

# HAREKETLİ OBJELERİ VIDEO GÖRÜNTÜLERİ İLE ÜÇ BOYUTLU BELİRLEME

B. Tokdemir <sup>a,\*</sup>, F. Karşlı <sup>a</sup>,

<sup>a</sup>KTÜ, Harita Mühendisliği Bölümü, 61000, Ortahisar, Trabzon, Turkey - [fkarsli@ktu.edu.tr](mailto:fkarsli@ktu.edu.tr)-[burak.tokdemir@outlook.com.tr](mailto:burak.tokdemir@outlook.com.tr)

**KEY WORDS:** Matlab programlama, kamera verileri, fotogrametri, obje tanımlama, obje takibi, kalibrasyon, sınıflandırma.

## ÖZET:

Günümüzde fotogrametrik çalışmalarda kamera sistemlerinin kullanımı, modellenecek objenin en iyi şekilde sunumu için büyük bir önem ve avantaj sağlamaktadır. Bu işlem için özel olarak tasarlanıp kalibre edilmiş kameralarla oluşturulan bir düzeneğe, düzeneğin Matlab tabanlı yazılım vasıtasıyla kullanılması ve model oluşturulması çalışmanın genel bir özeti olarak ortaya koymaktadır. Görüntü üzerinden objelerin takibi için her bir referans görüntü veya objelerin yatay ve düşey boyutları kullanılarak, Matlab programında mevcut görüntü sistemleri aracılığıyla objeler görüntü üzerinden belirlenir ve bu objeler programın veri tabanında görsel kontrol objeleri olarak tanımlanır. Görüntü üzerinden takibi yapılması istenilen obje veya objeler belirlendikten sonra gerçek zamanlı kayıt yapan kameralar veya kayıt edilmiş video görüntüleri üzerinden, kameranın konumuna göre mesafe veya yer kontrol noktaları aracılığı ile gerçek x, y ve z konum bilgilerinin elde edilmesi için üç ayrı teknik vardır. Bunlar; *i*) iki kamera ile stereovizyon *ii*) tek kamera kullanılarak monovizyon *iii*) Uçuş zamanı kullanılan kameralar. Stereovizyon metot, aynı özellikte iki kamera ile objenin derinlik ve yatay konum bilgisi net sonuç ile elde edilir. Stereovizyon metodu, monovizyon metoda göre fazladan bir kamera ile iki kat fazla görüntüler elde edilecek ve bu görüntüler üzerinde işlem yapılması, program üzerinde fazladan iş yükü oluşturmasına sebep olacaktır. Bu nedenle; daha yavaş, alınması gereken daha fazla malzeme olduğundan daha maliyetli, ancak objelerin mesafe ve konum bilgilerinin daha hassas ve kaliteli sonuçta elde edilmesini sağlamaktadır. Uçuş zamanı kullanılan kameralar ile mesafe ölçüm tekniğinde, mesafe bilgisi, objeden yansıyan ışınların belirli süre içerisinde ölçülmesi ile elde edilir. Bu tekniğin zorluğu ise kısa zaman içerisinde objeden gelen sinyallerin ayrıştırılmamasıdır. Bu sinyaller; objeden gelen ışığın yoğunluğu, arka plandaki ışığın yoğunluğu ve sensörün çalışma hızı gibi birçok parametreden oluşmaktadır. Görüntü elde etme teknikleri içerisinde mesafe ve konum bilgilerinin daha hassas ve kaliteli sonuçta elde edilmesini sağlayan stereovizyon yöntemi kullanılmıştır. Çekilen görüntülerden objelerin belirlenmesi ve öznitelik çıkarılması işlemlerinde Matlab programının içerisinde yer alan "Computer Vision Toolbox" içerisinde "Object Detection and Detection" işlemleri, kamera kalibrasyon işlemi için ise "StereoCamera Calibration" uygulaması kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gerek askeri gerekse sivil hayatı kolaylaştıracak, güvenliği arttıracak etmenlere ilave olacak bu programın, sivil araçlar, stadyumlar, insansız hava araçları gibi çeşitlendirebileceğimiz yüksek doğruluk konum bilgisine veya sadece nesnelerin birbirlerine göre konum bilgilerine ihtiyaç duyulduğu zamanlarda en büyük yardımcı olacaktır.

## ABSTRACT:

Today, in photogrammetric works using camera systems, the best advantages and more important for the best presentation of the object to be modeled. A mechanism with specially designed, calibrated cameras and using Matlab based software overview of the work that is running in the model. Using the horizontal and vertical dimensions of each reference image or object for tracking the object through image is determined out of the image on the object through existing display systems in Matlab and the object are defined as visual control objects in the database of the program. After making the follow through image desired object or objects are identified through the real-time recording to the camera or recorded video images, real through distance or ground control points according to the position of the camera North (x), East (y) and Elevation (z) of three different techniques to obtain location information. These techniques; *i*) Stereovision technique with two same cameras *ii*) Monovision technique with a camera *iii*) Fly

