



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE**  
**ENJEKTÖR ÜRETİMİNDE KALİTE**  
**KONTROLÜ**

**Mustafa TARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ocak-2020**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Mustafa TARI tarafından hazırlanan “Görüntü İşleme Teknikleri İle Enjektör Üretiminde Kalite Kontrolü” adlı tez çalışması 03/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof.Dr. Harun UĞUZ

#### Danışman

Doç.Dr. Hasan Erdiñç KOÇER

#### Üye

Dr.Öğr.Üyesi Ömer Kaan BAYKAN

### İmza

.....  
.....

.....  
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Mustafa TARI

03/01/2020

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ENJEKTÖR ÜRETİMİNDE KALİTE KONTROLÜ

Mustafa TARI

Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Hasan Erdinç KOÇER

2020, 65 Sayfa

Jüri

Doç.Dr. Hasan Erdinç KOÇER  
Prof.Dr. Harun UĞUZ  
Dr.Öğr.Üyesi Ömer Kaan BAYKAN

Gerek el işçiliği ile yapılan üretimlerde gerek makinalar ile yapılan seri üretimlerde, kalite kontrol üretim sürecinin ayrılmaz parçasıdır. Kalite kontrol işlemi üretimden daha fazla dikkat isteyen hata oranlarının minimize edilmesi gerektiği süreçtir. Kalite kontrolünün insan tarafından gerçekleştirilmesi, birçok işte olduğu gibi yorulma kaynaklı olması, hız gerektirmesi ve/veya fark edilemeyecek kadar küçük kusurların olması açısından zor ve hataya açıktır. Bu zorluklara kontrol edilecek malzemenin enjektör gibi saydam malzemeden yapılmış olması da eklenirse kontrol sürecinde hata yaşanma durumu ciddi şekilde artmaktadır. Bu nedenle bu süreçte kalite kontrol işleminin mümkünse tamamen makinalarla olması tercih edilmelidir. Tamamen makinalar tarafından olmaması durumunda en azından makine destekli olarak insan tarafından gerçekleştirilmesi tercih edilmelidir. İnsan gözü ile yapılan kalite kontrol prosesinde günümüzde görüntü işleme kullanılması sistemin geliştirilme sürecini kolaylaştırmakta ve tasarım sonrası kullanılabilirliğini arttırmaktadır.

Bu tez çalışmasında görüntü işleme teknikleri kullanılarak enjektör (şırınga) üretimi yapan bir işletmenin enjektör paketleme aşamasında kalite kontrol işlemini gerçekleştiren personele yardımcı olacak sistem tasarlanmıştır. Literatür taramasında enjektör üretiminin paketleme aşamasına yönelik oluşturulan kalite kontrol çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu sebeple çalışmanın ilk olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada görüntü almak için aydınlatma sistemiyle birlikte bir platform oluşturulmuş ve 12.2 MP endüstriyel kamera kullanılmıştır. Problemlerin çözümüne yönelik görüntü işleme tekniklerinden sıkça kullanılan şablon eşleştirme, haar-cascade sınıflandırıcısı, renk filtreleme, morfolojik işlemler gibi yöntemler birleştirilmiştir. Enjektör ve iğne ucu paketlenmesi aşamasında paket görüntüsü içinde enjektör/iğne ucu nesnelere yönelik var/yok/adet/yabancı madde tespit-kontrol üzerine çalışılmıştır. Kullanılan yaklaşımlar, kullanım amaçları ve doğruluk oranları ile şu şekilde sıralanabilir; şablon eşleştirme ile nesne tespiti %99.87, haar-cascade sınıflandırıcısıyla nesne tespitinde %90.49, renk filtreleme ile nesne tespiti %90.85 ve leke tespiti ile yabancı madde aranması %85.58'dir. Yöntemlerin ortalama çalışma süreleri; şablon eşleştirme 2.13sn, haar-cascade 0.015sn ve renk filtreleme-yabancı madde aranması 0.01sn olarak ölçülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Enjektör-şırınga üretimi, görüntü işleme, haar-cascade, renk filtreleme, şablon eşleştirme

## ABSTRACT

## MS THESIS

# QUALITY CONTROL IN SYRINGES PRODUCTION WITH IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

Mustafa TARI

Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Computer Engineering

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Hasan Erdinç KOÇER

2020, 65 Pages

Jury  
Assoc. Prof. Dr. Hasan Erdinç KOÇER  
Prof.Dr. Harun UĞUZ  
Asst.Prof.Dr Ömer Kaan BAYKAN

Quality control is an inseparable part of the production process both in handmade production and in mass production with machines. The quality control process is the process in which error rates that require more attention from production should be minimized. It is difficult and error-prone to carry out quality control by the human being, as with many jobs, due to fatigue, speed and / or imperceptible defects. Adding to these difficulties that the material to be controlled is made of transparent material such as an syringe, the error in the control process increases significantly. For this reason, it should be preferred that the quality control process in this process should be entirely with the machines. If it is not entirely by machines, it should be preferred that it is carried out by humans at least with machine support. The use of image processing in the human eye quality control process facilitates the development process of the system and increases its usability after design.

In this thesis, a system was designed to assist the personnel performing the quality control process in the syringe packaging stage of an enterprise producing syringe using image processing techniques. In the literature review, no quality control study for the packaging stage of injector production was found. Therefore, the study is considered to be the first.

In the study, a platform was created with the lighting system and a 12.2 MP industrial camera was used for image acquisition. Image processing techniques for solving problems; template matching, haar-cascade classifier, color filtering and morphological processing methods are combined. During the syringe and needle tip packaging phase, the presence/absence/quantity/foreign matter detection-control for syringe/needle tip objects was studied in the package image. Approaches used, purposes and accuracy rates can be listed as follows; object detection by template matching was 99.87%, object detection by haar-cascade classifier was 90.49%, object detection by color filtering was 90.85% and foreign matter detection by stain detection was 85.58%. Average working time of the methods; template matching was 2.13sec, haar-cascade 0.015sec, and color filtering-foreign matter search was 0.06sec.

**Keywords:** Color filtering, haar-cascade, image processing, syringe production, template matching

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde, yoğun temposundan değerli zamanını ve kıymetli bilgilerini esirgemeyen her daim desteğini gördüğüm danışman hocam Doç. Dr. Hasan Erdiñ KOÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen, ellerinden geldiğince yardımcı olan eşim Ayşe TARI'ya, aileme, akraba ve yakın çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Kafamı dağıtmama yardımcı olan kızlarım Fatma ve Emine'ye "iyi ki varsınız" demek isterim.

Son olarak Berika Medikal Firmasının Genel Müdürü Hayrettin ŞEKER başta olmak üzere firma çalışanlarına teşekkür ederim.

Mustafa TARI  
KONYA-2020

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Şırınga (Enjektör) .....	1
1.1.1. Enjektör üretimi .....	2
1.1.2. Paketleme sürecindeki problemler .....	3
1.2. Tezin Önemi .....	5
1.3. Tezin Organizasyonu .....	5
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>7</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>12</b>
3.1. Görüntünün Alınması .....	12
3.1.1. Endüstriyel kamera - lens .....	14
3.1.2. Görüntü alma platformu.....	15
3.1.3. Aydınlatma sistemi .....	16
3.2. Görüntünün Parçalanması.....	17
3.3. Enjektör – İğne Ucu Tespiti.....	17
3.3.1. Şablon eşleştirme .....	18
3.3.2. Haar-Cascade sınıflandırıcı.....	20
3.3.3. Renk filtreleme .....	22
3.3.4. Matematiksel morfolojik işlemler.....	23
3.4. Yabancı Madde Tespiti.....	25
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>27</b>
4.1. Şablon Eşleştirme ile Enjektör ve İğne Ucu Tespiti .....	27
4.1.1. Enjektör tespiti .....	27
4.1.2. İğne ucu tespiti .....	28
4.1.3. Şablon eşleştirme sonuçları .....	30
4.2. Haar-Cascade Sınıflandırıcı ile Enjektör ve İğne Ucu Tespiti .....	31
4.2.1. Haar-Cascade eğitim işlemi .....	31
4.2.2. Haar-Cascade sonuçları .....	32
4.3. Renk Filtreleme ile Nesne Tespiti .....	33
4.3.1. İğne ucu tespiti (renk filtreleme) .....	34
4.3.2. Renk filtreleme sonuçları.....	35
4.4. Yabancı Madde Tespiti .....	36
4.4.1. Leke tespitinin uygulanması .....	36

4.4.2. Leke tespitinin sonuçları .....	38
<b>5. ENJEKTÖR KALİTE KONTROLÜ YAZILIMI.....</b>	<b>40</b>
5.1. Yakalanan Görüntünün Parçalanması.....	40
5.2. Paket Görüntüsünde Enjektör Tespiti .....	41
5.3. Paket Görüntüsünde İğne Ucu Tespiti .....	42
5.4. Enjektörde Yabancı Madde Aranması .....	42
5.5. İğne Ucunda Yabancı Madde Aranması .....	43
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>45</b>
6.1. Sonuçlar .....	45
6.2. Öneriler .....	46
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>48</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>55</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

$\mu\text{m}$	: Mikrometre
CMYK	: Cyan-Magenta-Yellow-Key (Black) (Turkuaz-Eflatun-Sarı-Siyah)
CPU	: Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi)
GB	: Gigabyte
GHz	: Gigahertz
GLCM	: Gray Level Co-Occurrence Matrix (Gri Seviye Eş Oluşum Matrisi)
GMM	: Gaussian Mixture Models (Gaussian Karışım Modeli)
GN	: Gerçek Negatif
GP	: Gerçek Pozitif
GPU	: Graphics Processing Unit (Grafik İşlem Birimi)
HOG	: Histogram of Oriented Gradient (Yönlü Gradyan Histogramı)
HSV	: Hue-Saturation-Value (Ton-Doygunluk-Değer)
k-NN	: K-Nearest Neighborhood (En Yakın K Komşu)
LBP	: Local Binary Pattern (Yerel İkili Örüntü)
LDA	: Linear Discriminant Analysis (Lineer Ayırt Edici Analiz)
LED	: Light Emitting Diod (Işık Yayan Diyot)
mm	: Milimetre
MP	: Megapiksel
OPCE	: Optimization of Polarimetric Contrast Enhancement (Polarimetrik Kontrast İyileştirme Optimizasyonu)
OpenCV	: Open Source Computer Vision Library (Açık Kaynak Bilgisayarlı Görme Kütüphanesi)
RAM	: Random Access Memory (Rastgele Erişimli Bellek)
RF	: Random Forests (Rassal Orman)
RGB	: Red, Green, Blue (Kırmızı, Yeşil, Mavi)
SAR	: Sentetik Açıklıklı Radar
sn	: Saniye
SN	: Sahte Negatif
SP	: Sahte Pozitif
SVM	: Support Vector Machine (Destek Vektör Makineleri)
XML	: eXtensible Markup Language
YCbCr	: (YCC) Luminance - Blue Chrominance - Red Chrominance (Parlaklık - Mavi Kroma - Kırmızı Kroma)

## 1. GİRİŞ

Üretim süreci ile kalite kontrol süreci ayrılmaz bir bütün hatta üretimin içerisinde olan bir süreçtir (Kaliten, 2012). Kalite kontrol işlemi insan eliyle yapılan üretimlerde olmazsa olmaz olmakla birlikte makineler tarafından yapılan seri üretimlerde de mutlaka olması gereken bir süreçtir. Üretim yapan işletmelerin hedeflerini gerçekleştirebilmeleri kaliteli ürün üretmekten geçmektedir. Kalite kontrol süreci zamanla oluşabilecek hataların tespitidir (Şengül ve Şengül, 2018).

Üretim tamamen makineler tarafından yapılırsa bile kalite kontrol süreci tamamen veya kısmen insan tarafından yapılabilmektedir. Kalite kontrolünün insan tarafından gerçekleştirilmesi; birçok işte olduğu gibi yorulmadan, hız gerektirmesinden ve/veya fark edilemeyecek kadar küçük kusurların olmasından dolayı zor ve hataya açık bir işlemdir. Bu yüzden kalite kontrol sürecinden insan faktörünü tamamen olmasa da kısmen çekilmesi veya insana yardımcı sistemler kurulması gerekir.

Günümüzde ihtiyaca göre kalite kontrol sistemleri geliştirmenin oldukça fazla yöntemi mevcuttur. Bunlardan, birçok sektörde de uygulanabilen, kamera ile alınan görüntülerde görüntü işleme yöntemlerinin kullanılması çözümleri kolaylaştırmakta, hızlandırmakta ve hataları azaltmaktadır.

Tez çalışmasının konusu olan enjektör üretiminde kalite kontrol süreci insan tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu üretim sürecindeki kalite kontrol işleminde yukarıda bahsedilen zorluklara ek olarak enjektör ürününün saydam oluşu kontrol işleminde ek zorluklara neden olmaktadır.

### 1.1. Şırınga (Enjektör)

Sıvı veya sıvılaştırılmış halde bulunan maddeyi bir yerden başka bir yere el yardımıyla sağlanan basınçla aktarmaya yarayan basınçlı aygıttır. Şekil 1.1'de görüldüğü üzere şırınga, enjektör, enjektör içinde contası ve iğne ucu bulunan aygıttır.



**Şekil 1.1.** Berika Teknoloji Firması'nın ürettiği enjektör ve iğne ucu görüntüsü

Enjektörlerin üretim amacı sağlık sektörü olsa da bir yerden sıvı çekmek veya bir yere sıvı enjekte etmek amacıyla da kullanılmaktadır.

### 1.1.1. Enjektör üretimi

Enjektör üretimi ham madde girişinden üretilen ürünün paketlenmesine ve sonrasında paketli ürünün muhafazasına kadar özenle çalışılması, steril şartlarının kesinlikle üst seviyede tutulması gereken süreçtir. Özellikle paketlenme işlemi tamamlanana kadar geçen süre boyunca hijyen konusunda; çalışma ortamının hazırlanmasına, çalışanların temizliğine, mamul-yarı mamul stok şartlarına azami özenin gösterilmesi gerekmektedir. Enjektörler sağlık sektöründe kan alma vb. işlemlerde kullanılan gereçlerdir. Bu gereçlerin insan sağlığı için gerekli hijyen şartlarını taşıması büyük önem arz etmektedir.

Üretim süreci kısaca özetlenecek olursa:

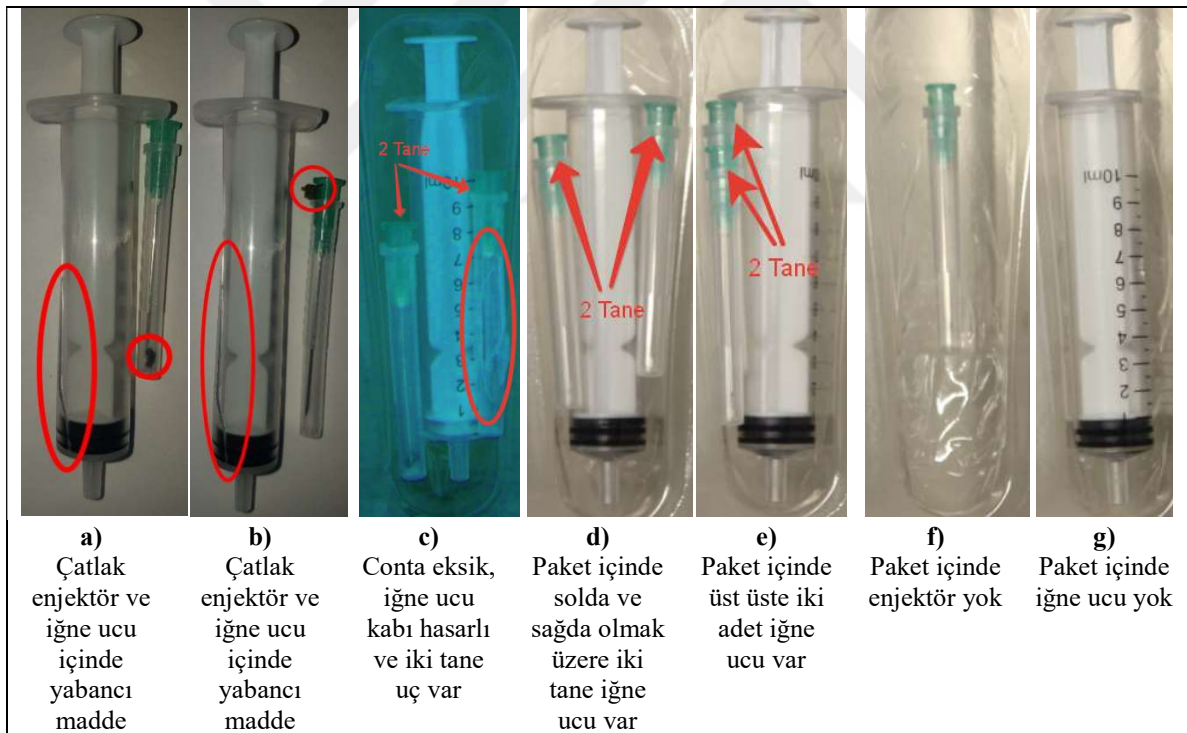
- Plastik-metal hammaddenin yarı mamule dönüştürülmesi
- Parçaların bir araya getirilip montajlanması
- Her bir pakete bir enjektör bir iğne ucu yerleştirilip paketlenmesi
- Paketlerin kutu-koli yerleştirilmesi
- Sterilizasyon işlemi

Bu tez çalışmasında paketlenme sürecinde karşılaşılan problemlere odaklanılmıştır.

### 1.1.2. Paketleme sürecindeki problemler

Birçok üretim sürecinde olduğu gibi enjektör üretiminde ve paketlenmesinde de bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Paketleme sürecinde karşılaşılan sorunları şu şekilde sıralayabiliriz.

