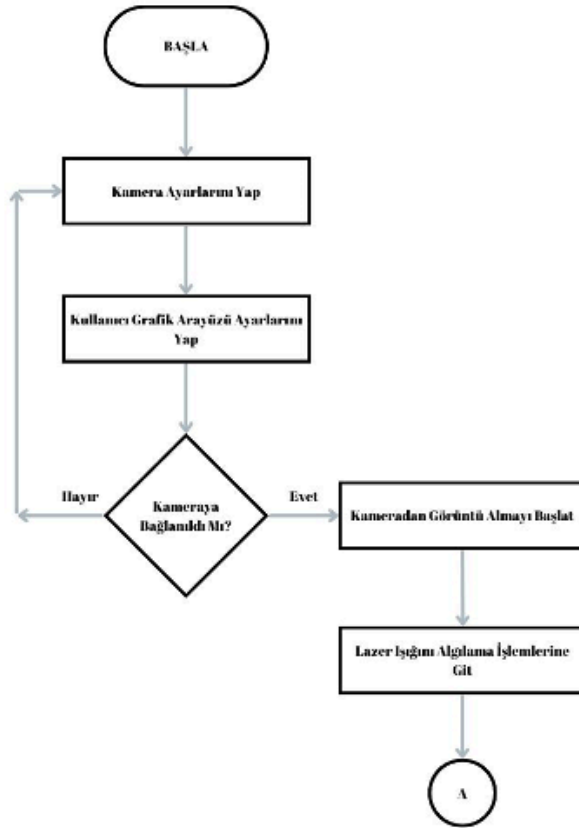
Sistemin lazer spot ışığını anlamlandırmaya başlayabilmesi için Visual Studio Code editörü üzerinde Python programlama dili ve Tkinter kütüphanesi kullanılarak GUI| Image Processing Control Panel isimli bir arayüz tasarlanmıştır. Tasarlanan arayüzden "Connect to Cam" butonuna bir kez basılarak kameranın aktif edilmesi gerekmektedir. Kameraya bağlandıktan sonra arayüz üzerindeki buton yazısı "Disconnect" olarak değişecek ve "Detected" isimli hedef takip ekranı açılacaktır.

Şekil 1.2. Kamera bağlandı



Şekil 1.3. “Detected” penceresine ait görsel

Kameradan görüntü alma algoritmasına ait akış diyagramı Şekil 1.4’te gösterilmiştir.

Şekil 1.4. Kameradan görüntü alma algoritmasına ait akış diyagramı

Kameradan görüntülerin alınması aşamasında; Huawei marka P20 Lite serisi cep telefonu kamerasından yararlanılmıştır. Cep telefonu kamerasına, Google Play mağazası üzerinden indirilebilir olan DroidCam uygulaması aracılığı ile IP kamera özelliği kazandırılmıştır. IP kamera özelliği kazanan cep telefonu kamerasından görüntüler, GUI| Image Processing

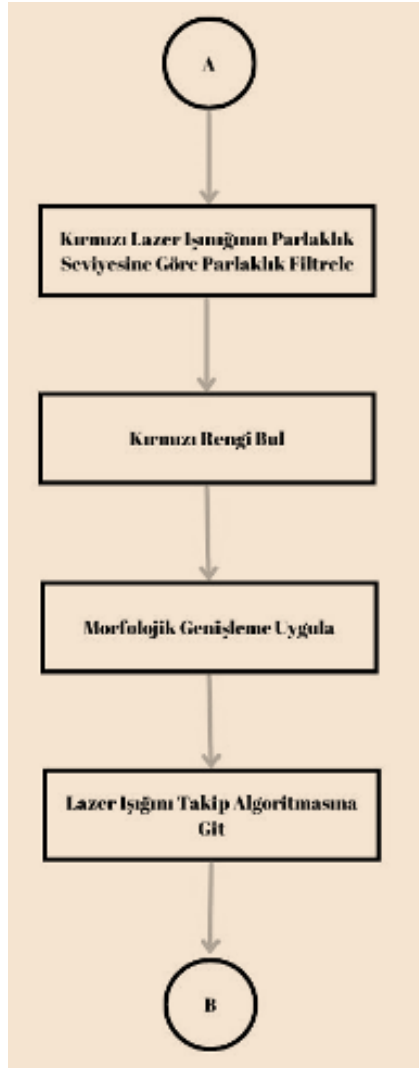
Control Panel arayüzü aracılığı ile toplanmaktadır.