\* Corresponding author. This is useful to know for communication

time cameras used. Stereovision method, two cameras with the same characteristics, the depth and horizontal position of the object are obtained with a true result. Stereovision method according to the monovision method has an additional camera to obtain images and the images to be processed, so program going to hard work because of twice images. Therefore; this method is slower, more costly due to more material must be taken than monovision method. But this method provides quality information resulting from the object to distance and location. Fly time measurement technology within the camera is used, the distance information gain reflected the beam from objects is obtained by measuring within a certain time. The difficulty of the technique of not separating the signals from the object in a short time. These signals; The intensity of light coming from the object, such as density and operating speed of the sensor light in the background is composed of many parameters. Stereovision method has used to obtain more accurate and high-quality results of distance and location information in image acquisition techniques. Located in the determination of the captured images from the object and attribute extraction process in Matlab "Computer Vision Toolbox" is in the "Object Detection and Detection" process, while for the process of camera calibration "Stereocamera to Calibration" is used in practice. Operating results in the need to facilitate both military and civilian life, this program will be added to the factors that increase the security, civilian vehicles, stadiums,

## 1. GİRİŞ

Fotogrametri, günümüzde teknolojinin de etkisiyle bilgisayarlar görüş (Computer Vision) ve uzaktan algılama (Remote Sensing) gibi alanlarla yakından ilişkilidir ve fotogrametrik uygulamalar için geliştirilmiş yazılım-donanım sistemleri mevcuttur. Bu sistemler temelde bir kamera ve bununla bağlantılı yazılım sistemlerinden oluşur.

Video görüntüleri üzerinde hareketli objeler, insanlar veya arabaların algılanması bilimsel çalışmaların önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Video görüntüleri üzerinden obje takibinin altında yatan asıl sebep, çeşitli uygulama alanlarındaki problemlerin keşfedilmemiş yüksek potansiyele sahip çözümlerinin olduğunun öngörülmesidir. Hareket algılama ifadesi dâhilin de bulunan, aslen büyük değişkenler barındıran fakat ortak sınıf içerisinde toplanması gereken veri kümesinin varlığının ortaya konulması ile birlikte, objelerin hareketlerinin algılanması çalışma ilgisi uyandıran zorlu bir alan olarak tanımlanmıştır.

Günümüzde artan video kayıtları beraberinde akılcı çözümler gereksinimi getirmiştir. Objelerin hareketlerini algılayabilen bir sistemin, bilgi çıkarımı konusunda öncü ve daha karmaşık algılayıcılara yardımcı bir yapı oluşturabileceği öngörülmüştür.

Hareket tanıma çevrimiçi veya çevrimdışı olarak tanımlanan çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Örneğin; çalışması yürütülen program için önceden kayıt edilmiş videolarda hareketli objelerin bulunması ve konumunun belirlenmesi, objenin takibi ve konum bilgisinin elde edilmesinde kolaylık sağlayan çevrimdışı uygulamalara konu olabilmektedir.

Objeler hareketlerinin algılanmasında genel olarak videodan objeye ait görüntü ve özelliklerinin çıkarılması ve buna karşılık gelen objelerin video görüntüleri üzerinde belirlenmesi esası yaygındır. Objeler tanıma işlemi iki ana adımda incelenebilir. Bu adımlar; görüntü üzerinden özellik çıkarımı ve sınıflandırmadır. Özellik çıkarım, sınıflandırma başarı sonucunu pozitif yönde etkilerken sistemin bütününe nasıl çalıştığını betimleyen modeli oluşturan esas bölümdür. Sınıflandırma, algılanmak istenen objeler ile ilgili verilerin veri tabanında saklar ve obje tespitlerinde başarı yüzdesini arttırmamızı sağlar. Bu adımda

yaşanacak zorluklar ve kullanılan yöntemlerin karakteristikleri doğrudan başarıya etki etmektedir.

Video görüntüleri üzerinden objenin tanınmasına ortam ve çekim koşulları doğrudan etki etmektedir. Kamera hareketleri veya istenmeyen hareketlerin bulunduğu dinamik ortamlardaki çekimler obje tanımayı zorlaştırmaktadır. Görüntü içerisinde bulunmasını istediğimiz objenin belirli kısmı veya tamamının görüntü içerisinde kaybolması, kamera açısı veya ilgi alanı açısının değişmesi gibi durumlar obje algılamayı zorlaştıran etmenlerdir. Diğer bütün etmenler mükemmel hâle getirilse dahi obje tanımlamanın içine giren zamansal değişkenler boyutu olaya etki etmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

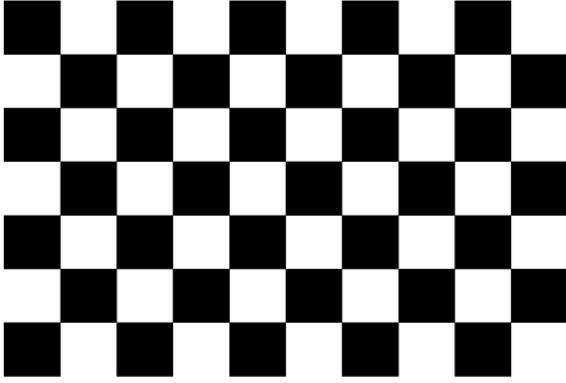
### 2.1 Kamera

Üç boyutlu koordinat elde edilmesinde en az iki kameranın kullanılması gereklidir. Kullanılan iki kamera ile görüntü üzerinden obje veya objelerin bulunması, takip edilebilmeleri ve konumlarının yanında kameraya olan uzaklıkları, objeye olan derinlik bilgileri elde edilebilmesi en az iki kamera ile mümkün olabilmektedir.