- Enjektörün kırık veya çatlak olması (Şekil 1.2-a, Şekil 1.2-b),
- Enjektör pistonunun ucundaki conta'nın olmaması (Şekil 1.2-c),
- İğne ucu veya enjektörde yabancı madde bulunması (Şekil 1.2-a, Şekil 1.2-b),
- İğne ucunun plastik kabının içine fazla girmesi ve/veya kabını kırması (Şekil 1.2-c),
- Paket içerisinde enjektör ve iğne ucunun birer adet olmaması (Şekil 1.2-c, Şekil 1.2-d, Şekil 1.2-e, Şekil 1.2-f, Şekil 1.2-g)



Şekil 1.2. Örnek üretim hataları

Yukarıda maddeler halinde sıralanmış ve Şekil 1.2’de gösterilmiş olan sorunlardan ilk ikisi enjektörün çalışma prensibini bozmaktadır. Yani enjektörün pistonu çekildiği zaman hava-sıvı emme eylemini yapamadığı sorunlardır. Üretim sonrası enjektörde

olabilen bu çatlaklığı veya conta eksikliğini tespit etmek adına firma Şekil 1.3’de görülen sızdırmazlık test sistemini kullanmaktadır.



Şekil 1.3. Firmanın geliştirmiş olduğu enjektör sızdırmazlık test sistemi

Şekil 1.3’de görülen sistemin genel çalışma mantığı, enjektörün sıvı giriş-çıkışı olması gereken ucunun hava girmeyecek şekilde kapanmasından sonra pistonu gövdeden ayrılmayacak şekilde tamamen çekilmesi ile enjektör içinde havasız ortam oluşturulması ve serbest bırakılması ile havasız ortamın pistonu tekrar çekmesine dayanmaktadır. Eğer pistonun çekilmesi ile enjektör içine hava girmediyse herhangi bir çatlak, kırık veya conta eksikliği yok demektir. Dolayısıyla piston tekrar kapanacaktır. Ama içine hava aldıysa bunun nedeni belirtilen eksikliklerin en az birinin olmasından dolayıdır. Hava alması sonucunda makine tarafından çekilen piston çekildiği konumda kalacak kapanmayacaktır. Sistem bu işlem sonrasında enjektörleri pistonların kapanıp kapanmasına göre ayrıştırarak enjektörde kırık-çatlak veya conta eksikliği sorunlarına yönelik kalite kontrolünü geliştirmiştir. Enjektör sızdırmazlık test sisteminin kırık-çatlak veya conta eksikliği sorunlarını kontrol etmesi sebebiyle tez kapsamında bu sorunlar ile ilgili çalışma yapılmaya ihtiyaç duyulmamış olup paket içinde enjektörün ve iğne ucunun varlığına, iğne ucu plastik kabının kontrolüne son olarak yabancı madde aranmasına odaklanılmıştır.

## 1.2. Tezin Önemi

Tez çalışmasında yukarıda bahsedilen paket içinde enjektörün ve/veya iğne ucunun birer adet olmaması, iğne ucu plastik kabının kırılması ve enjektörde veya iğne ucunda yabancı madde olması problemlerine çözüm olmak için enjektör üretimine yönelik görüntü işleme tabanlı bir kalite kontrol sisteminin geliştirilmesi sağlanmıştır.

Günümüzde bahsedilen sorunlara yönelik kontrol işleminde, seri üretim hattında paketleme öncesinde kalite kontrolünü gerçekleştirmek üzere iki personel görevlendirmiş durumdadır. Bu personeller üretim hattında paketleme öncesi hattan gelen enjektör ve iğne ucunu kontrol etmektedir. Hattan yaklaşık 4 saniyede bir 2 sıra ve her sırada 8 adet paket olmak üzere 16 adet paket geçmektedir. Hat hızı düşünüldüğünde personellerin 0.25sn kadar kısa bir sürede denetimleri yapması ve varsa sorunlu ürünü çıkartması/eklemesi beklenmektedir. Gerek yorulma ve gerekse gözden kaçırma durumlarından dolayı paketlenen ürünlerde hata olma durumu yaşanmaktadır. Hastanelere giden bu hatalı ürünlerin tespiti sonrasında işletmeler büyük itibar ve maddi kayıplara uğramaktadır. İhalenin feshi, o partide üretilen ürünlerin toplatılması hatta üretimin durdurulması gibi ciddi yaptırımlarla karşılaşılabilir. Tezde yapılan sistemin, kalite kontrol personelinin işini kolaylaştırması yanında bu tür yaptırımların önüne geçmesi açısından ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

Yapılan literatür taramasında görüntü işleme ile ilgili yapılan çok fazla çalışmanın mevcut olduğu görülmüş fakat enjektör üretiminin paketleme aşamasıyla ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yönüyle tez ile yapılan çalışma ilk olmuştur.

## 1.3. Tezin Organizasyonu

Bu tez çalışması altı ana bölümden oluşmakta olup bölümlerin içeriği hakkında kısa bilgiler şu şekildedir.

Birinci bölüm “Giriş” bölümüdür. Bu bölüm içerisinde kalite kontrolün öneminden, kullanılacak ana materyal olan enjektörün tanımından, enjektör üretiminden ve üretiminde karşılaşılan problemlerden ve tezin öneminden bahsedilmiştir.

İkinci bölüm “Kaynak Araştırması” bölümüdür. Bu bölümde birinci bölüme konu olan problemlerin çözümünde kullanılabilecek yöntemleri literatürde daha önce kullanan çalışmalar üzerine yapılan araştırmadan bahsedilmiştir.

Üçüncü bölüm “Meteryal ve Yöntem” bölümüdür. Bu bölüm içerisinde çalışmada kullanılacak verinin elde edilmesinden ve verileri işlemede kullanılan yöntemlerin çalışmasından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölüm “Araştırma Sonuçları ve Tartışma” bölümüdür. Bu bölüm içerisinde çalışmada uygulanan yöntemlerin uygulama şekillerinden ve sonuçlarından bahsedilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölüm “Enjektör Kalite Kontrolü Yazılımı” bölümüdür. Bu bölüm içerisinde çalışma için geliştirilen yazılım hakkında bilgiler verilmiş ve yazılımın ekran görüntüleri sunulmuştur.

Altıncı ve son bölüm “Sonuçlar ve Öneriler” bölümüdür. Bu bölüm içerisinde çalışmanın, yöntemlerin ve sonuçlarının genel değerlendirmesi yapılmıştır. Son olarak araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Giriş bölümünde bahsedilen problemlerin çözümüne ilişkin görüntü işleme yöntemleri kullanılmıştır. Ele alınan probleme benzerlik gösteren konularda literatür taraması yapılmış ve bulunan çalışmalar incelenmiştir. Bu bölümde bulunan çalışmalar sunulmuştur.

Berg ve Malik (2001), şablona ve incelenecek olan görüntüye geometrik bulanıklık uygulanmasının ardından şablon eşleştirme yöntemini kullanmışlar. Çalışmaları uzun menzilde hareket algılama, nesne algılama ve iki görüntü arasındaki farklılıkları bulma konularında görevleri yerine getiren uygulama geliştirmişler.

Belongie ve ark. (2002), şablon eşleştirme ile şekil ve nesne tanıma için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Toplamda 300 adet ticari marka logolarının olduğu veritabanındaki logolardan her birini sırasıyla diğerleri ile karşılaştırarak aralarındaki benzerlik oranlarını tespit etmişler.

Karakaya ve ark. (2009), makalelerinde HOG algoritması kullanarak nesne tanıma çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında Altera Cyclone II FPGA içeren Terasic DE2 boardu kullanarak kendilerinin oluşturdukları 125 adet şekil üzerinde yaptıkları tanıma yönteminde %100 bir başarı elde etmişler.

Yigit ve Temizel (2010), çalışmalarında Gaussian Karışım Modeli (GMM) kullanarak nesne tespitini gerçekleştirmişler, elde edilen şablonu termal kameradan alınan görüntü ile birleştirerek tespit edilenin canlı/cansız olduğuna karar vermişlerdir. Bu sayede terk edilmiş cansız nesnelere tespit ederek şüpheli paket alarmı verilmesini sağlamışlar. Hareketsiz duran ama canlı olan nesnelere kaynaklı hatalı alarmları yok etmişler.

Altunkurt ve Kahrıman (2011), makalelerinde kamera önünden geçen önceden belirledikleri nesneyi görüntünün ortasında kalması için kamerayı step motor ile döndürmeyi sağlamışlar. Çalışmalarında nesnenin farklı ışık durumlarına göre renk aralıklarını çıkartmışlar ve maksimum-minimum RGB değerlerine göre arka plan çıkartımı yapıp nesnenin konumunu tespit etmişlerdir.

Karakoç (2011), tezinde görüntü içinde görüntü arama problemi üzerinde durmuştur. Bu amaçla, görüntüyü aramak için genetik algoritmalar ve tanıma işlemi için ise yapay sinir ağları ile çeşitli yöntemler kullanmıştır. Bu çalışma sonunda paralel arama yöntemlerinin tek iş parçacıklı aramalara göre, akıllı arama yöntemlerinin ise kaba kuvvet arama yöntemlerine göre daha başarılı sonuçlar ürettiğini görmüştür.



Zhang ve ark. (2011), çalışmalarında PASCAL VOC2007 veri seti üzerinde çalışarak LBP ve HOG yöntemlerini birleştirmişler. Performans olarak nesne tespitinde en iyi yöntemi geliştirdiklerini belirtmişlerdir.

Heng ve ark. (2012), çalışmalarında nesne tespit işleminin sınırlı sayıda olan veri setiyle bile destek vektör makinelerine (SVM) nazaran LBP yönteminin daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir.

Mora ve ark. (2013), çalışmalarında retina görüntüsünden otomatik teşhis koyma uygulamasında ışık parlamasından kaynaklı hatalı olan görüntülerin neden olduğu yanlış teşhis koymanın önüne geçmeyi hedeflemişler. Görüntüden ışık parlaması gibi yabancı durumları çıkartmak için şablon eşleştirme yöntemini tercih etmişler.

Ulutaş ve ark. (2013), çalışmalarında verilen görüntülerde örneğin bir adet olan nesneden iki adet varmış gibi gösterilmesi durumunun tespiti üzerine yoğunlaşmışlar. Yani görüntülerdeki “Kopyala-taşı işlemi uygulanmış mı?” problemine LBP yönteminden faydalanarak çözüm bulmuşlar.

Soo (2014), makalesinde o zamana kadar genelde yüz tanıma için kullanılan Haar-Cascade sınıflandırıcısının nesne tespiti içinde kullandıklarını belirtmişler. Çalışmalarını Python dilinde OpenCV kütüphanesini kullanarak geliştirmişler.

Danacı ve Cinbiş (2015), makalelerinde görsel nitelik sınıflandırmada kullanılan alt düzey özniteliklerden hangilerinin sınıflandırmaya daha çok katkısının olduğunu tespit etmeye çalışmışlar. Renk ve şekil bilgisini farklı detaylarda ele alan alt düzey özniteliklerin, nitelik sınıflandırmaya katkısını araştırmışlar. Elde edilen sonuçlara göre; LBP, Renk, Texton, HOG ve ColorSIFT öznitelikler, arasından arasında en yüksek başarıyı ColorSIFT sağlamıştır. Farklı özniteliklerin birlikte kullanım kombinasyonları arasından en yüksek başarı ise, ColorSIFT-HOG-Renk özniteliklerinin bir arada kullanılması ile elde edilmiştir.

Öztürk ve ark. (2015), çalışmalarında kamera ile nesnenin renk değerlerinden faydalanarak nesne takip uygulaması yapmışlardır. Uygulamalarını gömülü sistem üzerinde çalıştırmışlar.

Schneider ve ark. (2015), çalışmalarında havadan lazer tarama ile alınan görüntüler üzerinde şablon eşleştirme kullanarak odun sahalarının otomatik haritalanmasını sağlayan bir yaklaşım sunmuşlar.

Karaköse ve ark. (2016), üretim bandından geçen ürünlerin sayımı üzerine çalışmışlar. Birbirine temas etmeyen ürün görüntülerinde GMM’yi kullanarak arkaplan çıkartma işlemi, birbirine temas eden ürün görüntülerinde ise Convex Hull yöntemi ile

nesnelerin kenarlarını çizdirerek üretim bandından geçen ürünlerin sayım işlemini yapmışlar.

Pham ve ark. (2016), hareketli nesnelere tespit etmek üzerine çalışma yapmışlar. Çalışmada sabit bir kameradan alınan görüntüler üzerinden hareketli nesnelere tespit etmek için arka plan çıkarma yöntemini kullanmışlar. Arka plan çıkarma yönteminin bazı hareketli nesnelere de arka plan olarak görmesi durumunda ikinci teknik olarak şablon eşleştirme tekniğini kullanmışlar. Yöntemlerin birleştirilmesi ile sistemin daha kararlı ve hızlı çalıştığını ifade etmişler.

Bora (2017), çalışmasında renkli görüntülerde kenar algılama üzerine yoğunlaşmıştır. Renk bilgisi olarak HSV renk uzayını kullanmış ve kenar bulma için ise sobel algoritmasını çok yönlü olarak uygulamıştır. Elde ettiği sonuçların gereksiz kenar içermediğini ve görüntülerde gürültü olması durumunda en iyi algoritmalarla kıyasla yüksek başarımlı çalıştığını savunmuş. Dezavantaj olarak ise cevap süresinin uzun olmasını göstermiş.

Hamuda ve ark. (2017), tarladaki mahsülleri yabancı ot ve topraktan ayırt edecek mahsulün konumunu ve kütle değeri hesaplayacak bir çalışmada bulunmuşlar. Çalışmalarını doğal ışık altında alınan görüntülerin HSV renk uzayı değerlerine filtre uygulayıp ardından morfolojik işlemlerle aşındırma ve genişletme yaparak yüksek başarımlı oranı elde etmişler.

Hanbay ve Üzen (2017), nesne tespit ve takip yöntemleri üzerine derleme çalışması yapmışlar. Çalışmalarının sonucu olarak LBP metodunun işlem zamanı yüksek olmasına karşın yüksek doğrulukta çalıştığını ifade etmişlerdir.

Kaynar ve ark. (2017), çalışmalarında kumaş üretimi hattındaki kumaşın kalite kontrolü yapmak adına LBP-GLCM yöntemleri üzerine yoğunlaşmışlardır. Her iki yöntemde %90 üzerinde başarı ürettiğini belirtmişler.

Ye ve ark. (2017), Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) görüntüleri üzerinden nesne tanıma yönelik çalışma yapmışlar. Çalışmada nesnelerin şekillerini çıkartarak şablon eşleştirme ile şekilsel benzerliğini tespit etmişler.

Baranowski ve ark. (2018), patentlerinde Random Forest (RF) karar ağaçları yöntemi ile GPU kullanarak nesne algılama çalışması geliştirmişler. Alt kümelere parçalanmış görüntüleri, aynı şekilde yapılandırılmış ama birbirinden bağımsız çalışan birçok RF karar ağaçlarına LBP yönteminin sonucunu giriş olarak uygulanmışlar. Karar ağaçlarını alt görüntüde nesne olma olasılığını hesaplanması için kullanmışlar. GPU

kullanılarak ve RF ile yapılan tespit işleminin paralel işlem mimarisini, diğer sınıflandırıcı yöntemlere nazaran daha verimli kullandığını iddia etmişlerdir.

Karim ve ark. (2018), uydu görüntülerinden gölgede kalan araç tespiti üzerine çalışmışlar. Öznitelik çıkarımı için HOG yöntemini kullanırken sınıflandırma için ise Destek Vektör Makinaları (SVM) yöntemini kullanmışlar. HOG algoritmasının gölgede kalan araç görüntüleri gibi kesin ton geçişlerinin olmadığı görüntülerde çok kullanışlı olduğunu belirtmişler.

Liu ve ark. (2018), araştırmalarında nesne tespiti için derin öğrenme üzerine incelemelerde bulunmuşlar. Araştırmacılar tarafından; PVANet, PANet, DCN, DPFCN, SegDeepM, DeepIDNet, ION, CPF, MRCNN vb isimlerle literatüre eklenen başarılı çalışmaları birbirleri ile kıyaslamışlar. Son birkaç yılda elde edilen muazzam başarılarla rağmen hala insan seviyesinde performans elde edilemediği tespitinde bulunmuşlardır.

Shrivastava ve ark. (2018), makalelerinde Haar-Cascade ve LBP algoritması kullanılarak yüz tanıma sistemi geliştirdiklerini belirtmişler. Cinsiyet ayırımında ise LDA modelini kullanmışlar.

Şimşek ve ark. (2018), makalelerinde doğal yaşamı incelemek ve güvenlik gibi amaçlarla bir sistem geliştirmişler. Bu sistem ile kamera önünde herhangi bir hareket olduğu zaman fotoğraf çekip görüntüdeki nesnenin ne olduğunu tespit etmeye hedeflemişler. Görüntüden arka plan çıkartılmasının ardından elde edilen nesne görüntüleri üzerinde SIFT, renk histogramı, LBP ve HOG tanımlayıcıları kullanılarak nesnelerin özniteliklerini çıkartmışlar. Çıkartılan bu öznitelikleri destek vektör makinaları (SVM), en yakın kümeler (k-NN) ve rastgele orman yöntemleri ile sınıflandırmışlardır.

Sledeviè ve ark. (2018), çalışmalarında Xilinx Virtex 4 FPGA'da VHDL kullanılarak LBP ve HOG öznitelik çıkarım algoritmaları aracılığıyla hareket algılama ve nesne takibi uygulaması gerçekleştirmişler. Geliştirdikleri uygulamada aynı anda sekiz farklı hareketli nesneyi tespit edip işaretleme yaptıklarını belirtmişler.

Vashistha ve ark. (2018), kameradan alınan görüntülerde şiddet var/yok tespit etme çalışması yapmışlar. Çalışmada nesne tespiti için LBP, şiddet var/yok karar verme yöntemi olarak ise SVM kullanmışlar.

De Saxe ve Cebon (2019), tır çekicisi ile römork arasındaki açının tespiti için geliştirdikleri sistemin mevcut sistemlere göre temassız ve hızlı olması nedeniyle daha pratik çözüm sunduğunu ileri sürmüşler. Çalışmada kameradan aldıkları görüntüde şablon eşleştirme yöntemi kullanarak sonuca ulaşmışlar.