Kameradan görüntülerin alınması işleminin başlatılması ile birlikte Python programlama dili ve OpenCV kütüphanesi kullanılarak yazılan lazer ışığının tespitini yapacak olan görüntü işleme algoritmaları devreye girer. Böylece ileriki aşamalarda nesne izleme amacıyla kullanılacak olan lazer izleme aşamasında kullanılacak verileri hazırlar.

Bu çalışma kapsamında hedef işaretlemesinde, kırmızı renkli lazer kullanılmıştır. Geliştirilen lazer ışığı tespit algoritması ile lazer ışığının sahip olduğu kırmızı renginin bulunması amaçlanmıştır. Bu amaçla, renk temelli tespit uygulamalarında RGB renk uzayına göre daha çok tercih edilen ve renkleri içinde bulundurduğu kırmızı, yeşil ve mavinin tonlarına göre değil; renk tonu, doygunluk ve parlaklık değerlerine göre belirten HSV renk uzayından faydalanılmıştır.

Lazer Algılayıcı Birimi'ne ait kırmızı lazer ışığının tespiti algoritmasının kararlı çalışması için önce bu kırmızı rengin H, S ve V değerlerinin daha önceden belirlenmiş ve algoritma tarafından bilinir olması gerekmektedir. Bu amaçla lazer ışığı tespit algoritmasından bağımsız çalışacak ve sadece ilgili değerleri bulmak amacıyla kullanılacak, bir rengin HSV renk değerlerini kullanıcının tespit etmesini sağlayacak bir 'HSV renk bulma algoritması' geliştirilmiştir. HSV uygulaması ile renk değerleri bulunan kırmızı lazer ışığının görüntü işleme teknikleri ile tespit edilmesi algoritmasına ait akış diyagramı Şekil 1.5'te verilmiştir.

Şekil 1.5. Lazer ışığının tespiti algoritmasına ait akış diyagramı



Kırmızı lazer ışınlarının kamera görüntüleri incelendiğinde; kenarları kırmızı ortalara doğru beyaz bir nokta şeklinde yakalandığı görülür. Işık yoğunluğu sebebiyle doyuma ulaşan kamera, yakaladığı bu görüntüyü en yüksek parlaklık seviyesi olan beyaz (255 değeri) renk ile gösterebilmektedir. Bu çalışmada bu özellikten yararlanarak kamera tarafından yakalanan görüntüler; bir önceki adımda HSV renk bulma algoritması ile bulunan parlaklık değerine göre filtrelendir. Bu değer altındaki parlaklık seviyeleri en düşük seviye olan siyaha (0 değeri) filtrelenirken, eşit ve üzerinde olan değerler olduğu gibi korunur. Bu durumun matematiksel ifadesi eşitlik (1.1.)'de gösterilmiştir.

$$g(x, y) = \begin{cases} \text{Parlaklığı koru, } H \geq H_{\text{kırmızı}} \\ \text{Filtrele, } H \leq H_{\text{kırmızı}} \end{cases} \quad (1.1.)$$

Parlaklık filtrelemesi adımından sonra belirlenen HSV renk koduna göre kırmızı renk filtrelemesi işlemleri gerçekleştirilir. Kırmızı renk filtrelemesine ait matematiksel ifade eşitlik (1.2)'de gösterilmiştir.

$$g(x, y) = \begin{cases} \text{Kırmızı, } (H, S, V)_{\min} \leq (H, S, V) \leq (H, S, V)_{\max} \\ \text{Kırmızı değil, } \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (1.2.)$$

Son adımda ise; bulunan kırmızı lazer ışığı noktasına ait görüntüye, morfolojik genişletme işlemi uygulanarak lazer noktasının kusurları giderilmeye çalışılmıştır. Matematiksel morfoloji; görüntülerin şekil ve yapıları ile ilgilenir. Görüntülerdeki sınırların (borders) ve iskelet (skeleton) yapılarının bulunması, gürültü giderme, bölütleme, süzgeçleme, inceltme, budama vb. işlemlerin yapılabilmesi için gerekli bir işlem adımdır. Bir görüntüye morfolojik işlemlerin uygulanabilmesi için görüntü önce ikili (binary) görüntüye çevrilmelidir [3, 6, 8].