Çalışma iki adet aynı özellikteki Huawei P9 Lite model 352×640 piksel çözünürlüklü, 1.12 µm piksel 1/3" sony sensör ve f/2.0 lens özelliklerine sahip cep telefonu kameraları kullanılmış olup, kameralar objeye eşit uzaklıkta konumlandırılmış ve aynı anda video çekimine başlanıp durdurulmuştur. Video çekim sürelerinin aynı olması görüntü eşleştirme ve objelerin çıkarım ve takibi işlemleri için önem arz etmektedir. Örneğin, çekimi yapılan 10 saniyelik video, yaklaşık 220 adet görüntü (frame) bünyesinde barındırabilmektedir. Bu değer, kamera özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Görüntülerin eşleştirilmesi ve objelerin her iki video görüntüsü üzerinde konumlarının aynı olabilmesi için aynı zamanda video çekimine başlanması gereklidir. Aksi durumda obje eşleştirilmesinde problemler yaşanması kaçınılmaz olacaktır.

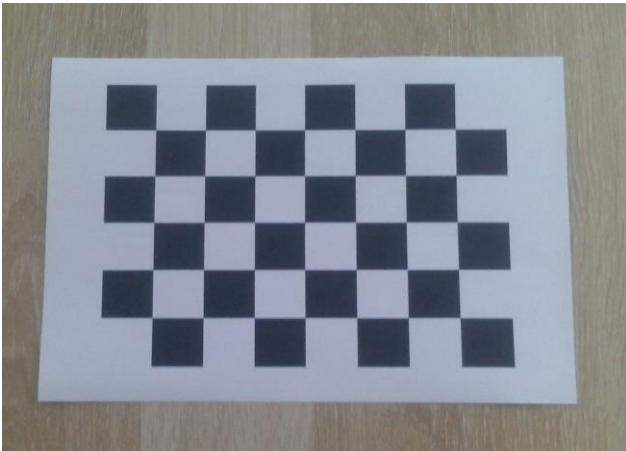
## 2.2 Kalibrasyon

Kalibrasyon, kamera ile çekilen görüntülerden obje çıkarılması, takibi ve konum tespitleri için kameraya ait iç yönelme parametrelerinin ortaya çıkarılması işlemidir. Kamera parametrelerinin bilinmemesi durumunda obje takip, çıkarım ve konum bilgileri elde edilemeyeceğinden kalibrasyon işlemi önem arz etmektedir. Bu işlem, belirli bir kalibrasyon levhasına (Şekil 1) farklı açılardan görüntü alınarak elde edilen görüntüler, Matlab programı içerisinde yer alan uygulamalar veya kalibrasyon işlemi için gerekli programlama kodları yazılarak mono veya stereo kamera kalibrasyonu olarak gerçekleştirilir. Kalibrasyon levhası; A4, A3 gibi farklı kâğıt üzerine basımı gerçekleştirilebilir. Ancak, kalibrasyon levhası üzerindeki siyah karelerin kenar uzunluklarının simetrik olması ve bu uzunlukların bilinmesi kalibrasyon işlemi önem arz etmektedir. Uzunluklar, kalibrasyon levhasının çıktısı alınan kâğıt üzerinden cetvel yardımı ile ölçülebilir. Uzunluklar, milimetre ölçüsünde Matlab uygulamasında kalibrasyon uygulamalarında veya kalibrasyon için yazılan program kodlarında kullanılır.



Şekil 1. Kalibrasyon levhası

Çalışması yürütülen projede kalibrasyon levhası A4 kâğıdı boyutlarında ve üzerindeki her bir kare 25 milimetre en boy oranına sahip karesel şekillerden oluşmaktadır. Bu levha, yazıcı ile A4 kâğıt formatında basıldı ve kamera kalibrasyonu için iki aynı özellikli kamera ile aynı konumdan, farklı açılardan birkaç adet fotoğrafı çekildi. (Şekil 2). Fotoğraf adeti, kalibrasyon işleminin kaliteli sonucu için 10-20 adet görüntülerden oluşmalıdır.