Gong ve ark. (2019), çalışmalarında düşük kalitede retina görüntüsü veren cihazlardan aldıkları görüntülerle retina sağlık durumunun takibini şalon eşleştirme yöntemini kullanarak gerçekleştiren RetinaMatch isimli uygulama geliştirmişlerdir.

Leyden ve ark. (2019), bilgisayarlı tomografi görüntülerinde 25 adet şablon karaciğer görüntüsünü kullanarak şablon eşleştirme yöntemi ile karaciğerin yerinin tespiti üzerine çalışmışlar.

Liu ve Zhong (2019), nesne izlemede karşılaşılan arka plan rengi ile hedef renk benzer olduğunda izleme performansının düşmesi soruna iyileştirme sunduklarını belirtmişler. Çalışmalarında HSV renk uzayını tercih etmişler. Ayrıca LBP yöntemi için iyileştirme önermişler.

Nie ve ark. (2019), deprem sonrası bina hasarının tespitine yönelik yöntem geliştirdikleri bir çalışma ortaya koymuşlar. Sentetik Açıklı Radar (SAR) ile alınan görüntülerden hasar tespiti yapabilmek adına görüntülere Polarimetrik Kontrast Geliştirme (OPCE) ile şablon eşleştirme yöntemlerini birleştirerek kullanmışlar.

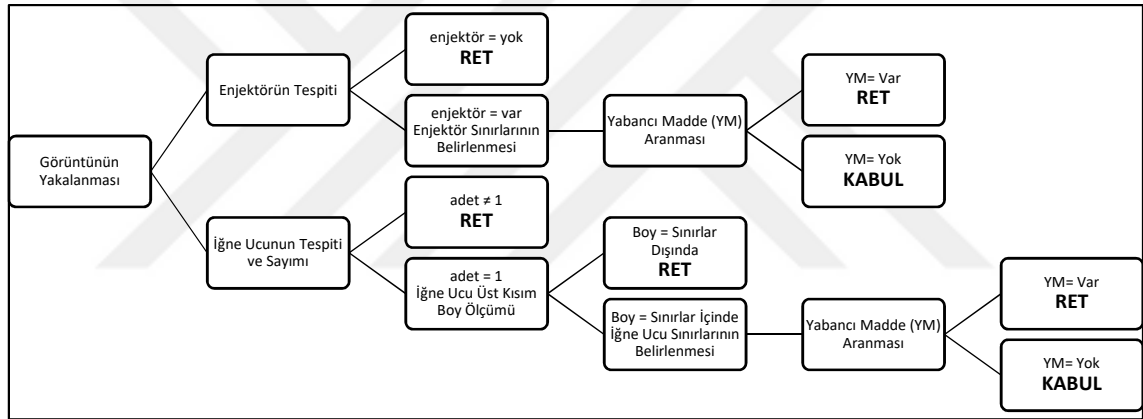
Yapılan araştırmalar sonucunda enjektörün iğne ucu üretiminde iğnenin vücuda ilk giren keskin tarafının kontrolünde kamera sistemlerinin ticari olarak kullanıldığı görülmüştür. Fakat paketleme aşaması için herhangi bilgiye rastlanılmamıştır. Bu yönüyle tez için yapılan çalışma ilk olma özelliği taşıdığı düşünülmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde tezde kullanılan materyallerin elde edilmesi ve problemlerin çözüm yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Tez çalışmasında kullanılan veriler şırınga üretimi yapan bir fabrikadan alınmış olup tez konusu olarak giriş bölümünde de bahsedilen enjektör üretiminin paketleme hattındaki problemlere odaklanılmıştır.

Problemlerin çözümüne yönelik Şekil 3.1’de görülen akış diyagramı takip edilmiştir. Programlama dili olarak Python kullanılmış ve OpenCV Kütüphanesi başta olmak üzere çeşitli kütüphanelerden faydalanılmıştır. Programın çalıştırıldığı sistemin işlemcisi (CPU) Intel Core i7-5500U 2.4GHz ve geçici belleği (RAM) 8GB’dır. Ayrıca grafik işlemcisi (GPU) kullanılmamıştır.



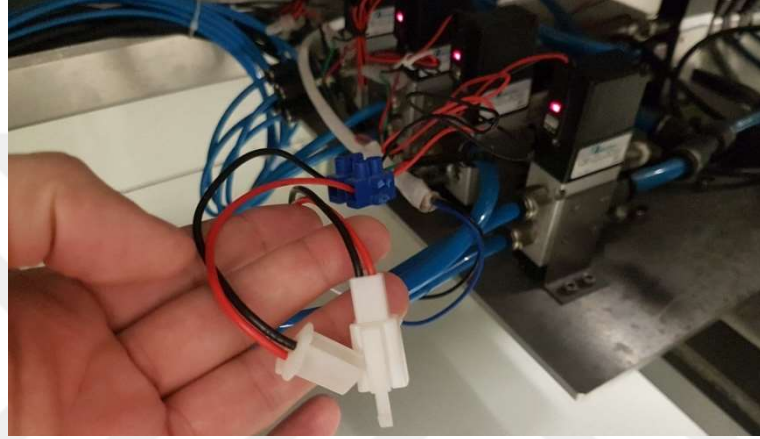
Şekil 3.1. Sistemin akış diyagramı

#### 3.1. Görüntünün Alınması

Şekil 3.2’de görülen paketleme hattında yaklaşık olarak 4 sn. aralıklarla iki sıra ürün ilerliyor ve duruyor. Süre ölçümleri sonrasında her zaman için net standart bir süre olmadığı görülmüştür. Bizim görüntü almamız için paketlerin hareketsiz kaldığı anın daha sağlıklı olacağı düşüncesiyle paket ilerlemesinin durmasının ardından paketleri kesen bıçakların çalışmaya başladığı görülmüştür. Bıçakları çalıştıran valf bulunmaktadır buraya gelen sinyal hattından Şekil 3.3’de görüldüğü gibi paralel hat çekilmiştir.



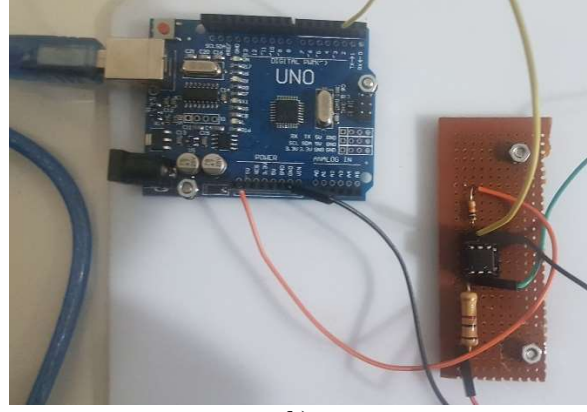
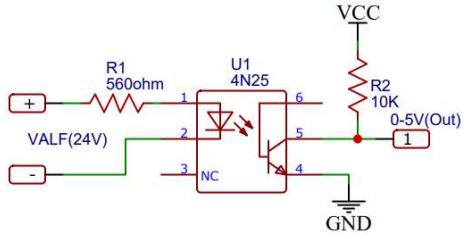
Şekil 3.2. Paketleme hattı



Şekil 3.3. Valf'e gelen sinyalden alınan paralel hat

Paketleme makinesinden alınan paralel hattın fotoğraf çekilmesini tetiklemesi için paketleme bandının durduğunu belirten elektriksel sinyali makinada mevcut olan elektriksel sistemden izole edip optik bir şekilde aktarılması Şekil 3.4'de görüldüğü gibi 4n25 optokuplör devresi ile sağlanmıştır. Optokuplör, iki sistem arasında sinyal iletmeyi optik olarak gerçekleştiren dolayısıyla elektriksel parazitlenmeleri ve sistemlerin birbirine zarar vermelerini engelleyen elektronik yalıtım devre elemanıdır (Türker ve Güler, 2014).

Şekil 3.4-a'da çizimi verilen optokuplör devresi Şekil 3.4-b'deki gibi yapılmış olup optokuplör devresinden gelen sinyal Arduino UNO karta aktarılarak buradan da bilgisayara USB port üzerinden seri haberleşme ile paketleme hattının durma bilgisinin bilgisayara iletilmesi sağlanmıştır.



a)

b)

Şekil 3.4. a: Optokuplör devresi, b: Optokuplör ile Arduino UNO bağlantısı

Arduino, portlarına sensörlerden gelen veriyi okuyabilen ve/veya portlarına çıkış gönderebilen programlanabilir, işlemcili, tümleşik elektronik bir karttır (Arduino, 2019).

### 3.1.1. Endüstriyel kamera - lens

Görüntü almak amacıyla kullanılan kamera Şekil 3.5-a'da görülen Basler acA4024-29uc ve lens olarak ise Şekil 3.5-b'de görülen Fujinon HF8XA-5M'dir.



a)



b)

Şekil 3.5. a: Kamera (Basler, 2019) b: Lens (FujiFilm, 2019)

Kamera Çizelge 3.1'de görüldüğü üzere 12.2 MP (Mega Piksel) çözünürlüğe sahiptir.

Çizelge 3.1. Kamera ve Lensin Teknik Özellikleri (Basler, 2019; FujiFilm, 2019)

Kameranın Teknik Özellikleri		Lensin Teknik Özellikleri	
Sensör	IMX226	Odak Uzaklığı	8mm
Sensör Tipi	CMOS	İris Menzili	F1.6- F16
Çözünürlük	4,024 x 3,036 piksel (12.2MP)	Görüş Açısı	58.4°×44.6°
Piksel Boyutu	1.85 µm x 1.85 µm	Sensör boyutu (std.)	2/3" (3.45µm)
Kare Yakalama Hızı	31 fps	Sensör boyutu (maks.)	2/3" (3.45µm)
Mono / Renkli	Renkli	Çalışma Mesafesi	∞-100mm
Arayüz	USB 3.0	Netleme Ayarı	Manuel
Piksel Bit Derinliği	10 veya 12 bit	İris Ayarı	Manuel
Lens Bağlantısı	C-Mount	Çerçeve	C-Mount

### 3.1.2. Görüntü alma platformu

Görüntü almak amacıyla kamerayı monte edeceğimiz en iyi konum paket içerisine ürünlerin koyulduğu ama paketlemenin bitirilmediği konumdur. Makinenin titreşiminden kamerayı izole etmek adına paketleme hattının üstünde ama makineden bağımsız olacak şekilde sigma alüminyum profil malzeme kullanılarak Şekil 3.6'da görüldüğü gibi bir platform yapılmıştır.



Şekil 3.6. Kamera ve aydınlatmanın sabitlendiği platform

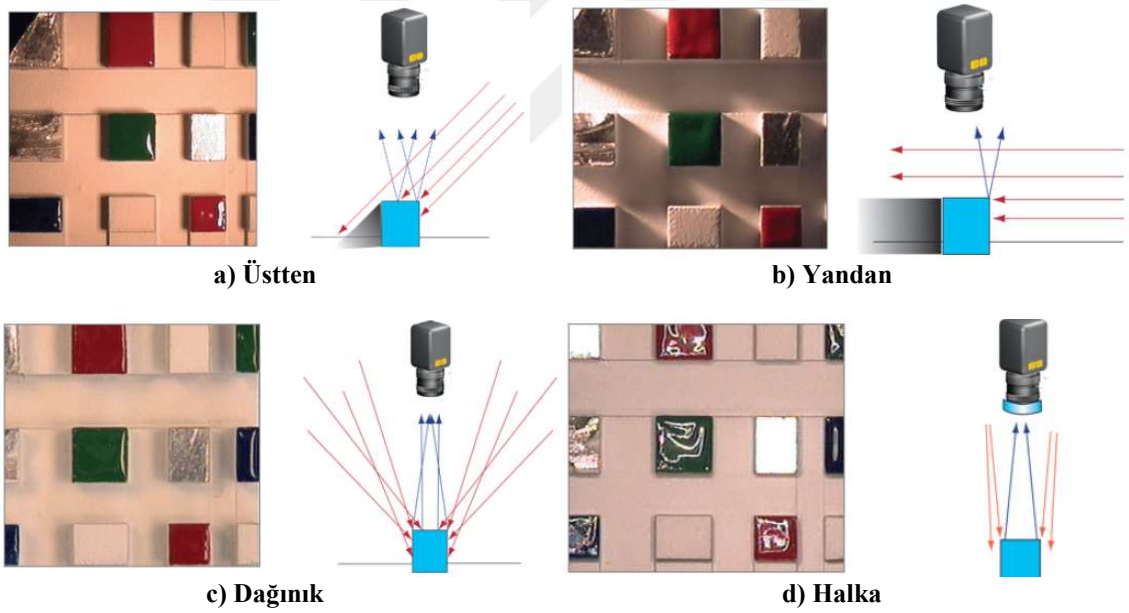


### 3.1.3. Aydınlatma sistemi

Görüntü işleme sistemlerinde kamera, lens, yazılım gibi faktörlerin yanında aydınlatma da büyük önem arz etmektedir. Aydınlatma için kullanılacak olan aydınlatma sisteminden çıkan ışığın; kaynaktan çıkıp nasıl ilerlediği, aydınlatmanın kamera ve nesneye göre konumu çok önemlidir. Aynı kamera ile alınan aynı karenin görüntüsü farklı aydınlatma seçeneklerinden dolayı farklı çıktılar üretebilir (Özcan, 2016).

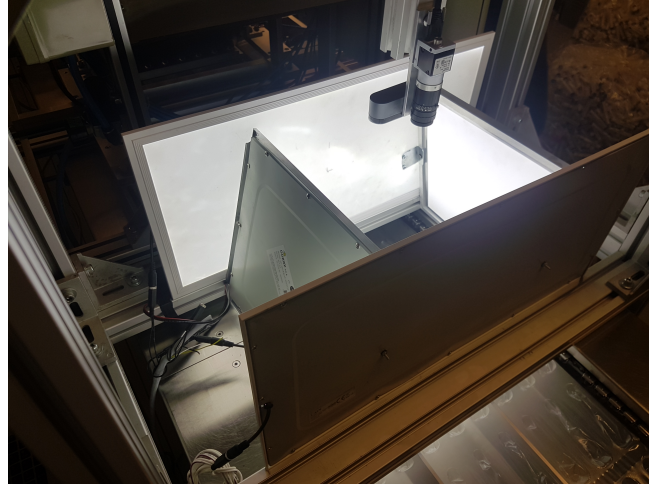
Bir görüntü karesinden 16 farklı paket görüntüsü alındığı için ışığın tüm paketler üzerinde eşit şekilde düşmesi ve herhangi bir gölge oluşumu ya da parlama olmaması gerekmektedir. Bu durumdan dolayı ışığı panel alanının tamamından eşit bir şekilde yayması sebebiyle aydınlatma için LED paneller tercih edilmiştir.

Aydınlatmanın konumlandırılması için Şekil 3.7’de görüldüğü gibi birçok seçenek mevcuttur. Tercih edilen konumlandırma seçeneği Şekil 3.7-c’de görüldüğü gibi dağınık aydınlatma olmuştur.



Şekil 3.7. Çeşitli aydınlatma konumuna göre alınan görüntü örnekleri (EdmundOptics, 2018)

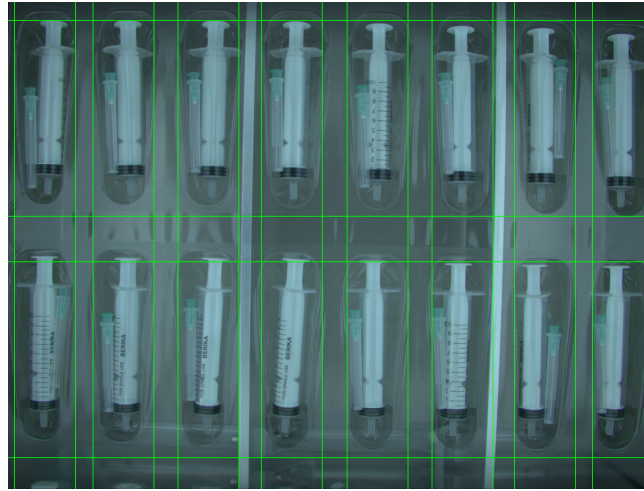
Görüntü alma platformu ile aydınlatma sisteminin birleştirilip çalışır vaziyetteki son hali Şekil 3.8’de görüldüğü şekildedir.



Şekil 3.8. Görüntü alma platformu ve aydınlatma sistemi

### 3.2. Görüntünün Parçalanması

Kameradan görüntü 4024x3036 piksel boyutlarında alınmıştır. Görüntüde Şekil 3.9'da görüldüğü üzere 16 adet paket görüntüsü mevcuttur. Görüntü yine Şekil 3.9'da görüldüğü üzere 16 parçaya bölünmüş (380x1220 piksel olacak şekilde) ve arama işlemleri başlatılmıştır.



Şekil 3.9. Görüntünün paketlere göre parçalanması

### 3.3. Enjektör – İğne Ucu Tespiti

Hem enjektör hem de iğne ucu tespiti için öncelikle şablon eşleştirme yöntemi denenmiştir. Hız olarak şablon eşleştirme yönteminin avantajlı görülmemesi neticesinde

enjektör için Haar-Cascade sınıflandırıcı ve iğne ucu için ise renk maskeleyme yöntemi kullanılmıştır.

### 3.3.1. Şablon eşleştirme

Şablon Eşleştirme, kayan pencere yöntemiyle şablon görüntüyü hedef görüntü üzerinde benzerlik oranlarına göre arama yapan yöntemdir (Yoo ve ark., 2014; Pişkin, 2016). Şablon eşleştirme için OpenCV kütüphanesinin fonksiyonları kullanılmıştır. OpenCV, görüntü işleme ile ilgili çeşitli algoritmaları içeren 500 den fazla fonksiyonu olan açık kaynak bir kütüphanedir (Bradski ve Kaehler, 2008; OpenCV, 2015).

Şablon eşleştirmede hedef görüntü üzerinde aranan şablonun benzerlik oranı Denklem 3.1'de verilen çeşitli formüllerle hesaplanmaktadır.