Morfolojik işlemlerde iki temel yöntem bulunmaktadır. Bunlar; genişletme (dilation) ve aşındırma (erosion) yöntemleridir. Açma (opening), kapama (closing), sınır çıkarma (boundary extraction), bölge doldurma (region filling), birleşik elemanların çıkarımı (extraction of connected components), inceltme (thinning), kalınlaştırma (thickening) ve iskelet çıkarma (skeletonisation) işlemleri olarak bilinen diğer işlemler bu temel yöntemlerden referans alırlar [3, 6, 8].

Morfolojik işlemlerde; işlemin şeklini belirleyecek olan yapı elemanının, görüntü üzerinde kaydırılması sonucu ortaya çıkan bazı durumlar vardır. Bunlar; miss (kaçırmak), hit (isabet etmek) ve fit (denk gelmek) durumlarıdır [3, 6].

Miss durumu; yapı elemanının değeri 1 olan bitlerinden hiçbirinin görüntüde değeri 1 olan bitlerle çakışmaması durumudur. Hit durumu; yapı elemanının değeri 1 olan bitlerinden en az birinin, görüntüde değeri 1 olan bitlerle çakışması durumudur. Fit durumu; yapı elemanının değeri 1 olan bitlerinin tamamının, görüntüde değeri 1 olan bitlerle çakışması durumudur [3].

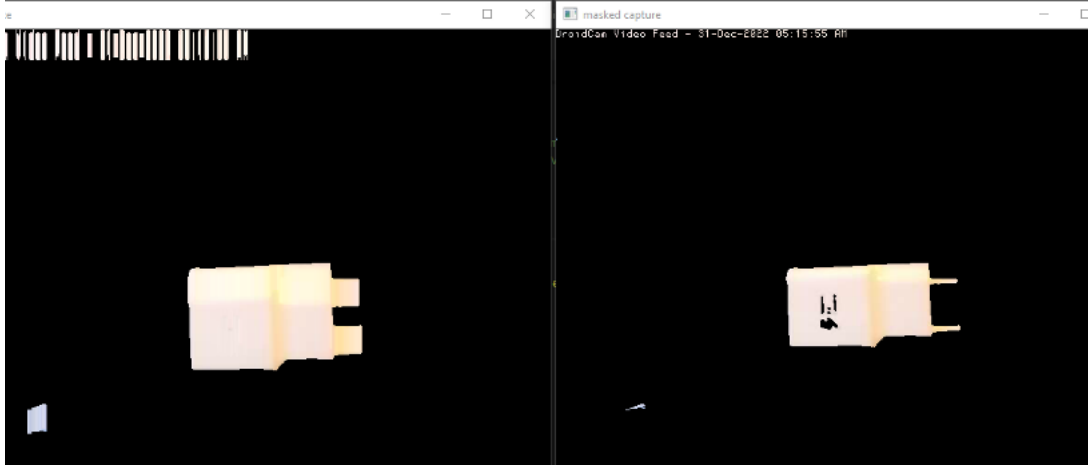
Yapı elemanı ifadesi, istenilen boyutlarda ve şekillerde hazırlanmış matrisler olarak tarif edilebilir. Kare, dikdörtgen veya daire gibi geometrik yapılarda olabilmektedirler [8].

Genişletme (dilation) işlemi: Görüntülerin üzerindeki kopukluk, girinti vb. gibi bozuklukların yok edilmesi amacıyla görüntüler üzerinde uygulanan büyütme ya da kalınlaştırma

işlemleridir. Şekil 1.6'da genişletme işlemini gösteren bir resim verilmiştir. Yapı elemanın görüntü üzerinde gezerken oluşan yeni piksel değerleri aşağıdaki formüle göre belirlenir:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } s, f \text{ görüntüsüne isabet ederse} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (1. 3.)$$