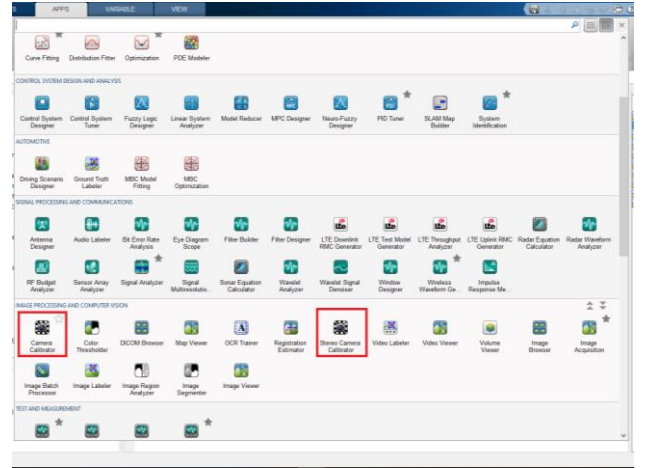


Şekil 2. Alınan Görüntülerden Bir Örnek

Kamera kalibrasyonu işlemi; aynı özellikteki iki adet kamera ile kalibrasyon kâğıdına farklı açılardan fotoğraf alınarak başlandı. Kalibrasyon işleminde dikkat edilmesi gereken husus, kameraların aynı açı, mesafe ve konumda kalibrasyon kâğıdına fotoğrafların alınmasıdır. Aksi takdirde, stereo kalibrasyon işleminde, iki ayrı kameradan alınan görüntüler arasında farklılık oluşacak, bu da kalibrasyonda yüksek oranda piksel farklılıklarına ve üç boyutlu koordinat elde edilmesinde problem teşkil edecektir.

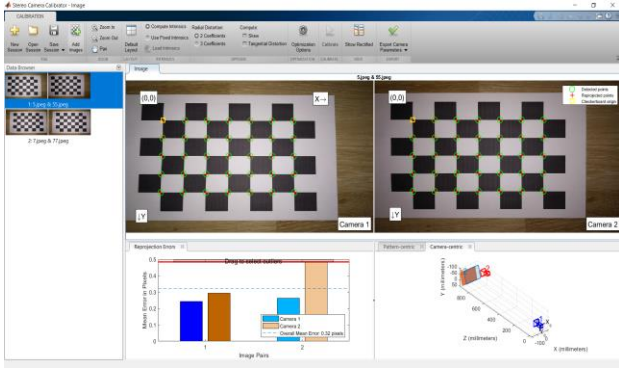
Kalibrasyon işlemi matlab programı içerisinde yer alan "MonoCamera Calibration" veya "StereoCamera Calibration" uygulamaları aracılığı ile yapılabilir. (Şekil 3).

Kamera kalibrasyon işlemi tamamlandığında, projede kullanımına ihtiyaç duyulacak, odak uzaklığı, distorsiyon, yatay ve dikey piksel adeti ve her bir pikselin uzunluk birimi gibi özellikler ortaya çıkarılır. Elde edilen bu bilgiler, video görüntüsü üzerinden objeye ait derinlik ve konum bilgilerinin ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır.



Şekil 3. Matlab Kalibrasyon Uygulamaları

Çalışmada, aynı özellikli iki adet kamera ile üç boyutlu koordinat bilgisi elde edileceğinden, Matlab programı içerisinde yer alan "Stereo Calibration" uygulaması kullanılarak kameraya ait parametreler ortaya çıkarılmıştır. (Şekil 4). Kalibrasyon sonucu elde edilen ortalama hata 0.32 pikseldir. Ortalama hata, 1.00 piksel değerinin altında olması neticesinde üç boyutlu obje takibi için yeterli nitelik taşımaktadır. Elde edilen ortalama hata neticesine göre parametreler, yazılan kod ya da program içerisinde yeniden kalibrasyon işlemine ihtiyaç duyulmaması ve parametrelerin video görüntüleri içerisinde sürekli kullanım gerekliliği için ".mat" uzantılı dosya formatında kayıt edilmiştir. (Şekil 5).



Şekil.4. Kalibrasyon İşlemi Sonucu

Property	Value
CameraModel	1x1 struct
OptimizationOptions	[]
CameraParameters	1x1 stereoParameters
EstimationErrors	1x1 stereoCalibrationErrors
ShouldExportErrors	0
BoardSet	1x1 BoardSet
HasEnoughBoards	1
CanExport	1
IsChanged	1
ExtrinsicsView	'CameraCentric'
ErrorsView	'BarGraph'
Filename	'C:\Users\Asus\Desktop\burak dosyal...
ExportVariableName	'stereoParams'
ExportErrorsVariableName	'estimationErrors'
FileName	'C:\Users\Asus\Desktop\burak dosyal...
IsValidStereoCameraSession	1
IsValidSingleCameraSession	0

Şekil.5. Kalibrasyon Sonucu “.mat” uzantılı dosya içeriği

Kamera parametrelerinde, kameraya ait görüntü boyutu, radyal distorsiyon, teğet distorsiyon, odak uzaklık, ortalama projeksiyon hatası ve karakter boyut bilgisi elde edilir. Bu bilgiler, çekilen görüntüdeki distorsiyonların giderilmesinde ve üç boyutlu koordinat bilgisi elde edilmesinde kullanılmıştır.