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2 \quad (3.1-a)$$

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2}{\sqrt{\sum_{x', y'} (T(x', y'))^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}} \quad (3.1-b)$$

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y')) \quad (3.1-c)$$

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} (T(x', y'))^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}} \quad (3.1-d)$$

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y')) \quad (3.1-e)$$

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} (T'(x', y'))^2 \cdot \sum_{x', y'} I'(x + x', y + y')^2}} \quad (3.1-f)$$

$$T'(x', y') = T(x', y') - 1/(w \cdot h) \cdot \sum_{x'', y''} T(x'', y'') \quad (3.1-g)$$

$$I'(x + x', y + y') = I(x + x', y + y') - 1/(w \cdot h) \cdot \sum_{x'', y''} I(x + x'', y + y'') \quad (3.1-h)$$

Denklem 3.1’de verilen formüllerde;  $R(x,y)$ , hedef görüntü üzerinde kayan şablon görüntünün bulunduğu sol üst noktadan şablonun örtüştüğü piksel değerlerinin tamamındaki benzerlik sonucunu temsil etmektedir.  $x$  ve  $y$  değerleri ise şablonun sol üst köşesinin, hedef görüntü üzerinde bulunduğu piksel konumunu temsil etmektedir.  $x'$  ve  $y'$  değerleri şablon görüntünün kendi içerisindeki piksel konumunu temsil etmektedir.  $T(x',y')$  şablon görüntünün,  $T'(x',y')$  düzenlenmiş şablon görüntünün,  $I(x+x',y+y')$  hedef görüntünün ve  $I'(x+x',y+y')$  ise düzenlenmiş şablon görüntünün ilgili piksel konumundaki pikselin değerini göstermektedir.

OpenCV kütüphanesinde yer alan şablon eşleştirme fonksiyonu Denklem 3.1’de görüldüğü üzere 6 farklı fonksiyon ile çalışmaktadır. Verilen formüllere sırasıyla SQDIFF (Denklem 3.1-a), SQDIFF\_NORMED (Denklem 3.1-b), CCORR (Denklem 3.1-c), CCORR\_NORMED (Denklem 3.1-d), CCOEFF (Denklem 3.1-e) ve CCOEFF\_NORMED (Denklem 3.1-f) metotlarına aittir. Bunlardan SQDIFF ve SQDIFF\_NORMED metotların uygulanması sonucunda elde edilen fotoğrafın global minimum olduğu yani en siyah olduğu yer eşleşmenin en yüksek olduğu noktadır. Diğer metotlarda ise global maksimum yani en beyaz olan nokta eşleşmenin en yüksek olduğu noktadır (OpenCV, 2015).

SQDIFF (Sum of Square Differences – Kare Farklarının Toplamı) metodu, iki değer arasındaki mutlak farkın bulunduğu (öklid mesafelerinin) toplamı mantığına dayanır (Kaehler ve Bradski, 2016). Kareleri alındığı için küçük farkları büyütürken hassasiyeti artırır.

CCORR (Cross Correlation – Çapraz Korelasyon) metodu, iki matris dizi arasındaki çapraz korelasyonu hesaplama mantığına dayanır (Kaehler ve Bradski, 2016). Korelasyon hesaplanmasının doğası gereği matrislerin ilgili değerlerinin çarpımları toplamına dayandığı için siyah değer 0, beyaz değer 255 olduğu göz önüne alındığında beyaz ve beyaz tona yakın piksel değerlerinde korelasyon değeri çok yüksek çıkacaktır. Bu yüzden çok tercih edilen bir metot değildir.

CCOEFF (Cross Correlation Coefficient – Çapraz Korelasyon Katsayısı) metodu, CCORR metodu ile aynı şekilde çapraz korelasyon hesaplaması yapmaktadır. CCORR metodunda var olan yukarıda bahsedilen özellikle açık tonlu alanlarda yaşanan probleme çözüm olarak korelasyon uygulamadan önce şablon görüntüye Denklem 3.1-g’deki formül ile hedef görüntüye ise Denklem 3.1-h’deki formül ile ön işleme uygulanır. Bu formüllerle görüntülerin her bir pikselinden genel piksel ortalaması çıkartılarak düzenlenmektedir (Kaehler ve Bradski, 2016).

SQDIFF\_NORMED, CCORR\_NORMED ve CCOEFF\_NORMED metotları ise sırasıyla SQDIFF, CCORR ve CCOEFF metotların sonuçlarının istatistiksel olarak normalleştirildiği sonuçları döndürmektedir. Bu sayede çıkan eşleştirme sonuçların 0-1 aralığında değerlere dönüştürülmesi sağlanmış olur.

Şablon eşleştirme gri tonlama üzerinde çalışmaktadır. Bundan dolayı görüntülerin öncelikli olarak gri tonlamaya çevrilmesi gerekmektedir. Gri tonlamaya çevirme için OpenCV kütüphanesinin COLOR\_BGR2GRAY fonksiyonu kullanıldı. Bu fonksiyonun çevirme sonucunda Şekil 3.10-b’de görüldüğü gibi sonuç elde edilmiştir.



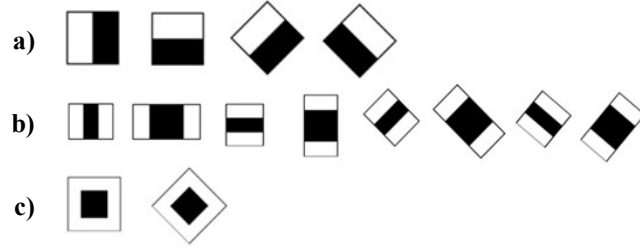
Şekil 3.10. a) RGB görüntü, b) Gri tonlamaya çevirme sonucu

### 3.3.2. Haar-Cascade sınıflandırıcı

Haar-Cascade sınıflandırıcısı, Paul Viola ve Michael Jones tarafından 2001 yılında nesne tespiti için geliştirilmiş yöntemdir. Yöntemi kullanmak için öncelikle eğitim sürecini gerçekleştirmek gerekmektedir. Eğitim, pozitif (tespit edilmesi istenen nesnenin bulunduğu görüntüler) ve negatif (bulunması istenen nesnenin olmadığı) görüntüler kullanılarak gerçekleştirilir. Görüntülerdeki farklı ışık şartlarında bile oldukça hızlı çalışan ve AdaBoost'u temel alan bir öğrenme algoritmasıdır (Viola ve Jones, 2001).

Haar-Cascade algoritması, pozitif görüntülerden nesnenin öznitelikleri çıkartmak için Şekil 3.11’de görülen çerçeveleri kayan pencere yöntemiyle tarayarak beyaz kısma

denk gelen piksellerin toplamını siyah kısma denk gelen piksellerin toplamından çıkartarak çalışmaktadır (Lienhart ve Maydt, 2002; Vurgun, 2017; OpenCV, 2019).

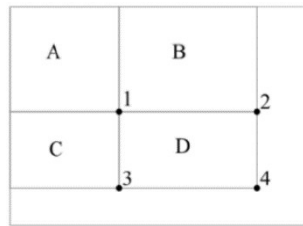


Şekil 3.11. Haar öznitelikleri (a: Kenar öznitelikleri, b: Çizgi öznitelikleri, c: Merkez öznitelikleri) (Lienhart ve Maydt, 2002; Vurgun, 2017)

Piksellerin toplamlarının farkları belirlenen eşik değerin üzerinde ise orada bir nesne olma ihtimali vardır. Her bir pencere görüntüsü için bu hesaplamalar ciddi zaman alıcıdır. Bu süreyi hızlandırmak için Denklem 3.2'deki gibi integral görüntüsü hesaplanır.

$$ig(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y') \quad (3.2)$$

Denklem 3.2'de,  $x$  ile  $y$  değerleri görüntüdeki her bir pikselin konumunu ve  $ig(x, y)$  ise  $x, y$  noktasında görüntünün integral görüntüsünü temsil etmektedir. Denklem 3.2'deki formül ile integral görüntü hesaplanırken her bir piksel solundaki ve üstündeki piksellerin değerlerinin toplamıyla oluşmaktadır. Örneğin Şekil 3.12' de görülen 1 noktasının solundaki ve üstündeki piksel değerleriyle  $A$ , 2 noktasının solundaki ve üstündekiler ile  $A+B$ , 3 noktasının solundaki ve üstündekiler ile  $A+C$  ve 4 noktasının solundaki ve üstündekiler ile  $A+B+C+D$  dikdörtgenlerinin integral görüntüleri bulunur. Örneğin  $D$  bölgesinin integral görüntüsü lazım olması durumunda, 4 numaranın integral değerinden 2 ve 3 numaralı noktaların integral değerleri çıkartılıp bunun sonucuna 1 numaralı noktanın değeri (2 ve 3 içinde iki sefer çıkartıldığı için) eklenerek bulunabilir.



Şekil 3.12. İntegral görüntünün alt pencerelerle hesaplanması (Vurgun, 2017)

Görüntü seçilen çerçeve yöntem gereği alt pencerele bölünür ve elde edilen integral görüntülerine göre sınıflandırmalar hesaplanır. Bu hesaplamayı hızlandırmak için AdaBoost algoritması kullanılır.

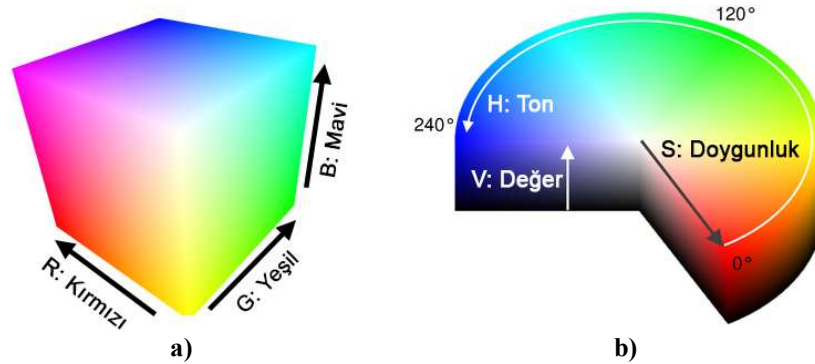
AdaBoost algoritması, doğru sınıflandırmayı ararken her bir iterasyonda hatalı sınıflandırılmaları güçlendirerek en düşük oranda hatalı sınıflandırmayı elde etmeye çalışmaktadır. Viola ve Jones çalışmalarında dikdörtgen öznelik seçiminde ve eşik değerlerinin belirlenmesinde AdaBoost algoritmasının tercih etmişler. Haar-Cascade ilk aşamada aranılan nesnenin olmadığı kısımları elemeye çalışır, elemeye çalışmasına rağmen eleme işlemi gerçekleşmezse orada aranılan nesne vardır sonucunu çıkartır (Vurgun, 2017).

### 3.3.3. Renk filtreleme

Görüntü üzerinde tespit edilmek istenen nesne eğer ki sabit bir renk(ler) aralığından oluşuyorsa renk filtreleme yöntemiyle, ilgili nesnenin görüntüden tespiti mümkün olmaktadır. Renk filtreleme işlemi piksellerin renk değerlerine göre maskeleye yapılarak sağlanmaktadır.

Piksellerin renk değerleri bellekte farklı renk formatlarıyla ifade edilmektedir. Bu renk formatlarına renk uzayı denilmektedir. Bunlardan en sık kullanılanı RGB (Red-Green-Blue) olmak üzere diğerlerine HSV (Hue-Saturation-Value), CMYK (Cyan-Magenta-Yellow-Key), YCbCr (Luminance - Blue Chrominance - Red Chrominance) vb. örnek olarak verilebilir (Güngör, 2019).

RGB; Şekil 3.13-a'da görüldüğü gibi kırmızı, yeşil ve mavi renk değerlerinin karışımından oluşan bir renk uzayıdır. HSV ise; Şekil 3.13-b'de görüldüğü gibi rengin değerinin, doygunluğunun ve parlaklığının ifade edildiği renk uzayıdır.



Şekil 3.13. a: RGB renk uzayı, b: HSV renk uzayı

RGB renk uzayında herhangi bir renk belirtirken kırmızı-yeşil-mavi olmak üzere üç farklı değişken ile bu renklerin karışımını belirtmek gerekir. Örneğin kırmızı değerini biraz açmak isterken tek başına R kanalını azaltmak yetmeyebilir ve renk sarı renge yaklaşabilir. HSV renk uzayında ise renk seçimi H değişkeni ile yapıldıktan sonra tonun doygunluk miktarı S değişkeni ile parlaklık değeri ise V değişkeni ile belirlenebilir.

Gerçekte aynı renkte olan nesnelere aynı kameradan alınan görüntülerde bile ışığın görüntü üzerine düşme açısından dolayı dijital ortamda aldıkları piksel karşılıkları (daha koyu-daha açık gibi) farklı olabilmektedir. Bu ton-parlaklık farklılıklarını belirlerken RGB renk uzayını kullanmak yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı işlemi zorlaştırmaktadır. Bu gerekçeyle görüntü işlemede özellikle renk filtreleme işleminde RGB renk uzayı yerine HSV renk uzayı daha çok tercih edilmektedir.

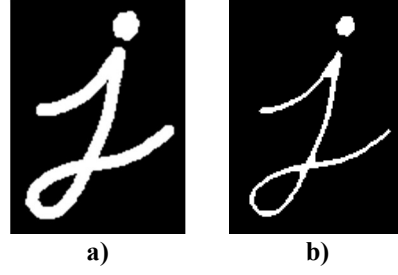
### **3.3.4. Matematiksel morfolojik işlemler**

Morfoloji, canlıların şekil ve yapıları üzerine ilgilenen biyolojinin bir dalının ismi olmasının yanı sıra matematikte de geçmektedir. Matematikte ise temel küme yapılarında kullanılan, temelleri ilk olarak Georges Matheron ve Jean Serra tarafından atılan işlemlerdir (Karhan ve ark., 2011; Balcı ve ark., 2016). Matematiksel morfoloji lineer komşuluğu olmayan işlemlerde sıkça ve genellikle ön/son işlem olarak kullanılan analiz yöntemidir. Temelde aşındırma ve genişletme olmak üzere iki yöntem üzerine kuruludur (Boztoprak ve ark., 2007). Bu yöntemler farklı sırayla uygulanarak, açılım ve kapanım yöntemleri de morfolojik yöntemlerdeki yerini almıştır.

#### **3.3.4.1. Aşındırma**

Görüntülerdeki nesnenin sınırlarını Şekil 3.14’de görüldüğü üzere küçültmeye yarayan işlemdir. Küçültme ile birlikte görüntüde varsa gürültülerin de temizlenmesine yardımcı olur. Ayrıca görüntüde küçük bir gürültü ile bitişik olan nesnelerin ayrılmasını sağlar.

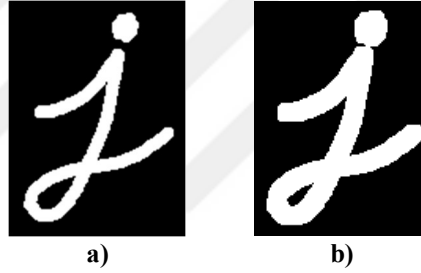




Şekil 3.14. Aşındırma işlemi (a: Orijinal görüntü, b: Aşındırma sonrası) (Mordvintsev ve Revision, 2013)

### 3.3.4.2. Genişletme

Görüntülerdeki nesnenin sınırlarını Şekil 3.15’de görüldüğü üzere genişletmeye yarayan işlemdir. Ayrıca görüntüdeki nesne tüm yapıyı bozan küçük kırılmalar varsa gidermeye yardımcı olur.



Şekil 3.15. Genişletme işlemi (a: Orijinal görüntü, b: Genişletme sonrası) (Mordvintsev ve Revision, 2013)

Gürültüleri kaldırmak amacıyla genişletme ve aşındırma genellikle birlikte uygulanır. Eğer gürültü nesnenin dışında ise Şekil 3.16-a’daki gibi önce aşındırma sonrasında genişletme uygulanır bu yöntem ise açılım denilmektedir. Eğer gürültü nesnenin içinde ise Şekil 3.16-b’deki gibi önce genişletme sonrasında aşındırma uygulanır bu yöntem ise kapanım denilmektedir (Mordvintsev ve Revision, 2013).



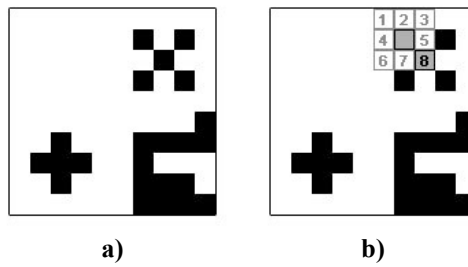
Şekil 3.16. a: Açılım işlemi, b: Kapanım işlemi (Mordvintsev ve Revision, 2013)

### 3.4. Yabancı Madde Tespiti

Görüntü üzerinde diğer nesnelere bağımsız ve boyut olarak sınırları belirlenen (çok büyük olmayan) görünüşleri blob (leke, damla) olarak adlandırabiliriz. Leke tespit işlemini OpenCV Kütüphanesi “SimpleBlobDetector” fonksiyonuyla şu şekilde çözmektedir:

- 1) Görüntünün piksel değerlerinin belirlenen eşik değerine göre siyah beyaza dönüştürülmesi,
- 2) Siyah beyaza çevrilen görüntüdeki nesnelere kenarlarının bulunması, birbirine bağlı olan nesnelere gruplanması ve nesnelere merkezlerinin belirlenmesi,
- 3) Bulunan lekelerden merkezi verilen değere göre yakın olanların gruplanması,
- 4) Leke gruplarının merkezlerinin hesaplanması ve değerlerin döndürülmesi.

Siyah-beyaz yani ikili kodlamaya dönüştürülen görüntü üzerinde piksellerde gezilerek siyah piksel aranır. Örneğin Şekil 3.17-a’da arama işleminin yapıldığı düşünülürse; siyah piksel Şekil 3.17-b’de görüldüğü gibi bulunduğu etrafında bulunan komşu sekiz piksele bakılır. Siyah olanların komşularına tekrar bakılır. Bu işlem siyah piksel tespit edildiği sürece devam ettirilir. Her yeni bulunan (daha önce bulunanlar bir sefer sayılır) siyah piksel leke genişlik değerini bir artırır. Eğer belirlenen aralıkta ise yani az olup gürültü değilse veya fazla olup nesne değilse leke olarak kabul edilir.