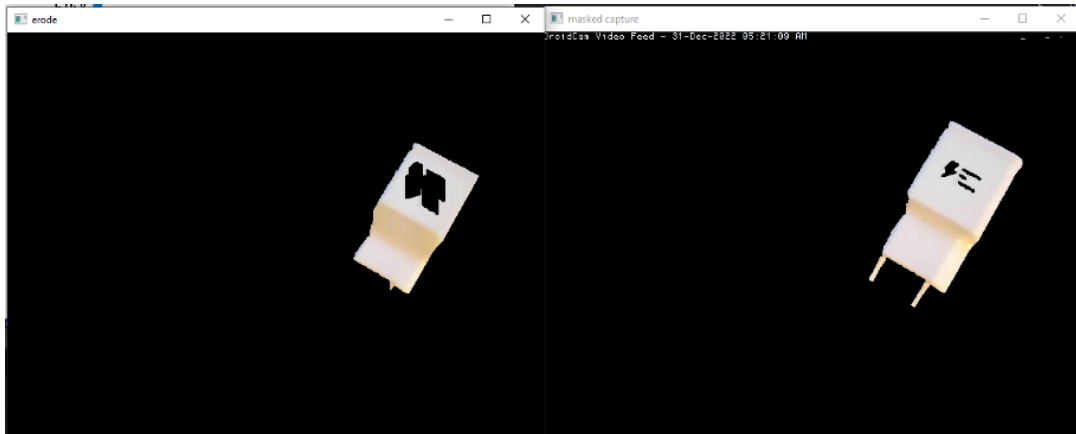
Şekil 1.6. Genişletme işlemi



Aşındırma İşlemi: Görüntülerdeki çıkıntıların temizlenmesi, yapışık nesnelerin ayrılması amacıyla uygulanan küçültme ve inceltme işlemleridir. Şekil 1.7'de aşındırma işlemini gösteren bir resim verilmiştir. Yapı elemanın görüntü üzerinde gezerken oluşan yeni piksel değerleri aşağıdaki formüle göre belirlenir:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } s, f \text{ görüntüsüne denk gelirse} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (1. 4.)$$

Şekil 1.7. Aşındırma işlemi



Bu çalışma kapsamında geliştirilen son yazılım adımı; tespit edilen lazer ışınının, hedef takibi için kullanılması amacıyla geliştirilen nesne takibi algoritmasıdır. Nesne ya da hedef takibi; bir sensör vasıtasıyla nesnenin konum, hız ve yolunun belirlenmesi işlemleri olarak tanımlanabilir. Radar, kamera, kızılötesi sensörler ultrasonik sensörler gibi ekipmanlar nesne takibi için kullanılabilir.

Askeri, biyolojik, coğrafik, tarımsal uygulamalar, uydu fotoğraflarının yorumlanması gibi alanlarda gelişen teknoloji ile beraber hareket analizi de gündeme gelmiştir. Hareket analizi işlemleri, hareketin varlığının tespiti için ön işlemler, hedefin yeri, hedefin izlenmesi ve hareketin tanımlanması olarak gruplara ayrılabilir [9, 10].

Nesnenin rengi, şekli ve hareket bilgileri nesnenin tespiti için önem arz etmektedir. Görüntülerdeki takip edilecek nesnelerin tespiti için çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

Çerçeveler arasındaki fark yöntemi; arka arkaya alınan iki görüntü arasındaki geçici farklar olarak ifade edilebilir. Bu yöntem, basit ve hızlı olmakla birlikte gürültüye karşı hassas bir uygulamadır. Bu sebeple önerilen başka bir yöntem ise, arka plan modeli çıkarma yöntemidir. Bu yöntemde, ilgilenilen nesnenin olduğu görüntüden, yalnızca arka planın olduğu görüntü çıkarılarak nesne tespiti yapılabilmektedir. Diğer bir yöntem olan optik akış yönteminde ise; arka arkaya gelen görüntülerde piksel hareketliliği incelenir [11].

Tablo 1.1. Nesne tespit yöntemleri ve temel prensipleri [11]

Nesne Takip Yöntemi	
Nokta Tabanlı	Kalman Filtresi
	Parçacık Filtresi
	Çoklu Hypothesis Takip
Çekirdek Tabanlı	Temel Şablon Uydurma
	Destek Vektör Makinesi
	Uydurma Tabanlı Sınıflandırma
Silüet Tabanlı	Kenar Kesiştirme
	Şekil Uydurma

Nesne sınıflandırma yöntemi; belirli bir nesnenin kendine has özellikleri kullanılarak bulunduğu veri kümesinden ayrıştırılması işlemidir.