Elde edilen parametreler, aynı özellikte olmalarına rağmen, her iki kamera arasında fabrika üretim safhasında kullanılan mercekler, lensler gibi farklılık gösterebilecek elementler içerdiğinden her iki kamera için kamera parametreleri elde edildi. (Şekil6, 7 ve 8)

Property	Value
CameraParameters1	1x1 cameraParameters
CameraParameters2	1x1 cameraParameters
RotationOfCamera2	[0.9998,0.0045,-0.0193;0.0012,0.9579,0.2871;0.0197,-0.2871,0...
TranslationOfCamera2	[-49.0057,295.6750,-686.1020]
FundamentalMatrix	[-3.4804e-06,0.0013,-0.0342;-0.0012,3.0992e-05,0.5392;0.029...
EssentialMatrix	[-2.6299,742.1074,86.1944;-686.9123,13.2134,33.3832;-295.8...
MeanReprojectionError	0.3212
NumPatterns	2
WorldPoints	35x2 double
WorldUnits	'millimeters'

Şekil 6. Kamera Parametreleri

Property	Value
ImageSize	[352 640]
RadialDistortion	[1.4173 -28.7284]
TangentialDistortion	[0 0]
WorldPoints	35x2 double
WorldUnits	'millimeters'
EstimateSkew	0
NumRadialDistortionCoefficients	2
EstimateTangentialDistortion	0
TranslationVectors	[-109.3144 -66.4619 910.6639;-74.7751...
ReprojectionErrors	35x2x2 double
RotationVectors	[-0.2823 -0.0096 -0.0019;-0.3038 -0.00...
NumPatterns	2
IntrinsicMatrix	[2.0122e+03 0 0; 0 1.5479e+03 0; 342.50...
FocalLength	[2.0122e+03 1.5479e+03]
PrincipalPoint	[342.5033 207.5211]
Skew	0
MeanReprojectionError	0.2525
ReprojectedPoints	35x2x2 double
RotationMatrices	3x3x2 double

Şekil 7. Birinci kamera ait parametreler

Property	Value
ImageSize	[352 640]
RadialDistortion	[0.0300 -0.0125]
TangentialDistortion	[0 0]
WorldPoints	35x2 double
WorldUnits	'millimeters'
EstimateSkew	0
NumRadialDistortionCoefficients	2
EstimateTangentialDistortion	0
TranslationVectors	[-140.3974 -29.9205 169.0650;-105.925...
ReprojectionErrors	35x2x2 double
RotationVectors	[0.0089 0.0101 0.0011;-0.0127 0.0108 -...
NumPatterns	2
IntrinsicMatrix	[375.5280 0 0; 0 275.4412 0; 415.7600 14...
FocalLength	[375.5280 275.4412]
PrincipalPoint	[415.7600 141.1977]
Skew	0
MeanReprojectionError	0.3899
ReprojectedPoints	35x2x2 double
RotationMatrices	3x3x2 double

Şekil 8. İkinci kamera ait parametreler

### 2.3 Objelerin Bulunması

Görüntü üzerinden objenin belirlenmesinde birçok yöntem olmasına rağmen projede, belirlenmesi istenen obje, kalman filtreleme, obje belirleme ve takibi yöntemleri kullanılarak objenin tespiti ve takibi sağlanmıştır. Yöntemlerin çalışma prensibi temelde, kameraya ait parametre bilgileri ile entegre çalışması yatmaktadır. Bu birliktelik, görüntü üzerinden çıkarımı yapılmak istenen objenin seçimini ve konum doğruluk bilgisinin elde edilmesini sağlamaktadır. Burada belirtilen konum bilgisi, gerçek arazi koordinatları olmamakla birlikte, program içerisinde görüntünün yatay ve dikey (x, y) resim koordinatlarına ek, video görüntüleri çekilen kameranın objeye uzaklık ve kamera odak uzaklığı etkenleri ile derinlik (z)

bilgileridir. Ancak, çalışmada konum olarak yatay, düşey ve derinlik bilgileri çıkarımı sağlanmış, gerçek arazi koordinatları henüz elde edilmemiştir.

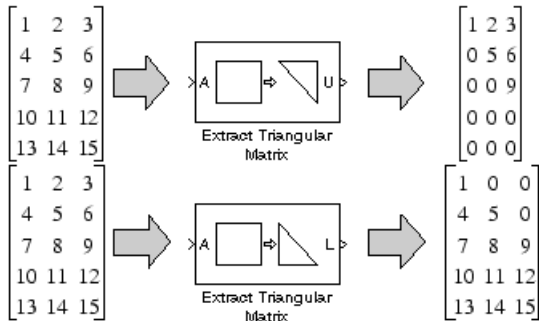
Yatay, düşey ve derinlik bilgisinin elde edilmesinde, kalman filtreleme ve blob analiz yöntemleri ile görüntü üzerinden obje veya objelere ait resim koordinatları yatay, düşey bilgisi ve çalışmada dairesel objelerin belirlenmesi tercih edildiğinden, objelerin çap bilgileri elde edildi. Elde edilen bilgiler, sütunlar yatay koordinat değerleri (x, y) ve obje çap bilgisi, satırlar ise tespit edilen obje sayısına karşılık gelecek şekilde matris formatında kayıt edildi. Matris, sağ ve sol kameradan alınan video görüntülerindeki objeler için ayrı ayrı oluşturulmuştur. (Şekil 9, 10). Bu matrisler, kamera parametreleri ile triangular matris (Şekil 11) dönüşümü uygulanarak üç boyutlu koordinat bilgisi elde edilmesinde kullanıldı.