Şekil 3.17. a: Leke aranan görüntü, b: İlk siyah piksel tespiti

Tespit edilen lekelerin boyuta ve şekle göre filtrelenmesi sağlanabilir. Boyuta göre filtreleme işlemi için yukarıda bahsedildiği gibi komşularda yer alan siyah piksellerin sayımı ile boyut tespit edildikten sonra belirlenen aralıkta olanların kabul edilmesi ile sağlanabilir. Şekil olarak filtreleme işlemi için ise daireselliğine, iç-dış bükey oranına ve kalınlığına bakılarak filtreleme işlemi yapılabilir.

Dairesellik tespitinde tespit edilen lekenin bir uzunluğu daire çapı olarak düşünölür, bu çap bilgisinden daire alanı bulunur. Leke tespitinde tespit edilen alan ile daire alanı oranı 1 (bir) değerine ne kadar yakın ise daire olma durumu o derece yüksektir.

İç-dış bükey durumunda ise lekenin tespit edilen alanının konveks gövdesinin alanına (şeklin etrafını örtecek şekilde alana) oranına bakılarak şeklin iç-dış bükey olup olmadığı anlaşılabilir.

Kalınlık ise şekli çevreleyen dikdörtgenin kenar uzunluklarının oranına bakılarak bulunabilir. Daire için bu değer 1 (bir) iken çizgi için 0 (sıfır)'dır.



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

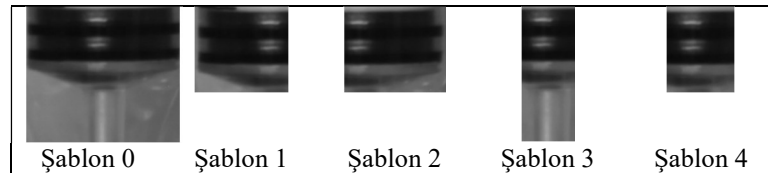
Çalışmanın sonuçlarına yönelik değerlendirme 4 ana başlık altında yapılmıştır. Bunlar; şablon eşleştirme ile enjektör ve iğne ucu tespiti, Haar-Cascade sınıflandırıcı ile enjektör ve iğne ucu tespiti, renk filtreleme ile iğne ucu tespiti ve enjektör ve iğne ucunda yabancı madde tespiti olarak sıralanabilir.

### 4.1. Şablon Eşleştirme ile Enjektör ve İğne Ucu Tespiti

Bu bölümde enjektör ve iğne ucu için ayrı ayrı kullanılan şablonlara göre eşleştirme işlemi anlatılmış ve işlem sonuçları irdelenmiştir. Şablon eşleştirmede OpenCV kütüphanesinin “matchTemplate” fonksiyonu “CCOEFF\_NORMED” metodu ile beraber kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda şablon eşleştirmede en yüksek başarı enjektör tespitinde %80’de ve iğne ucun tespitinde ise %85’de çıkması üzerine eşleşme eşik oranları bu şekilde belirlenmiştir.

#### 4.1.1. Enjektör tespiti

Şablon eşleştirme kullanmak üzere Şekil 4.1’de görüldüğü gibi enjektörün en belirgin kısmı olan conta kısmı temel alınarak 5 farklı şablon oluşturulmuştur. Şablonlar enjektörün conta kısmına iğne ucunun denk gelmesi durumuna göre oluşturulmuştur. Şablon 0 contanın net olarak görüldüğü, Şablon 1 contanın sağ tarafında iğne ucunun olduğu, Şablon 2 contanın sol tarafında iğne ucunun olduğu, Şablon 3 her iki tarafında da iğne ucunun olduğu ve Şablon 4 ise Şablon 3 tarafından yakalanamayan görüntüler için oluşturulmuştur.

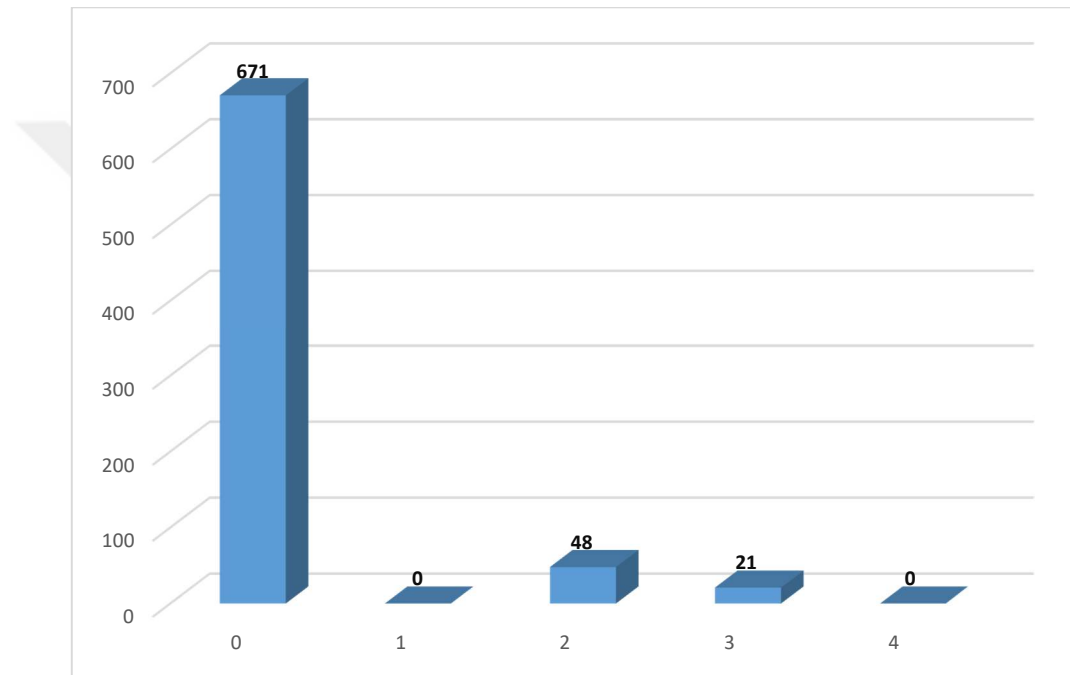


Şekil 4.1. Enjektör tespit şablonları

Enjektör tespitinde kullanılan beş adet şablon sırasıyla 0-1-2-3-4 şeklinde denenmiş ve herhangi birinde eşleşme olduysa diğerine bakılmamıştır. Örneğin sırasıyla

0 numaralı şablonda bulunamadıysa 1'e, onda da bulunamadıysa 2'ye bakılmış ve bulunduğu zaman diğerlerine bakılmamıştır. Bu şekilde bir yol izlenmesinin sebebi paket içerisine en fazla bir tane enjektör sığacağı ikincinin sığamayacağı içindir.

Enjektör şablonlarının eşleşme sayıları Şekil 4.2'de gösterildiği gibidir. Şablon 0 en çok eşleşmenin olduğu şablon olup onu şablon 2 ve şablon 3 takip etmektedir. Şablon 1 ile hiç eşleşme olmamasının nedeni iğne uçlarının genelde enjektörün sağına düşmesinden kaynaklı olduğudur. Şablon 4 ile hiç eşleşme olmamasının nedeni ise Şablon 3'ün Şablon 4 den önce çalışıp eşleşmeyi sağlamış olmasından kaynaklıdır.

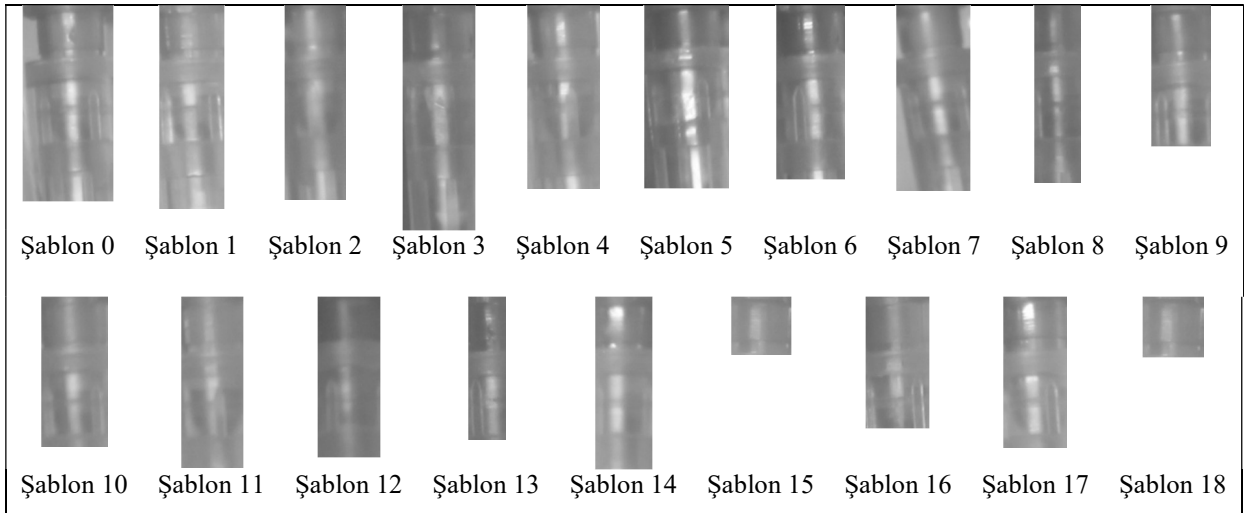


Şekil 4.2 Enjektör şablonları eşleşme adetleri

Enjektör gövdesi bulmada 752 paket içerisinden sadece 1 tanesinde hatalı sonuç çıkmış olup %99.87 oranında başarı elde edilmiştir. Enjektörde görülen hatalı sonuçlara örnek olan bir resim Şekil 4.5-f de gösterilmiştir.

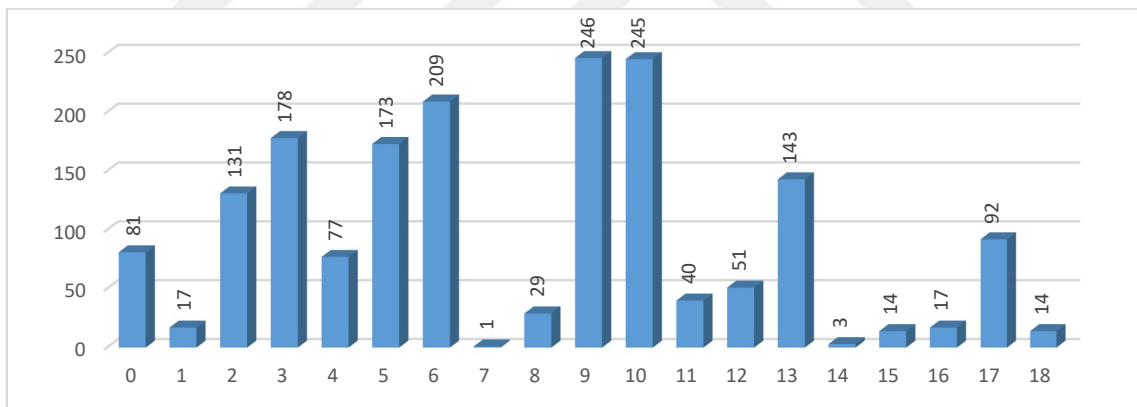
#### 4.1.2. İğne ucu tespiti

İğne ucu tespitinde kullanılmak için Şekil 4.3'de görüldüğü gibi 19 adet şablon oluşturulmuştur. Şablonlar oluşturulurken iğne ucunun açısı, görüntünün parlaklığı, ışığın yansıma vb. farklılıklar göz önünde tutulmuştur.



Şekil 4.3 İğne ucu tespit şablonları

İğne ucu arama işleminde Şekil 4.3’de verilen 19 adet şablonun tamamı herhangi bir şablonla eşleşme sağlansa dahi paket görüntüsünde sırasıyla tüm şablonların eşleşme oranları hesaplanmıştır. Hepsinin eşleşmeye girmesinin nedeni aynı paket içerisinde bulunandan fazla iğne ucu farklı açılarda-görünümde bulunabileceğindedir.

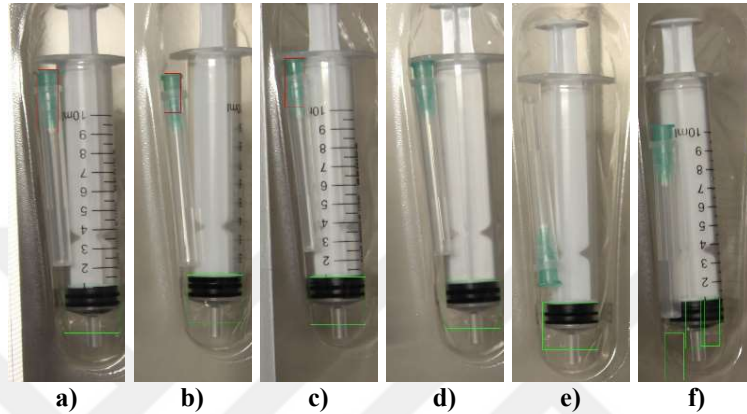


Şekil 4.4. İğne ucu tespit şablonları

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere 1, 7, 8, 14, 15, 16 ve 18 numaralı şablon dışındaki şablonların eşleşme adetleri (752 paket için 19 şablonda yaklaşık 40 eşleşme beklendiği için) kabul edilebilir seviyededir. Eşleşmenin düşük olduğu şablonlarda eşleşme adetlerinin az olması aşağıdaki belirtilen nedenlerden kaynaklı olmaktadır.

- Şablon 1: Renk tonunun açık ve parlama olması
- Şablon 7 - 16: Açılı durması
- Şablon 8 - 15 - 18: Renk tonunun koyu olması
- Şablon 14: Parlama olması

İğne ucu bulmada 752 paket içerisinde 621 adetinde doğru sonuç bulunmuş olup başarı oranı %82.57 olmuştur. Işık parlamasından kaynaklanan ve hatalı sonuç alınmasına sebep olan örnek bir resim Şekil 4.5-d’de, iğne ucunun ters bir şekilde düşmesinden kaynaklanan ve hatalı sonuç alınmasına sebep olan örnek bir resim Şekil 4.5-e’de ve düşük kontrasttan kaynaklanan ve hatalı sonuç alınmasına sebep olan örnek bir resim Şekil 4.5-f’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Şablon eşleştirmenin çıktısı (a-b-c: Kabul edilebilir, d-e: İğne ucu hatalı tespit, f: Enjektör-İğne ucu hatalı tespit)

#### 4.1.3. Şablon eşleştirme sonuçları

Şablon eşleştirme yöntemi 752 görüntü üzerinde denenmiştir. Şekil 4.1’de verilen şablonlar kullanılarak enjektör var/yok kontrolü ve Şekil 4.3’de verilen şablonlar kullanılarak iğne ucu var/yok/adet kontrolü yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Şablon eşleştirme sonuçları

	GP	SN	GN	SP	Duyarlılık	Özgünlük	Doğruluk
<b>Enjektörü Tespiti</b>	740	1	11	0	%99.87	%100	%99.87
<b>İğne Ucu Tespiti</b>	592	124	29	7	%82.68	%80.56	%82.58
<b>Tam Paket Tespiti</b>	582	124	40	6	%82.44	%86.96	%82.71
GP (Gerçek Pozitif):	Pozitif bilinen ve pozitif bulunan adet						
SN (Sahte Negatif):	Pozitif bilinen ama negatif bulunan adet						
GN (Gerçek Negatif):	Negatif bilinen ve negatif bulunan adet						
SP (Sahte Pozitif):	Negatif bilinen ama pozitif bulunan adet						
Duyarlılık =	$GP / (GP + SN)$						
Özgünlük =	$GN / (GN + SP)$						
Doğruluk =	$(GP + GN) / (GP + SN + GN + SP)$						

Şablon eşleştirmenin sonuçlarını enjektör tespiti, iğne ucu tespiti ve tam paket tespiti olmak üzere Çizelge 4.1’de de görüldüğü üzere 3 farklı alanda incelenmiştir.

Enjektör tespitinde; kabul edilen olup doğru tespit edilen (GP) 740 adet, kabul edilen olup yanlış tespit edilen (SN) 1 adet, ret edilen olup doğru tespit edilen (GN) 11 adet ve ret edilen olup yanlış tespit edilen (SP) 0 adet olmuştur. Dolayısıyla enjektör tespitinde doğruluk değeri %99.87 olmuştur.

İğne ucu tespitinde; kabul edilen olup doğru tespit edilen 592 adet, kabul edilen olup yanlış tespit edilen 124 adet, ret edilen olup doğru tespit edilen 29 adet ve ret edilen olup yanlış tespit edilen 7 adet olmuştur. İğne ucu tespitinde doğruluk değeri %82.58 olmuştur.

Şablon eşleştirmenin genel sonuçları incelendiğinde görülmüştür ki toplamda 752 paket görüntüsünden 622 (GP+GN) adeti başarılı bir şekilde tespit edilmiştir. Dolayısıyla genel başarı oranı %82.71 olmuştur.

Şablon eşleştirmenin başarı oranının yüksek olduğu görülmüştür, bazı geliştirmeler sonucunda başarı oranı daha da iyi hale getirilebilir. Fakat tam paket tespit süresi incelendiği zaman bir paketi en kısa 1.86sn, en uzun 3.60sn ve ortalama bulma süresi 2.13sn'dir.