Tablo 1.2. Nesne sınıflandırma yöntemleri ve kullanım biçimleri [11]

Nesne Takip Yöntemi	
Nokta Tabanlı	Kalman Filtresi
	Parçacık Filtresi
	Çoklu Hypothesis Takip
Çekirdek Tabanlı	Temel Şablon Uydurma
	Destek Vektör Makinesi
	Uydurma Tabanlı Sınıflandırma
Silüet Tabanlı	Kenar Kesiştirme
	Şekil Uydurma

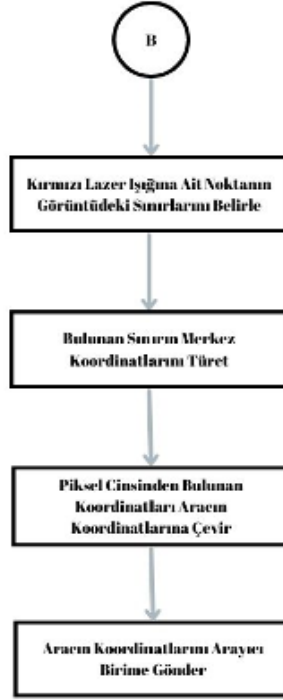
Nesne takibi; anlatılan bu yöntemlerle belirlenen nesnenin takip edilmesi işlemidir. Nokta, çekirdek ve silüet tabanlı olmak üzere üç bölüme ayrılırlar. Nokta tabanlı takip yönteminde; takip edilecek nesnelere noktalar ile ifade edilir ve bir sonraki görüntüde bu noktaların yerleri araştırılır. Çekirdek tabanlı takip yönteminde; belirlenen bir geometrik şekil takip edilecek nesneye kılavuzluk ederek nesnenin takibinde bu şekilden yararlanır. Bu çalışmada, çekirdek tabanlı takip yöntemi uygulanarak lazer spot ışığının takibi hedeflenmiştir. Silüet tabanlı takip yöntemi ise; takip edilecek nesnenin belirli bir geometrik şekle sahip olmadığı durumlarda kullanılır.

Tablo 1.3. Nesne takip yöntemleri [11]

Öznitelik Tipi	Kullanım Biçimi
Renk	Renk Histogramı
Eğim	Hog, Shift
Doku	Lbp, Shift
Hareket	Hog, Shift
Zamansal Değişimler	Süper Piksel, Süper Voxel

Bu algoritmanın geliştirilmesindeki amaç; tespit edilen lazer ışınının, sürekli olarak kamera görüntü alanının merkezinde kalacak şekilde Arayıcı Birimi yönlendirmek ve hedefi sürekli görüş alanı içerisinde tutmaktır. Bu adıma ait akış diyagramı Şekil 1.8'de verilmiştir.

Şekil 1.8. Lazer ışığı takip algoritmasına ait akış diyagramı



Bu aşamaya kadar yapılan çalışmalar sonucu lazer ışını ile işaretlenen hedef, çeşitli görüntü işleme teknikleri sayesinde belirlenmiş ve Arayıcı Birim tarafından takibe hazır verilere dönüştürülmüştür. Nesne takibi için bu aşamada da görüntü işleme tekniklerinden yararlanılmış ve görüntülerdeki lazer noktasının kontur çıkarımı yöntemiyle sınırları belirlenmiştir. Görüntü işlemede 'kontur' kavramı, nesnelerin şekillerini temsil eden yapılara verilen isimdir [12]. Nesnelerin şekillerinin analizi, sayılarının belirlenmesi gibi birçok amaçla kullanılan kontur çıkarımı bu çalışma kapsamında nesne takibi amacı ile kullanılacaktır. Kontur çıkarımı işlemlerinin ardından ilgili kontura ait merkez noktaları piksel cinsinden bulunup x ve y koordinat eksenlerinde motor koordinatı değerlerine çevrilerek Arayıcı Birime gönderilir.