	1	2	3
1	444.3050	120.0734	13.1502
2	504.6212	147.8764	13.3751
3	387.3547	202.8992	13.9488
4			

Şekil 9 Sol video görüntüsü objelerin koordinat ve çap bilgileri

	1	2	3
1	154.4758	193.0327	14.1975
2	272.9810	136.8783	13.4135
3	212.3158	108.3974	13.4194
4			

Şekil 10 Sağ video görüntüsü objelerin koordinat ve çap bilgileri

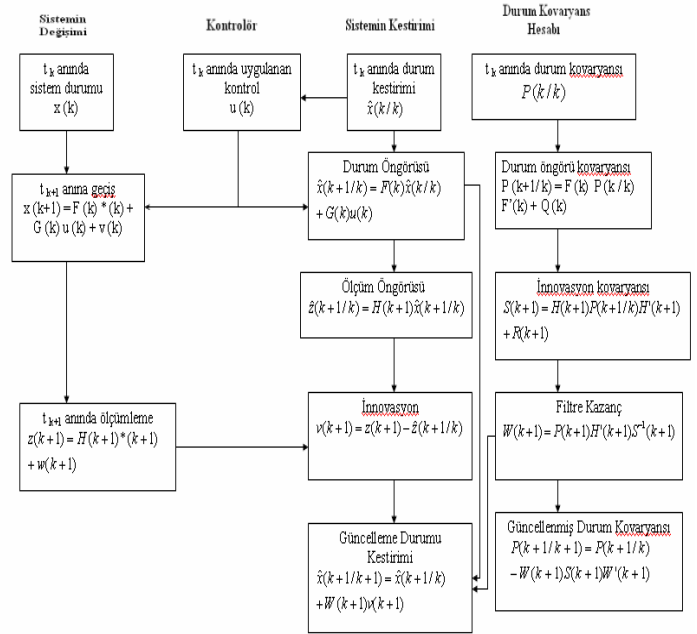


Şekil 11 Triangular Matris Dönüşüm Örneği

**2.3.1 Kalman Filtreleme:** Kalman filtresi, teorik olarak doğrusal Gauss problem olarak bilinen bir tahmin yöntemidir. Gauss problemi beyaz gürültü tarafından bozulan doğrusal dinamik bir sistemin o anki konumunun tahmini problemidir. Beyaz gürültü doğrusal sistemdeki ölçme hatalarındaki düzensizlikleri kapsar. Kalman filtresi, doğrudan ölçülemeyen verilerin elde edilmesini sağlar.

Kalman filtresi, bir tür geri besleme kullanarak bir işlemin adımlarını tahmin etmektedir. Filtre, işlem durumunu belli bir zamanda tahmin etmekte ve daha sonra geri beslemeyi gürültülü ölçümler şeklinde elde etmektedir. Bu durumda kalman filtresinin denklemleri zaman güncelleştirme denklemleri ve ölçüm güncelleştirme denklemleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Zaman güncelleştirme denklemleri, mevcut durum ile sonraki adım arasındaki saptanan tahminleri elde etmek için mevcut durum ile hata kovaryans tahminlerinin zaman içerisindeki projeksiyonundan sorumludur. Zaman güncelleştirme denklemleri ileri tahmin denklemleri olarak da algılanabilir. Ölçüm güncelleştirme denklemleri geri beslemeden sorumludur. Bunlar düzeltici denklemler olarak da düşünülebilir.



Şekil 12. Kalman Filtresinin Döngüsü

### 1) Öngörü Aşaması

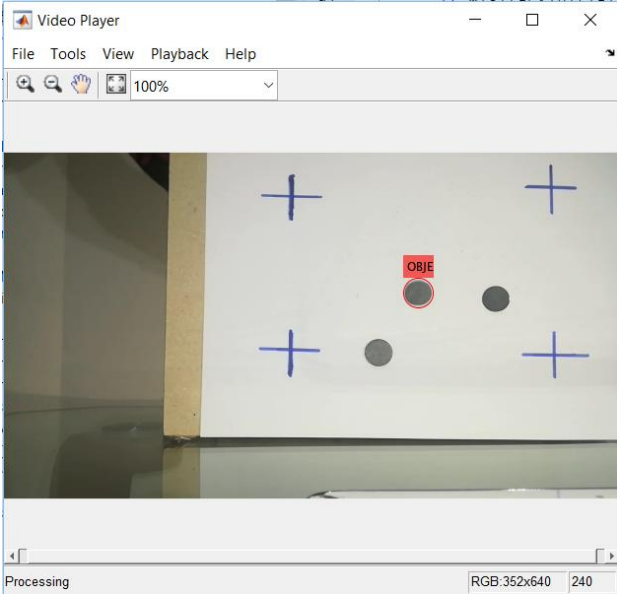
Öngörü aşamasında bir kinematik model ile birlikte geçmiş zamandaki konumlama bilgileri temel alınarak bir sonraki ölçüm periyodu için beklenen konum koordinatları ve doğrulukları hesaplanır. Durum kestirimi ve kestirim kovaryansı hesabı elde edilir.