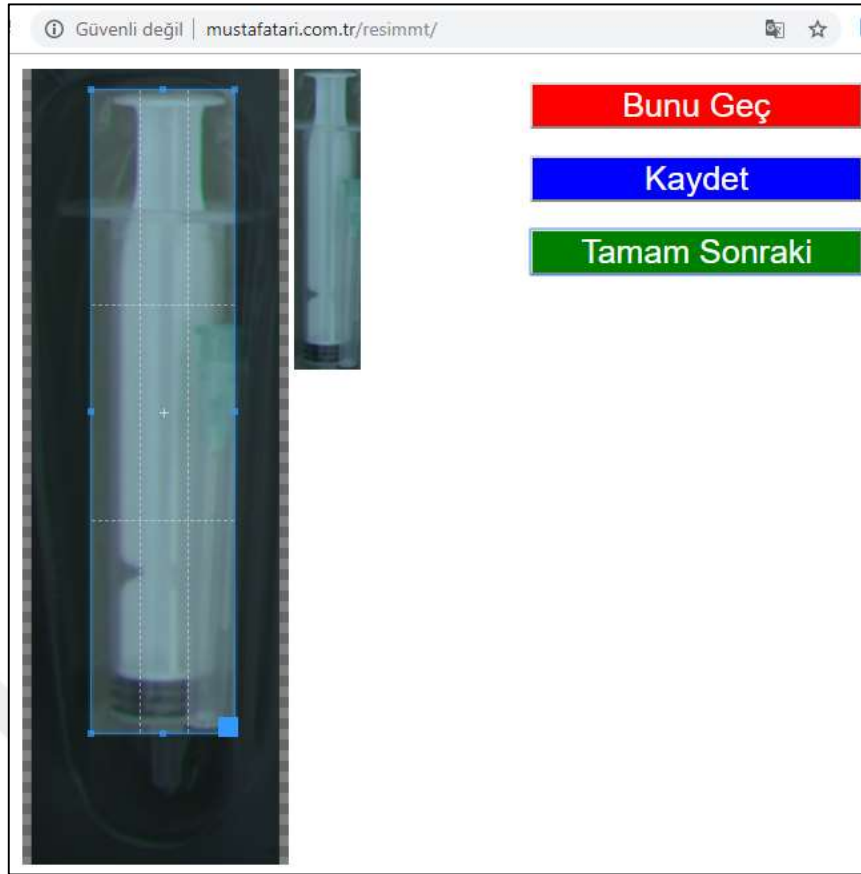
## **4.2. Haar-Cascade Sınıflandırıcı ile Enjektör ve İğne Ucu Tespiti**

Haar metodu materyal ve yöntem başlığı altında da anlatıldığı üzere eldeki verilerle eğitimin gerçekleştirilmesine dayanan bir süreçtir.

### **4.2.1. Haar-Cascade eğitim işlemi**

Haar-Cascade eğitim işleminde kontrol edilen nesnenin olmadığı (negatif) ve kontrol edilen nesnenin olduğu (pozitif) görüntüler kullanılmaktadır. Eğitim işleminde negatif görüntü olarak, içerisinde enjektör ve iğne ucu olmayan 304 adet boş paket görüntüleri verilmiştir. Eğitim işleminde kullanılan pozitif görüntüler ise içerisinde enjektör ve iğne ucu bulunan 200 adet görüntüden oluşmaktadır. Pozitif görüntülerde enjektörün ve iğne ucunun konumuna da ihtiyaç duyulmaktadır. Enjektörün ve iğne ucunun görüntü üzerindeki konumlarını manuel olarak seçmek için web üzerinden çalışan Şekil 4.6'da görülen bir sayfa tasarlanmış olup konum seçimi daha pratik hale getirilmiştir.





Şekil 4.6. Enjektör konumunun seçimi için kullanılan sayfa

#### 4.2.2. Haar-Cascade sonuçları

304 adet negatif ve resim içerisinde enjektör ve iğne ucu konumu belirlenmiş 200 adet pozitif görüntü ile yapılan eğitim sonucunda oluşturulan XML dosyaları kullanılarak enjektör için var/yok kontrolü ve iğne ucu için ise var/yok/adet kontrolü işlemi yapılmıştır. Toplam 3,366 adet görüntü üzerinde yapılan test sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Haar-Cascade sınıflandırıcısı sonuçları

	GP	SN	GN	SP	Duyarlılık	Özgünlük	Doğruluk
<b>Enjektörü Tespiti</b>	3,016	319	30	1	%90.43	%96.77	%90.49
<b>İğne Ucu Tespiti</b>	763	2,148	66	39	%26.21	%62.86	%27.49
<b>Tam Paket Tespiti</b>	763	2,148	18	87	%26.21	%17.14	%25,90
GP (Gerçek Pozitif):	Pozitif bilinen ve pozitif bulunan adet						
SN (Sahte Negatif):	Pozitif bilinen ama negatif bulunan adet						
GN (Gerçek Negatif):	Negatif bilinen ve negatif bulunan adet						
SP (Sahte Pozitif):	Negatif bilinen ama pozitif bulunan adet						
Duyarlılık =	$GP / (GP + SN)$						
Özgünlük =	$GN / (GN + SP)$						
Doğruluk =	$(GP + GN) / (GP + SN + GN + SP)$						

Haar-Cascade sonuçlarını enjektör tespiti, iğne ucu tespiti ve tam paket tespiti olmak üzere Çizelge 4.2’de de görüldüğü üzere 3 farklı alanda incelenmiştir.

Enjektör tespitinde kabul edilmesi gereken ve doğru tespit edilen (GP) 3,016 adet, kabul edilmesi gereken ancak yanlış tespit edilen (SN) 319 adet, ret edilmesi gereken ve doğru tespit edilen (GN) 30 adet ve ret edilmesi gereken ancak yanlış tespit edilen (SP) 1 adet olmuştur. Dolayısıyla enjektör tespitinde doğruluk değeri %90.49 olmuştur. Enjektör tespitinde başarı oranının kabul edilebilir olduğu düşünülmektedir.

İğne ucu tespiti, enjektör tespiti işleminden başarılı bir şekilde geçen paket görüntüleri üzerinde uygulanmıştır. Dolayısıyla iğne ucu tespitine 3,366 paket görüntüsünden 3,016 adedi işleme girmiştir. İğne ucu tespitinde doğruluk değeri Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi %27.49 olmuş ve bu oran oldukça düşüktür.

Tam paket tespitine ise her ikisinden geçenler girmiştir. İğne ucu tespitinde görülen %27.49 doğruluk oranı nedeniyle tam paket doğruluk oranı da %25.90 olarak düşük çıkmıştır ve kabul edilebilir aralıkta değildir.

Haar-Cascade sınıflandırıcısı görüntüyü gri tonlamada çalışmaktadır. Enjektörün piston kısmının beyaz ve conta kısmının siyah olması sebebiyle sert bir geçiş olmasından dolayı başarılı sonuç vermiştir. İğne ucu görüntüsünde çok belirgin bir geçiş olmaması, gri tonlama kullanan bu yöntemin başarısının çok düşük çıkmasına neden olmuştur.

Süre olarak incelendiği zaman ortalama yanıt süresinin 0.015sn olduğu görülmüştür. Haar-Cascade yaklaşımı, şablon eşleştirme yaklaşımı ile işlem süresi açısından karşılaştırıldığında oldukça başarılıdır. Ancak iğne ucu tespitinde Haar-Cascade yönteminin başarı oranı oldukça düşüktür.

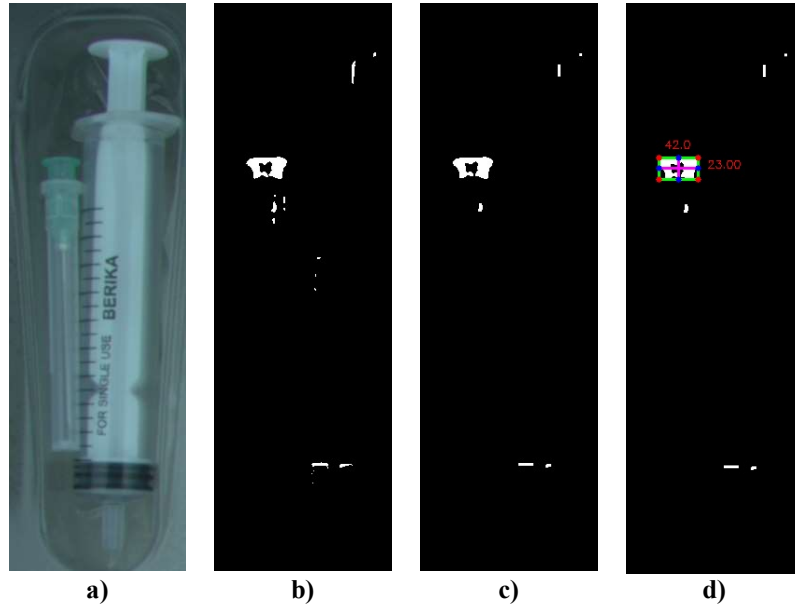
### **4.3. Renk Filtreleme ile Nesne Tespiti**

Renk filtreleme, materyal ve yöntem başlığı altında da anlatıldığı üzere görüntüdeki piksellerden belirlenen aralıkta renk değerlerine sahip olanları gösteren bir metottur. Giriş görüntüsü olarak kullanılan resimler incelendiğinde iğne ucunun genel anlamda yeşil renge sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla iğne ucunun yeşil olmasından faydalanarak renk filtreleme yöntemi denenmiştir. Renk uzayı olarak da HSV renk uzayı tercih edilmiştir.

### 4.3.1. İğne ucu tespiti (renk filtreleme)

İğne ucu tespitinde yeşil ton aranacağı için, mevcut var olan görüntüler incelenerek en uygun HSV renk aralığının sırasıyla 60-143-70 ile 120-196-169 olması uygun görülmüştür.

Görüntünün Şekil 4.7-a'da görüldüğü gibi renkli haline yukarıda belirtilen renk aralığı filtresi uygulandığı zaman Şekil 4.7-b'de görüldüğü gibi iğne uçununu gösteren maske elde edilmiştir. Maskede yer alan ve gürültü olarak adlandırabileceğimiz çok küçük bölgeleri temizlemek adına morfolojik işlemlerden öncelikle aşındırma ardından genişletme uygulanmış ve Şekil 4.7-c'de görülen sonuç elde edilmiştir. Morfoloji işlemleri sonucunda elde edilen görüntüdeki beyaz alanlar aranmış ve tespit edilen alanın genişliği belirlenen eşik değerini üstündeyse iğne ucu olarak işaretlenmiş ve boyut ölçümü yapılmıştır. Şekil 4.7-d'de görüldüğü gibi yatayda yapılan ölçümün amacı tespit edilen yerin gürültü mü iğne ucu mu olduğuna karar vermek. Yine Şekil 4.7-d'de görüldüğü gibi dikeyde yapılan ölçümün amacı ise iğne ucunun kendi kabının dışında kalan kısmının ölçümüne yöneliktir. İğne ucunun, kabın içine fazla girip girmediğinin kontrolüdür. İğne ucu, kabının içine fazla girmesi durumunda dikey ölçüm sonucu düşük çıkacaktır ve hatalı kabul edilmesi gerekir.



Şekil 4.7. Renk Filtreleme (a: Orijinal görüntü, b: Filtre sonucu, c: Morfoloji sonucu, d: Boyut ölçümü)

Eşik değeri belirlenirken iğne ucu olarak görülen ve yeşil renkte olan bölgenin işaretlenmesinde yatay (eşik değeri=30) piksel sayısı dikkate alınmıştır. İşaretlenen

bölgenin dikey piksel sayısına göre ise sağlam olup olmadığı belirlenmiştir. Bu aşamada da dikey piksel eşik değeri 20 piksel olarak kontrol edilmiştir. Eğer dikey boyut 20 piksel ve üzerinde ise iğne ucu sağlam, altında bir değer çıktığında ise hatalı (iğne ucu kabının içine fazla girmiş ve kabı kırılmış) olarak tespit edilmiştir. Bu eşik değerleri belirlenirken kameranın ve görüntü alınan yerin sabit olması dolayısıyla aradaki mesafenin değişmemesi sebebiyle piksel bazlı çalışmada problem olmamıştır. Eşik değerleri alınan test görüntüleri üzerinden yapılan deneysel çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Mesafe veya çözünürlük değişmesi durumunda bu eşik değerlerinin de güncellenmesi gerekir.

#### 4.3.2. Renk filtreleme sonuçları

Renk filtreleme yaklaşımı, enjektörü haar-cascade sınıflandırıcısı ile doğru tespit edilen paket görüntülerine uygulanmıştır. Bu yaklaşım ile iğne ucunda var/yok/adet ve iğne ucu kabının sağlamlığı durumu kontrolü yapılmıştır. Toplamda 3,366 adet paket görüntüsünden 3,016 adeti enjektör tespitinden başarılı olarak geçmiştir. Dolayısıyla bu yöntem 3,016 paket görüntüsü üzerinde çalıştırılmıştır. Renk filtreleme yaklaşımı kullanılarak iğne ucu tespiti ve iğne ucu boyu ölçüm sonuçları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Renk filtreleme sonuçları

	GP	SN	GN	SP	Duyarlılık	Özgünlük	Doğruluk
<b>İğne Ucu Tespiti</b>	2,656	255	86	19	%91.24	%81.90	%90.92
<b>İğne Boyu</b>	2,532	116	8	0	%95.62	%100.00	%95.63
GP (Gerçek Pozitif):	Pozitif bilinen ve pozitif bulunan adet						
SN (Sahte Negatif):	Pozitif bilinen ama negatif bulunan adet						
GN (Gerçek Negatif):	Negatif bilinen ve negatif bulunan adet						
SP (Sahte Pozitif):	Negatif bilinen ama pozitif bulunan adet						
Duyarlılık =	$GP / (GP + SN)$						
Özgünlük =	$GN / (GN + SP)$						
Doğruluk =	$(GP + GN) / (GP + SN + GN + SP)$						

Renk filtreleme yönteminde, Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere kabul edilen (iğne ucu sayısı bir tane olan) paket sayısı (GP+SN) 2,911, kabul edilemez (iğne ucu olmayan veya birden fazla olan) paket sayısı ise (GN+SP) 105 adettir. Kabul edilenlerden 2,656 adedini ve kabul edilemezlerden 86 adedini doğru tespit ederek %90.92 doğruluk oranı elde edilmiştir.

İğne boyu tespitine, iğne ucu adet tespitinden geçen 2,656 adet paket kontrol edilmiştir. Bu paketlerin 8 adedinde iğne plastik kabın içerisine fazla girmiş dolayısıyla

kabını kırmıştır. İğne ucu boy ölçümlerinden bu 8 hatalı paket görüntüsünün tamamı tespit edilerek özgünlük değeri %100 olmuştur. Bununla beraber 2,656 adet sağlam paketten 2,540 adedini doğru olarak tespit etmiştir. İğne boyu tespitinde sonuç olarak doğruluk oranı %95.63 olmuştur.

Bu yöntemde görülmüştür ki; iğne ucu adedi ve sağlam/bozuk tespiti başarı oranı hem şablon eşleştirme hem de Haar-Cascade yöntemine göre daha yüksektir. Bununla birlikte renk filtreleme yaklaşımında ortalama işlem süresi 0.04sn gibi oldukça düşük bir süre almıştır. Dolayısıyla şablon eşleştirme yöntemine göre çok büyük bir süre avantajı, Haar-Cascade yöntemine göre çok büyük bir doğruluk oranı elde edilmiştir.

#### 4.4. Yabancı Madde Tespiti

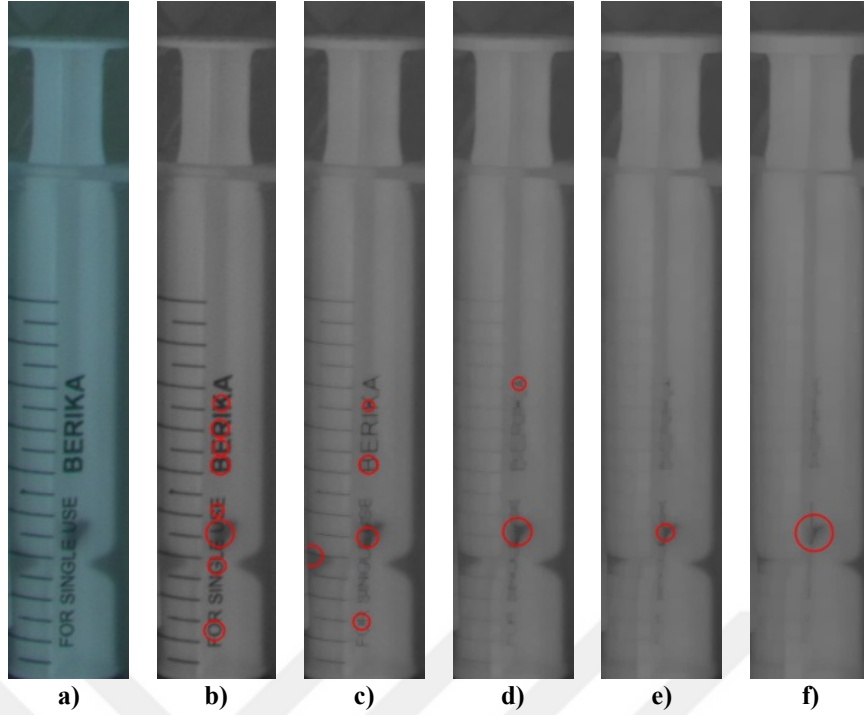
Yabancı madde tespitinde, materyal ve yöntem başlığı altında anlatılan OpenCV kütüphanesinde leke (blob) tespiti için geliştirilmiş “SimpleBlobDetector” fonksiyonu kullanılmıştır.

Tespit edilmesi hedeflenen, çok düşük ihtimalle de olsa üretim esnasında iğne ucunda veya enjektörde kalabilen plastik-lastik parçaları gibi yüksekliği, genişliği ve/veya çapı en az 1mm olan yabancı maddelerdir.

##### 4.4.1. Leke tespitinin uygulanması

Enjektör içerisindeki yabancı madde tespiti için görüntünün Haar-Cascade ile bulunmuş olan enjektör sınırları kullanılarak tüm görüntüden sadece enjektör kısmının gönderilmesi sağlanmıştır. Algoritmanın enjektör görüntüsü üzerinde yer alan rakamları ve doz çizgilerini Şekil 4.8-b’de görüldüğü gibi leke olarak tanımaması için morfolojik işlemlerden aşındırma işlemi sırasıyla Şekil 4.8-c’deki gibi 1 sefer, Şekil 4.8-d’deki gibi 2 sefer, Şekil 4.8-e’deki gibi 3 sefer ve Şekil 4.8-f’deki gibi 4 sefer uygulanmıştır. Her aşındırma işleminde 3x3 lük matris yapı elemanı kullanılmıştır.