2. Araştırma Bulguları ve Tartışma

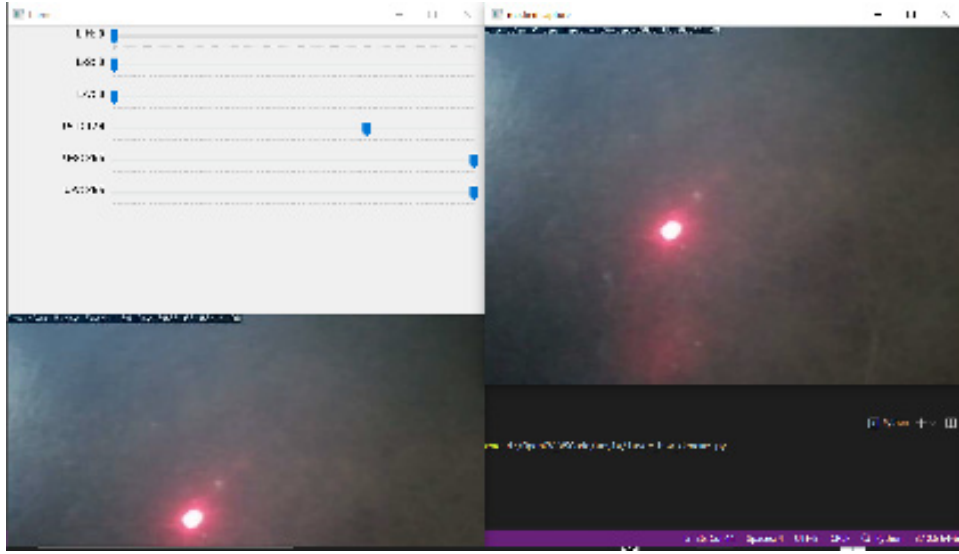
Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların amacı; lazer ışını ile işaretlenmiş hareketli bir cismi bu cisme kitlenerek izleyebilecek ve farklı parlaklık ve renk seviyelerinin mevcut olduğu dış ortamlarda algılama yapabilecek kapasitede bir prototip geliştirmektir. Bu amaçla çeşitli denemeler yapılmış ve bunların sonucunda prototip için en uygun olan çalışma koşulları ve özellikleri belirlenmiştir.

Geliştirilen sistemin bazı parametreleri sistemin kararlı çalışması amacıyla önem arz etmektedir. Hedeften yansıyan lazer spot ışınının, görüntü işleme teknikleri ile tespit edilmesi aşamasında Eşitlik (1.1) ile ifade edilen parlaklık filtreleme işlemi; kırmızı renkli lazerin parlaklık seviyesinden yararlanarak tespit etmeyi amaçlar. Buradaki Hkırımı değerinin yükseltilmesi mat yüzeylerden veya uzak mesafelerden yansıma koşullarında algılamayı zorlaştırırken, düşürülmesi ise lazer olmayan parlaklık seviyelerinin de hedef olarak algılanması olasılığını artırmaktadır.

Eşitlik (1.2) ile ifade edilen kırmızı rengi filtreleme işlemi; kırmızı renkli lazerin renk tonundan yararlanarak tespit etmeyi amaçlar. Buradaki (H, S, V)min ve (H, S, V)max değer aralığının dışında değerler farklı renklerin algılanması olasılığını artırır.