### 2) Güncelleme Aşaması

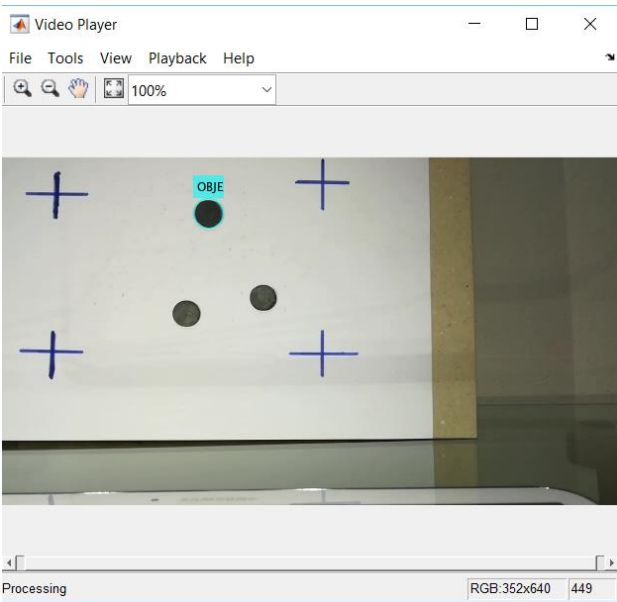
Alınan “z” ölçüm kümesi ile yenileme terimi hesaplanır. İnovasyon kovaryansı, kalman kazancı elde edilerek güncellenmiş durum kestirimi ve güncellenmiş kovaryans matris değerleri belirlenir.

Matlab programı içerisinde yer alan filtreleme ve obje tespit algoritmaları içerisinde yer alan kalman filtresi objenin tespitinde ve takibinde avantaj sağlamıştır.

Kalman filtreleme yöntemi kullanılarak, video görüntüsü üzerinden istenen obje tespiti sağlanmış, objelerin görüntü üzerindeki yatay konum bilgileri (x, y) elde edilmiş, derinlik bilgisi (z) henüz elde edilmemiştir. Görüntü üzerinden belirlenen hareket halindeki obje Şekil 13 ve 14'de gösterilmektedir. Belirlenen objeler video çekim anında hareket halindeki objeleri temsil etmektedir. Belirlenen obje dışındakiler, hareketsiz hâlde bulunmaktadırlar.



Şekil.13. Sol video üzerinden obje takibi.

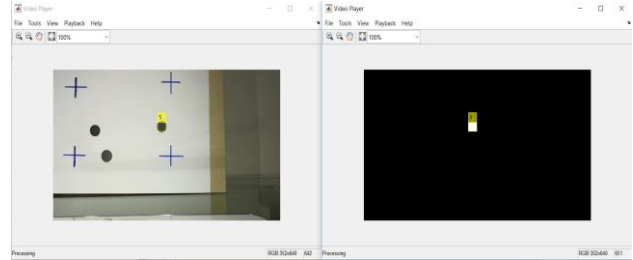


Şekil.14. Sağ video üzerinden obje takibi.

**2.3.2 Objeler Belirleme ve Takibi:** Matlab programında çeşitli obje belirleme ve takibi için çeşitli algoritmaları bulunmaktadır. Bu algoritmalar, genellikle veri tabanı içerisinde obje veya objelere ait farklı açılardan çekilmiş görüntülerinin, fotoğrafı çekilmiş resim veya video frame dosyası üzerinden obje veya objelerin veri tabanındaki görüntüleri ile eşleştirilerek ortaya çıkarılması işlemine dayanmaktadır. Objeler çıkarımı; renk, boyut ve şekil bilgileri ile herhangi bir veri tabanı görüntüsüne ihtiyaç duyulmadan tespit edilebilir. Ancak, bu çıkarım sabit görüntüler üzerinde olumlu sonuç verebilecek iken hareketli görüntüler üzerinde takibi istenilen objeye benzer nitelik taşıyan objeleri de takip edebileceğinden obje takibinde olumsuz sonuç verecektir.

Bu çalışmanın konusu gereği hareketli objelerin takibinde kaliteli sonucun elde edilebilmesi için objeye ait görsellerin veri tabanı içerisinde saklanması, kullanılan kamera görüntüsünün çözünürlük bilgisine göre objenin boyut bilgisinin programın içerisinde mevcut olması ve bu bilgilerin kullanılan kalman filtreleme ve blob analiz yöntemleri ile entegre çalışarak obje çıkarım işlemi yapılması gerekmektedir. Aksi durumda, video üzerinden takip edilmek istenilen objeler dışında diğer objeleri de program, görüntü üzerinden takip edebilmektedir.

Kalman filtreleme ve blob analiz yöntemleri, video görüntüleri içerisinde her bir frame piksel değerleri okunarak elde edilen görüntü farklılıkları ve objeye ait bilgiler program içerisinde kullanılarak hareket halindeki objeler tespit edilmiştir. (Şekil 15).



Şekil.15. Hareketli Objenin Tespiti

### 3. SONUÇLAR

Program arayüzü Matlab ortamında oluşturulduğundan çok rahat incelenip geliştirilebilir. Programlama projelerinde kaynak kod C ve C++ gibi dillerde yazılır. Bu diller yüksek seviye diller ailesinden olmasına rağmen hazırlanan bir projenin modüler yani fonksiyonlara ayrılmış bir yapıya sahip olması ve her fonksiyonun dökümanede edilmesi projenin geliştirilebilir olması açısından önem arz etmektedir.