Çalıştırılan fonksiyonun aldığı parametreler materyal-yöntem başlığı altında anlatılmıştır. Bu dairesellik, iç-dış bükey ve kalınlık parametrelerine herhangi bir sınırlandırma uygulanmamıştır.

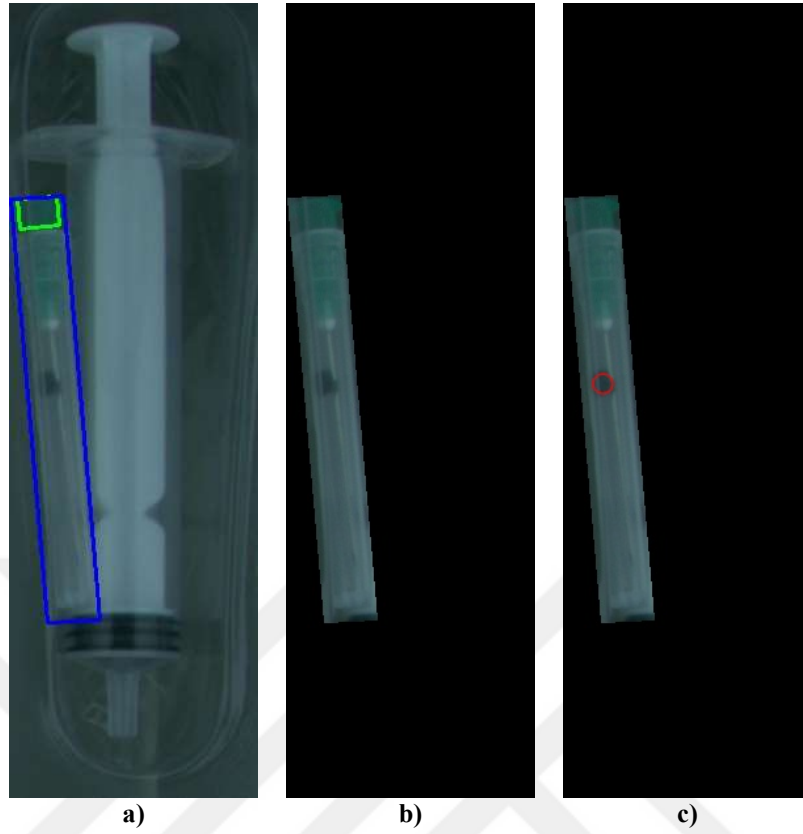


**Şekil 4.8.** Enjektörde yabancı madde tespiti (**a:** Kesilmiş orijinal enjektör görüntüsü, **b:** Ön işlemsiz arama sonucu, **c, d, e, f:** Aşındırmanın sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 sefer yapıldığı sonuç)

Aşındırma işleminin fazla uygulanması küçük yabancı maddelerin de kaybolmasına neden olacağı için enjektör görüntüsüne iki sefer uygulanmasının yeterli olduğu görülmüştür.

İğne ucunun kabın dışında kalan yeşil kısmının renk tespiti yöntemiyle Şekil 4.9-a'da görülen yeşil çerçeve ile çizilmiş alan gibi tespit edildikten sonra iğne ucu sınırları belirlenmiştir. İğne ucu sınırları belirlenmesinde izlenen yol; üst kısmının tespiti sonucu ortaya çıkan yeşil renkli dikdörtgen çerçevenin, yataydaki çizgi genişliği sola ve sağa ayrı ayrı 10'ar piksel genişletilecek şekilde ve dikey çizginin x eksenine göre açısı korunarak dikey çizginin 320 piksel uzunluğunda olacak şekilde Şekil 4.9-a'da görülen mavi çerçeve oluşturulmuştur.

İğne ucu sınırlarının belirlenmesinin ardından Şekil 4.9-b'de görüldüğü gibi sadece iğne ucu kalacak şekilde görüntü maskelenmiştir ve bu görüntüde yabancı madde araması gerçekleştirilmiştir. İğne ucu üzerinde herhangi bir doz çizgisi veya yazı bulunmadığı için enjektördeki gibi aşındırma uygulanmamıştır. "Leke tespitinin uygulanması" başlığı altında bahsedilen parametrelerle maskelenmiş iğne ucu görüntüsünde yabancı madde tespiti gerçekleştirilmiş olup Şekil 4.9-c'de görüldüğü gibi yabancı madde olması durumunda kırmızı daire içerisine alınan örnek bir sonuç elde edilmiştir.



Şekil 4.9. İğne ucunda yabancı madde tespiti (a: İğne ucunun tespit edildiği görüntü, b: İğne ucunun maskelendiği görüntü, c: Maskelenen görüntüde arama sonucu)

#### 4.4.2. Leke tespitinin sonuçları

Yabancı maddenin bulunması için leke tespit yaklaşımı, iğne boyunun doğru tespit edilen ve kabul edilebilir olan paket görüntülerine uygulanması sağlanmıştır. Bu testleri geçen görüntülerde öncelikle enjektör içerisine bundan da geçenlerin ise iğne ucu içerisine bakılmıştır. Toplamda 3,366 adet paket görüntüsünden sırasıyla haar yöntemi ile enjektör bulunmasından, renk filtreleme yöntemi ile iğne ucu adet sayımından ve tekrar renk filtreleme yöntemi ile iğne ucu üst kısmının boy ölçümünden 2,532 adeti başarılı olarak geçmiştir. Dolayısıyla bu yöntem 2,532 paket görüntüsü üzerinde çalıştırılmıştır. Leke tespit yaklaşımı kullanılarak enjektör ve iğne ucu içerisinde yabancı madde araması gerçekleştiren leke tespit algoritmasının sonuçları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Leke tespit sonuçları

	GP	SN	GN	SP	Duyarlılık	Özgünlük	Doğruluk
<u>Enjektör görüntüsüne aşındırma ön işleminin 1 sefer uygulanması</u>							
<b>Temiz Enjektör</b>	856	1,656	13	7	%34.08	%65.00	%34.32
<b>Temiz İğne Ucu</b>	658	185	11	2	%78.05	%84.62	%78.15
<u>Enjektör görüntüsüne aşındırma ön işleminin 2 sefer uygulanması</u>							
<b>Temiz Enjektör</b>	1,322	1,190	13	7	%52.63	%65.00	%52.73
<b>Temiz İğne Ucu</b>	899	409	12	2	%68.73	85.71	%68.91
<u>Enjektör görüntüsüne aşındırma ön işleminin 3 sefer uygulanması</u>							
<b>Temiz Enjektör</b>	1,856	656	10	10	%73.89	%50.00	%73.70
<b>Temiz İğne Ucu</b>	1,195	645	14	2	%64.95	%87.50	%65.14
<u>Enjektör görüntüsüne aşındırma ön işleminin 4 sefer uygulanması</u>							
<b>Temiz Enjektör</b>	2,157	355	10	10	%85.87	%50.00	%85.58
<b>Temiz İğne Ucu</b>	1,373	766	15	3	%64.19	%83.33	%64.35
GP (Gerçek Pozitif):	Pozitif bilinen ve pozitif bulunan adet						
SN (Sahte Negatif):	Pozitif bilinen ama negatif bulunan adet						
GN (Gerçek Negatif):	Negatif bilinen ve negatif bulunan adet						
SP (Sahte Pozitif):	Negatif bilinen ama pozitif bulunan adet						
Duyarlılık =	$GP / ( GP + SN )$						
Özgünlük =	$GN / ( GN + SP )$						
Doğruluk =	$( GP + GN ) / ( GP + SN + GN + SP )$						

Enjektör içerisinde yabancı madde bulunmadığı sürece iğne ucu sınırlarında yabancı madde aranması işlemi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.4’de de görüldüğü üzere enjektör içerisinde yabancı madde aranması yapılırken enjektöre uygulanan morfolojik ön işlem olarak aşındırma işlemi dört farklı şekilde uygulanmıştır.

Enjektör içerisinde yabancı madde aranması işleminde bulunan duyarlılık ve doğruluk değerlerinde aşındırma işlemi arttıkça artış görülmektedir. Fakat problemin doğası gereği dikkat edilmesi gereken özgünlük değerinde ise düşme görülmektedir.

İğne ucu içerisinde yabancı madde aranması işleminde ise enjektöre uygulanan aşındırma arttıkça temiz enjektörün doğru tespit edilen adeti (GP) ve dolayısıyla duyarlılık değeri artmaktadır. Akış diyagramı gereği temiz olarak bulunan enjektör paketlerinin iğne uçlarında yabancı madde arandığı için temiz enjektörün GP artışına bağlı olarak iğne ucunda yabancı madde aranması işleme giren paket görüntüsü sayısı da artmaktadır. Farklı adetlerde paket görüntülerinin işleme girmesinden kaynaklı net bir doğruluk oranı verilememekle birlikte %64.35 ile %78.15 arasında seyretmektedir. Süre olarak incelendiği zaman, en kısa süre 0.01sn, en uzun süre 0.05sn ve ortalama ise 0.01sn olduğu görülmüştür.



## 5. ENJEKTÖR KALİTE KONTROLÜ YAZILIMI

Bu bölümde tez çalışmasında gerçekleştirilen yazılımın, çalışma sürecindeki işlem basamakları hakkında bilgiler ve ekran görüntüleri verilmiştir. İşlem basamaklarında yöntem tercihi yapılırken doğru tespit oranı ve zaman süresi göz önüne alınarak performanslı görülenler tercih edilmiştir.

Kameradan alınan görüntünün parçalanması sonrasında yapılan enjektör tespiti, iğne ucu tespiti, yabancı madde aranması işlemleri her bir paket için sırasıyla gerçekleştirilmiştir.

Yazılım genel doğruluk oranı, toplamda 3,366 paket görüntüsünün 2,540 adetini doğru ölçüm yaparak %75.46 olarak tespit edilmiştir. Yöntemlerin yanıt süreleri 3,366 örnek paket verisinin incelenmesi sonucunda, en uzun, en kısa ve ortalama değer olarak Çizelge 5.1’de verilmiştir. Üretim bandından ortalama 4sn aralılarla 16 paket geçtiği göz önüne alındığında ve her paket için ortalama 0.25sn içinde cevap alınması gerekmektedir. Yöntemlerin birleşimini gösteren Çizelge 5.1’in genel performans satırı incelendiği zaman ortalamanın yaklaşık 0.06sn olduğu görülmüştür. Ayrıca genel performansın en uzun yanıt süresi yaklaşık 0.22sn olarak ölçülmüş olup bu değerde 0.25sn ihtiyacını karşılamaktadır.

**Çizelge 5.1.** Tercih edilen yöntemlerin yanıt süreleri

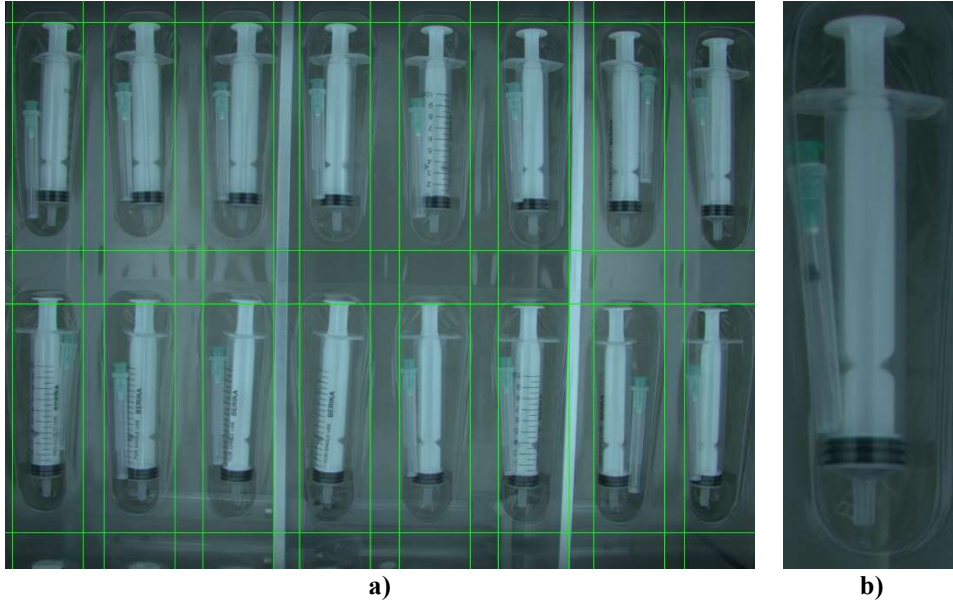
	<b>En Uzun</b>	<b>En Kısa</b>	<b>Ortalama</b>
<b>Enjektör Tespiti</b>	0.0880	0.0129	0.0149
<b>İğne Ucu Tespiti</b>	0.1928	0.0076	0.0399
<b>Temiz Enjektör</b>	0.0306	0.0001	0.0023
<b>Temiz İğne Ucu</b>	0.0216	0.0034	0.0045
<b>Genel Performans</b>	0.2187	0.0277	0.0597

Süreler saniye cinsinden verilmiştir

### 5.1. Yakalanan Görüntünün Parçalanması

Paketleme makinasından gelen paketleme bandının durma sinyali, optokuplör devresine oradan Arduino kartın kesme portuna iletilmesi ile bilgisayar kameradan görüntü alması için tetikleme sinyali gönderilmiştir.

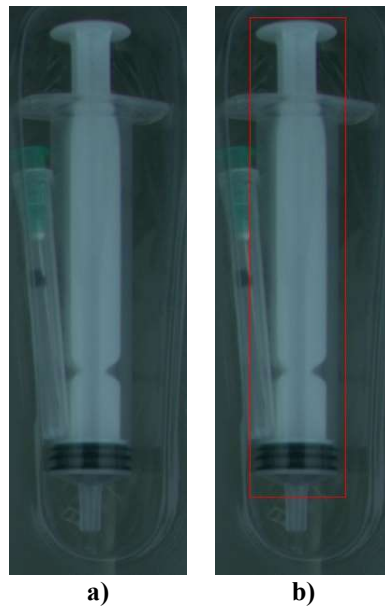
Tetikleme sinyali sonrasında kameradan Şekil 5.1-a’da görüldüğü gibi görüntü alınmış ve bu görüntü Şekil 5.1-a’da görülen yeşil çizgilerle parçalanmış ve Şekil 5.1-b’de görüldüğü gibi paket görüntüsü elde edilmiştir.



**Şekil 5.1. a:** Tetikleme sonrası alınan görüntü ve bu görüntünün paketlere göre parçalanması, **b:** Parçalama sonucu elde edilen paket görüntü

## 5.2. Paket Görüntüsünde Enjektör Tespiti

Paket görüntüsü üzerinde enjektör tespiti işlemi yapılırken Haar-Cascade sınıflandırıcı yöntemi tercih edilmiştir. Şekil 5.2-a'da görülen paket görüntüsünde enjektör tespiti Şekil 5.2-b'de görüldüğü gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 5.2. a:** Paket görüntüsü, **b:** Enjektör tespit sonucu

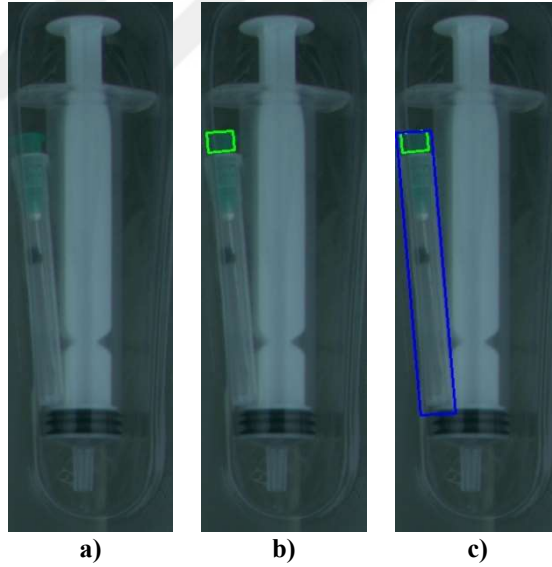
Enjektör tespitinin yapılması ile sonraki adıma geçilmiştir. Tespit edilememesi durumunda paket ret edilmiştir.

### 5.3. Paket Görüntüsünde İğne Ucu Tespiti

Paket görüntüsü üzerinde iğne ucu tespiti işlemi yapılırken renk filtreleme yöntemi tercih edilmiştir. Şekil 5.3-a'da görülen paket görüntüsünde iğne ucu tespiti, Şekil 5.3-b'de görüldüğü gibi renk filtreleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

İğne ucu üst kısmındaki yatay yüksekliğinin belirlenen değerden az olması durumunda iğne ucu kabının kırık-çatlak olacağından paket ret edilmiştir. Belirlenen değere eşit ya da değerden fazla olması durumunda sınırlarının belirlenmesi işlemine geçilmiştir.

İğne ucu sınırlarının, Şekil 5.3-b'de görülen yeşil renkli çerçevenin konumu ve açısı temel alınarak Şekil 5.3-c'de görüldüğü gibi mavi renkli çerçeve ile belirlenmesi sağlanmıştır.

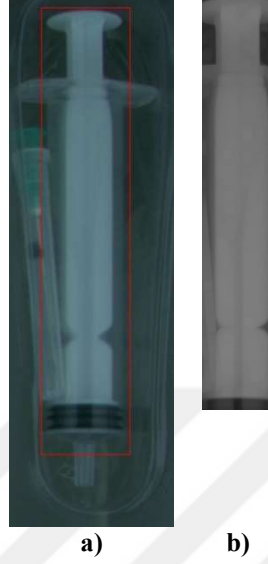


Şekil 5.3. a: Paket görüntüsü, b: İğne ucu üst kısım tespiti, c: İğne ucu sınırlarının belirlenmesi

### 5.4. Enjektörde Yabancı Madde Aranması

Yabancı madde aranmasında leke tespit yöntemi tercih edilmiştir. Enjektörde yabancı madde aranırken giriş görüntüsü olarak, enjektör tespiti sonucu Şekil 5.4-a'daki

kırmızı çerçeve ile belirlenen sınırlardaki görüntüye 4 sefer aşındırma işlemi uygulanarak kullanılmıştır. Enjektör sınırları içinde yer alan conta kısmının kesilmesinin ardından leke tespit yöntemi ile Şekil 5-4-b’de görüldüğü gibi sonuç elde edilmiştir.