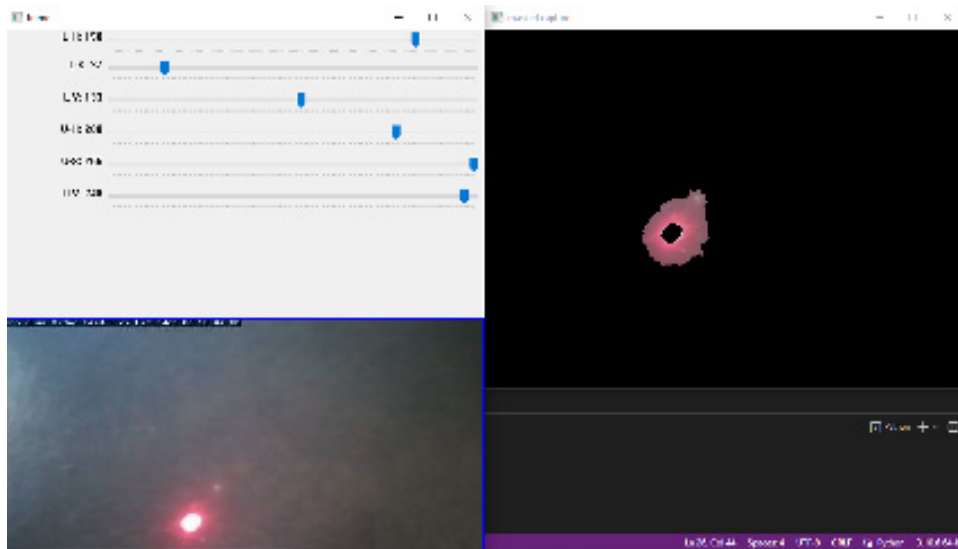
HSV renk uzayında renk tonu değerini belirten H parametresi sabit tutulup; sırasıyla doygunluk ve parlaklık değerlerini ifade eden S ve V parametreleri değiştirilirse aynı renge ait farklı doygunluk ve parlaklık seviyesindeki renk değerleri elde edilir. HSV renk bulma algoritması, bu çalışma kapsamında Python programlama dilinde OpenCV görüntü işleme kütüphanesi ve Tkinter kullanıcı arayüzü kütüphanesi kullanılarak geliştirilmiş bir uygulamadır. Uygulamanın ilk açıldığı andaki kullanıcı arayüzü Şekil 1.9'da gösterilmiştir.

Şekil 1.9. HSV renk bulma uygulaması



Frame isimli pencerede yer alan kaydırma çubukları kullanılarak istenilen renge ait HSV renk kodları bulunabilmektedir. Kullanıcı kaydırma çubukları ile deneme yanılma yolu ile oynadıkça Masked Capture ekranında belirli renklerin filtrelendiğini görecektir ve ekranda yalnızca HSV değerini bulmak istediği rengi gördüğünde kaydırma çubuklarının değeri ilgili rengin HSV renk kodunu verecektir. Örnek bir çalışmaya ait ekran görüntüsü Şekil 1.10'da verilmiştir.

Şekil 1.10. HSV renk kodu bulma örneği



3. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen IP Kamera tarafından alınan görüntüler üzerinde lazer ışınının tespiti çalışmaları, görüntü işleme algoritmaları koşturularak gerçekleştirilir. Belirlenen lazer ışınının koordinatları hedef takibinin gerçekleştirilmesi amacıyla Arayıcı Birime gönderilir. Arayıcı Birim ise gelen koordinat bilgilerine göre üzerinde bulunan gimbal mekanizmasının pitch ve yaw eksenlerini hareket ettirerek lazer ışınının IP Kamera görüntüsünün merkezinde kalmasını sağlayarak hedef takibi işlemlerini gerçekleştirir. Lazer ışığının tespit edilmesi aşamalarında; ortamda bulunan parlaklığı yüksek cisimlerin lazer ışığını soğurması durumlarında sistemin çalışmasında hatalar ve hedefi kaybetme problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu problemin çözümü için ise; kullanılan kırmızı renkli lazerin renk tonundan yararlanarak filtreleme işlemleri uygulanır.

4. Kaynakça

1. URL-1 <1. <http://erkanhorozoglu.com.tr/goruntu-isleme/>>, Erişim Tarihi: 13.12.2022.
2. URL-2 <<https://ab.org.tr/ab12/sunum/21-goruntu-isleme-Karakoc.pdf>>, Erişim Tarihi: 13.12.2022.
3. Güner, E., 2016, Lazer Işını İle İşaretlenen Hareketli Cisimleri Hedefe Kitlenerek İzleyen Sistem, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Ankara.
4. Yıldız, N., 2010. Görüntü İşlemenin Dünü, Bugünü ve Geleceği, Elektrik Mühendisliği Dergisi, 440(1), 11-16.
5. Gonzalez, R.C. ve Woods, R.E., 2008. Digital Image Processing, Pearson Education International, NY.
6. URL-33 <<https://avesis.erciyes.edu.tr/resume/downloadfile/tubac?key=b2f6a348-b7a5-480e-9584-0387c7a56a0e>>, Erişim Tarihi: 22.12.2022.
7. Perihanoğlu, G.M., 2015, Dijital Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Görüntülerden Detay Çıkarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