Büyük veri kümelerinde işlem gerçekleştirdiğinden hız noktasında performansı Matlab programının zayıf kalmaktadır. Yapılan projeler, özellikle dışarıdan veri alımını ve işlenmesini sağlıyorsa işlenen veri miktarının projenin performansını etkileyebileceği noktası gözden kaçırılmamalıdır. Dolayısıyla belirli bir miktara kadar hızlı çalışan proje belirli noktadan sonra hız kayıpları yaşayabilir. Bu tarz durumlarda yazılımın optimum veri yoğunluğunu tespit etmek veya verileri gruplandırmak veyahut da projeyi performans noktasında güncelleme yapılması akılcı olan çözümlerdir.

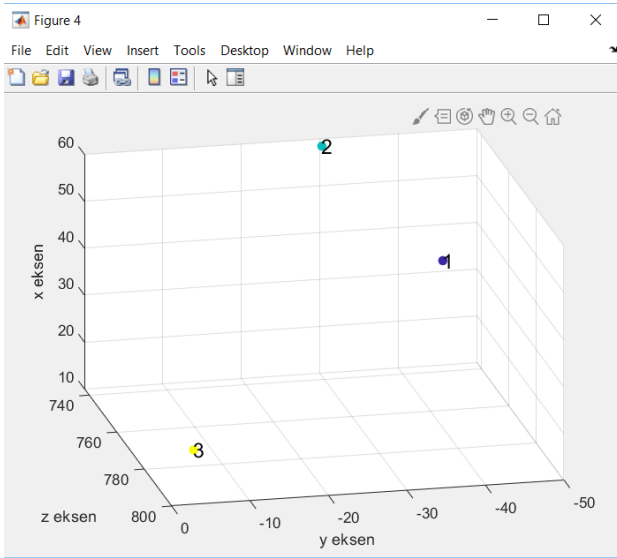
Resim ölçme sistemleriyle fotogrametri sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmayla Matlab ortamında geliştirilen ara

yüzler yardımıyla fotogrametride kullanılan ölçme sistemleri için donanımsal ve yazılımsal bir entegrasyon çalışması yapılmıştır. Geliştirilen Matlab ara yüzleri yardımıyla endüstriyel video kamera görüntüleri kendi orjinal aya rüzleri olmaksızın Matlab ortamında görüntü alınması ve alınan bu görüntülerin fotogrametrik olarak yönetilmesi sağlanmıştır.

Matlab programında yazılan program aracılığı ile tek video kamerası ile üç boyutlu koordinat bilgisinin elde edilmesi, aynı özellikli iki video kamera ile üç boyutlu koordinat bilgisi yanı sıra üç boyutlu görsel bilginin elde edilmesi mümkün olmaktadır.

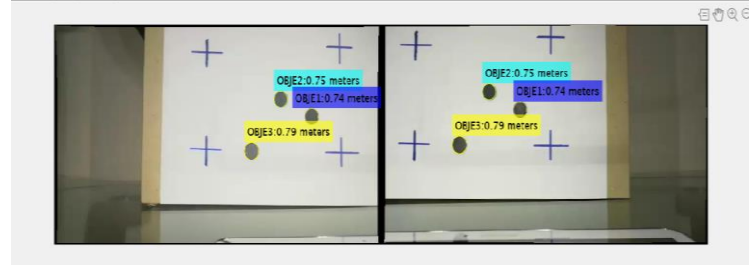
Objelerin tanımı, görüntü üzerinden çıkarımı ve takibi; insan gözünün çalışma prensibi ile aynı olmasına rağmen, insan gözünün algılayamadığı veya dikkatsizlik sonucu oluşabilecek kazaların önlenmesi ve insanların hayatlarını kolaylaştırabilmesi amacı taşımıştır. Geliştirilen programlar, sorunlara çözüm olmasına rağmen kusursuz değil ve geliştirilmeye açıktır.

Çalışma, video üzerinden obje koordinatları, dış yönelme parametreleri kullanılmaksızın resmin, kamera iç yönelme parametrelerine göre derinlik (z), kamera konumuna göre yatay (x, y) koordinatları elde edilmiştir. Bu değerler, distorsiyondan arındırılmış görüntü üzerinden gerekli program kod ve algoritmaları kullanılarak yatay koordinatları tespit edilen objelerin, Matlab programı içerisinde yer alan triangular matris dönüşüm modeli aracılığıyla, kamera parametreleri ve obje yatay koordinat dönüşümü yapılarak üç boyutlu koordinat bilgisi elde edilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Objelerin Üç Boyutlu Koordinatları

Aynı özellikteki kameralar ile çekilen video üzerinden, gerekli düzeltme ve dönüşüm parametreleri uygulamalarının ardından objelerin kameraya göre uzaklıkları, obje derinlik bilgisi elde edilmiştir. (Şekil 17).



Şekil 17. Objelerin kameraya olan uzaklıkları

#### 4. KAYNAKLAR

**Zarchan, P. ve Musoff, H.,** 2005. Fundamentals of Kalman Filtering: a practical approach. American Institute of Aeronautics and Astronautics

**Wan, E ve Merwe, Rudolph.,** 2000. The Unscented Kalman Filter for Nonlinear Estimation. Oregon Graduate Institute of Science & Technology

**Haykin, S.,** 2001. Kalman Filtering and Neural Networks. Wiley. New York

**Hakan, T.,** 2009. Detection and Classification of Objects and Texture, İstanbul.