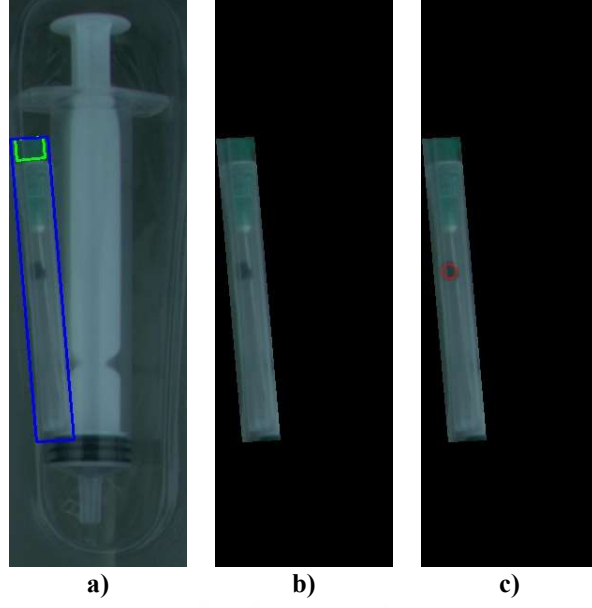
Şekil 5.4. a: Enjektör tespit sonucu, b: Enjektörde yabancı madde aranması sonucu

Enjektör görüntüsünden conta kısmının çıkarılması amacı contanın leke olarak tespit edilmemesi ve yabancı madde arama algoritmasının girişi uygulanacak verinin azaltılmasıdır.

Yabancı madde bulunması durumunda paket görüntüsü ret edilmiştir. Yabancı maddeye rastlanması durumunda işleme devam edilmiştir.

### 5.5. İğne Ucunda Yabancı Madde Aranması

İğne ucunda yabancı madde aranmasında enjektörde kullanılan leke tespit yöntemi kullanılmıştır. İğne ucunda herhangi bir aşındırma işlemi uygulanmamıştır. Şekil 4.9-a’da mavi çerçeve ile belirlenen alan dışında kalan kısma maske uygulanarak Şekil 4.9-b’de görüldüğü gibi sonuç elde edilmiştir. Bu sonuç leke tespit yöntemine giriş olarak uygulanmış ve Şekil 4.9-c’de görüldüğü sonuç elde edilerek yabancı madde tespiti sağlanmıştır.



**Şekil 4.9. a:** İğne ucunun sınırlarının belirlenmesi, **b:** Sınırların maskelenmesi, **c:** İğne ucunda yabancı madde aranması

İğne ucunda yabancı madde tespiti ilgili paket görüntüsü için son aşamadır. Son kontrol aşaması olan burada yabancı maddenin tespit edilmesi durumunda paket ret edilmiş, tespit edilmemesi durumunda ise paket kabul edilmiştir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında enjektör (şırınga) üretiminin paketleme sürecinde insan tarafından yapılan kalite kontrol işlemine yardımcı olacak yardımcı sistem kurulmuştur. Paketleme makinasın bandı dur-ilerle-dur-ilerle şeklinde çalışmaktadır. Bant durduğu zaman paketi hazırlamakta, ürünleri yerleştirmekte ve paket aralarını kesmektedir. Bandın durma süresi yaklaşık 4sn'dir.

Bu amaçla gerçekleştirilen sistem, paketleme makinasından gelen durma verisi ile tetiklenerek bant üzerine yerleştirilen ve üzerinde kamera bulunan aydınlatmalı platform aracılığıyla şırınga ve iğne ucu içeren paketlerin görüntüsünü alarak bilgisayara iletmektedir. Her bir dur-ilerle sırasında 2 sıra her sırada 8 paket olmak üzere toplam 16 adet paket geçmektedir. Süre ve paket sayısı göz önüne alındığı zaman 0.25sn içerisinde cevap alınması gerektiği için algoritmaların hızlı çalışması vazgeçilmezdir. Farklı yöntemlerin birleştirilmesi ile oluşturulan yazılım 3,366 paket görüntüsü üzerinde test edilmiş ve ortalama yanıt süresi 0.06sn olarak ölçülmüştür. Cevap süresi açısından sistemin performansı oldukça yeterli bir seviyedir. Cevap süresinin paket başına en uzun olduğu zaman 0.22sn olmuştur. En uzun süre bile göz önüne alındığı zaman sistemin kullanılabilirliğinde herhangi bir sıkıntı görülmemiştir.

Süre olarak ortalama şablon eşleştirmede 2.13sn iken haar yönteminde 0.015sn olduğu görülmüştür. Paket görüntüsü alınan 3,366 adet veride enjektör tespitinde haar, iğne ucu tespit-ölçüm işleminde renk filtresi ve yabancı madde aranmasında ise leke tespit yöntemleri kullanıldığı zaman yanıt süresi olarak en kısa 0.01sn, en uzun 0.40sn ortalama ise 0.06sn olarak ölçülmüştür.

Kontrol süresinde öncelikle enjektör var/yok durumu kontrol edilmiştir. Enjektör tespitinde şablon eşleştirme yöntemiyle %99.87 ve haar-cascade sınıflandırıcısıyla ise %90.49 doğruluk oranı elde edilmiştir.

İğne ucu tespitiyle var/yok/adet kontrolleri gerçekleştirilmiştir. İğne ucu tespitinde şablon eşleştirme ile %82.58, haar ile %25.40 ve renk filtreleme ile %90.85 başarı elde edilmiştir.

İğne ucu boy ölçüm kontrolünde renk filtreleme yöntemi kullanılmış olup %95.63 doğruluk oranı elde edilmiştir. Boy ölçüm kontrolü, iğne ucunun bazı durumlarda plastik kabına fazla girerek kabı kırmasına neden olduğu için yapılmaktadır.

Son olarak yabancı madde aranması için leke (damla, blob) tespit yöntemi kullanılmıştır. Yabancı madde aranmasında enjektör üzerinde bulunan yazıları ve doz çizgilerini de leke olarak algılamaması adına morfolojik işlemlerden aşındırma işlemi uygulanmıştır. Aşındırma işlemi 1 sefer uygulandığı zaman enjektörde yabancı madde aranmasında doğruluk oranı %34.32 iken temiz enjektör olarak tespit edilenlerin temiz iğne ucu kontrolüne girdiği için iğne ucunda %78.15 olmuştur. Aşındırma işlemi 4 sefer uygulandığı zaman ise enjektörde %85.58, iğne ucunda ise %64.35 doğruluk oranı tespit edilmiştir.

Firma ile yapılan görüşmelerde; özellikle sorun yaşadıkları kısımların enjektör veya iğne ucu eksikliği olduğunu ve yabancı madde durumuyla çok nadir (kendilerinin belirttiğine göre milyonda bir) karşılaşıldığını belirtmişlerdir. Kullanılan yöntemlerin test edilmesi için oldukça fazla hatalı ürün paket görüntüleri oluşturulmuştur. Yazılımda kullanılan yöntemlerin sonuçları incelendiği zaman hatalı olmayan kabul edilebilir paketlerde başarı oranının çok yüksektir. Bu durum sistemin kullanılabilirliğini arttırmaktadır.

## 6.2. Öneriler

Bu tez çalışması ile şırınga üretiminde paketleme işlemine yardımcı bir sistem geliştirilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen sistem bilgisayar üzerinde çalışır durumda olduğu için hem maliyet hem de yer kaplaması düşünülürse yazılımın bir gömülü sistemde çalıştırılması sağlanabilir.

Yazılımın üretmiş olduğu çıktının personele bildirilmesi, üretim bandında 4 veya 5 sıraya paketlerin altına denk gelecek şekilde bir LED konulup sorunlu paket olması durumunda ilgili paket altındaki LED ile uyarı vermesi ile sağlanabilir. Bunun yanına bir monitör eklenerek sorunlu paketlerin gösterilmesi de yapılabilir.

Paket sütunlarının istatistiksel verisi tutularak eğer varsa sürekli sorunlu bir şekilde enjektör veya iğne ucu yüklemesini yapan bölümün kontrol edilmesi sağlanabilir.

Paketlemedeki kalite kontrol personeli çekilerek bir robot kol aracılığıyla sorunlu paketlerin, parçalanması veya eksikliğinin giderilmesi sağlanabilir.

Yabancı madde tespiti üzerine daha küçük maddeleri bulacak şekilde farklı algoritmalar gerçekleştirilebilir.

Özellikle iğne ucunun paket içerisine fazla girmesi durumunda aydınlatmanın önemi daha çok hissedilmiştir. Aydınlatmanın her noktaya ulaşabilecek yönde ve şiddette olmasına özen gösterilmelidir.





## KAYNAKLAR

- Altunkurt, Ö. ve Kahrıman, M., 2011, Gerçek Zamanlı Olarak, Anfis İle Renk Tabanlı Nesne Tespit Ve Motorlu Sistem İle Takip Edilmesi, *Teknik Bilimler Dergisi*, 1 (1), 1-5.
- Arduino, 2019, What is Arduino? [online], <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>, [Ziyaret Tarihi: 10.12.2019].
- Balcı, M., Altun, A. A. ve Taşdemir, Ş., 2016, Görüntü işleme teknikleri kullanılarak Napolyon tipi kirazların sınıflandırılması.
- Baranowski, M. J., Gupta, S. ve Albuz, E., 2018, Performing object detection operations via a graphics processing unit, Google Patents.
- Basler, 2019, acA4024-29uc - Basler ace [online], <https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/area-scan-cameras/ace/aca4024-29uc/>, [Ziyaret Tarihi: 22.11.2019].
- Belongie, S., Malik, J. ve Puzicha, J., 2002, Shape matching and object recognition using shape contexts, *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence* (4), 509-522.
- Berg, A. C. ve Malik, J., 2001, Geometric blur for template matching, *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001*, I-I.
- Bora, D., 2017, A novel approach for color image edge detection using multidirectional Sobel filter on HSV color space, *Int. J. Comput. Sci. Eng*, 5 (2), 154-159.
- Boztoprak, H., Çağlar, M. F. ve Merdan, M., 2007, Alternatif morfolojik bir yöntemle plaka yerini saptama, *XII. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi. Eskişehir, Kasım*.
- Bradski, G. ve Kaehler, A., 2008, Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library, " O'Reilly Media, Inc.", p.
- Danacı, E. G. ve Cinbiş, N. İ., 2015, A comparison of low-level features for visual attribute recognition, *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2038-2041.
- De Saxe, C. ve Cebon, D., 2019, Measurement of articulation angle by image template matching, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 0954407019833819.
- EdmundOptics, 2018, Choose the Correct Illumination [online], <https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/illumination/choose-the-correct-illumination/>, [Ziyaret Tarihi: 25.06.2018].

- FujiFilm, 2019, 4D High Resolution Lenses [online], <http://mvlens.fujifilm.com/en/product/hfxa5m.html>, [Ziyaret Tarihi: 22.11.2019].
- Gong, C., Erichson, N. B., Kelly, J. P., Trutoiu, L., Schowengerdt, B. T., Brunton, S. L. ve Seibel, E. J., 2019, RetinaMatch: Efficient Template Matching of Retina Images for Teleophthalmology, *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 38 (8), 1993-2004.
- Güngör, H., 2019, OpenCv Görüntü İşleme ve Renk Uzayı [online], <https://medium.com/@hafizegungor/opencv-g%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BC-i%CC%87%C5%9Fleme-ve-renk-uzay%C4%B1-1a76562ff715>, [Ziyaret Tarihi: 10.12.2019].
- Hamuda, E., Mc Ginley, B., Glavin, M. ve Jones, E., 2017, Automatic crop detection under field conditions using the HSV colour space and morphological operations, *Computers and electronics in agriculture*, 133, 97-107.
- Hanbay, K. ve Üzen, H., 2017, Nesne tespit ve takip metotları: Kapsamlı bir derleme, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6 (2), 40-49.
- Heng, C. K., Yokomitsu, S., Matsumoto, Y. ve Tamura, H., 2012, Shrink boost for selecting multi-lbp histogram features in object detection, *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 3250-3257.
- Kaehler, A. ve Bradski, G., 2016, Learning OpenCV 3: computer vision in C++ with the OpenCV library, " O'Reilly Media, Inc.", p.
- Kaliten, 2012, Kalite Kontrol Nedir? [online], <http://www.kaliten.com/kalite-kontrol-nedir.html>, [Ziyaret Tarihi: 24.07.2019].
- Karakaya, F., Altun, H. ve Çavuşlu, M. A., 2009, Gerçek zamanlı nesne tanıma uygulamaları için HOG algoritmasının FPGA tabanlı gömülü sistem uyarlaması, *IEEE 17th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*.
- Karakoç, M., 2011, Görüntü işleme teknikleri ve yapay zeka yöntemleri kullanarak görüntü içinde görüntü arama.
- Karaköse, M., Baygın, M., Aydın, İ., Sarımaden, A. ve Erhan, A., 2016, Endüstriyel Sistemlerde Arkaplan Çıkarımı Tabanlı Hareketli Nesne Tespiti ve Sayılması için Yeni Bir Yaklaşım, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 373-381.
- Karhan, M., Oktay, M., Karhan, Z. ve Demir, H., 2011, Morfolojik görüntü işleme yöntemleri ile kayıslarda yaprak delen (çil) hastalığı sonucu oluşan lekelerin tespiti, *6 th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Türkiye*, 172-176.

- Karim, S., Zhang, Y., Ali, S. ve Asif, M. R., 2018, An improvement of vehicle detection under shadow regions in satellite imagery, *Ninth International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP 2017)*, 106154D.
- Kaynar, O., Işık, Y. E., Görmez, Y. ve Demirkoparan, F., 2017, Fabric defect detection with LBP-GLMC, *2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, 1-5.
- Leyden, P., O'Connell, M., Greene, D. ve Curran, K., 2019, Cross-correlation Template Matching for Liver Localisation in Computed Tomography.
- Lienhart, R. ve Maydt, J., 2002, An extended set of haar-like features for rapid object detection, *Proceedings. international conference on image processing*, I-I.
- Liu, J. ve Zhong, X., 2019, An object tracking method based on Mean Shift algorithm with HSV color space and texture features, *Cluster Computing*, 22 (3), 6079-6090.
- Liu, L., Ouyang, W., Wang, X., Fieguth, P., Chen, J., Liu, X. ve Pietikäinen, M., 2018, Deep learning for generic object detection: A survey, *arXiv preprint arXiv:1809.02165*.
- Mora, A. D., Soares, J. ve Fonseca, J. M., 2013, A template matching technique for artifacts detection in retinal images, *2013 8th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (ISPA)*, 717-722.
- Mordvintsev, A. ve Revision, A. K., 2013, Morphological Transformations [online], [https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py\\_tutorials/py\\_imgproc/py\\_morphological\\_ops/py\\_morphological\\_ops.html](https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_morphological_ops/py_morphological_ops.html), [Ziyaret Tarihi: 10.12.2019].
- Nie, Y., Zeng, Q. ve Jiao, J., 2019, Building Damage Assessment from Post-Event Polarsar Image Based on Opce and Template Matching, *IGARSS 2019-2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 9402-9405.
- OpenCV, 2015, Template Matching [online], [https://docs.opencv.org/3.1.0/de/da9/tutorial\\_template\\_matching.html](https://docs.opencv.org/3.1.0/de/da9/tutorial_template_matching.html), [Ziyaret Tarihi: 24.07.2019].
- OpenCV, 2019, Cascade Classifier [online], [https://docs.opencv.org/master/db/d28/tutorial\\_cascade\\_classifier.html](https://docs.opencv.org/master/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html), [Ziyaret Tarihi: 10.08.2019].
- Özcan, A., 2016, Yapay görme sistemlerinin yatırım karlılığının değerlendirilmesi için bir model önerisi.
- Öztürk, T., Albayrak, Y. ve Polat, Ö., 2015, Object tracking by PI control and image processing on embedded systems, *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2178-2181.

- Pham, I., Jalovecký, R. ve Polášek, M., 2016, Combining Template Matching and Background Subtraction Techniques to Detect Objects in Infrared Video Sequences, *Advances in Military Technology*, 11 (2).
- Pişkin, M., 2016, OpenCV Template Matching ile Nesne Tespiti [online], <http://mesutpisikin.com/blog/opencv-template-matching-ile-nesne-tespiti.html>, [Ziyaret Tarihi: 05.08.2019].
- Schneider, A., Takla, M., Nicolay, A., Raab, A. ve Raab, T., 2015, A template-matching approach combining morphometric variables for automated mapping of charcoal kiln sites, *Archaeological Prospection*, 22 (1), 45-62.
- Shrivastava, K., Manda, S., Chavan, P., Patil, T. ve Sawant-Patil, S., 2018, Conceptual Model for Proficient Automated Attendance System based on Face Recognition and Gender Classification using Haar-Cascade, LBPH Algorithm along with LDA Model, *International Journal of Applied Engineering Research*, 13 (10), 8075-8080.
- Sledeviè, T., Serackis, A. ve Plonis, D., 2018, FPGA-Based Selected Object Tracking Using LBP, HOG and Motion Detection, *2018 IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, 1-5.
- Soo, S., 2014, Object detection using Haar-cascade Classifier, *Institute of Computer Science, University of Tartu*, 1-12.
- Şengül, Ü. ve Şengül, A. B., 2018, Bir İmalat İşletmesinde İstatistiksel Kalite Kontrol Grafiklerinin Uygulanması: SHEWHART, CUSUM, EWMA, *ICPESS 2018 PROCEEDINGS Volume 2: Economic Studies*, 425.
- Şimşek, E., Özyer, B., Bayındır, L. ve Özyer, G. T., 2018, Human-animal recognition in camera trap images, *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 1-4.
- Türker, G. F. ve Güler, İ., 2014, Farksal Yalıtılmış EKG Tasarımı ve Uygulaması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16 (3), 264-268.
- Ulutaş, G., Ulutaş, M. ve Nabiye, V. V., 2013, Copy move forgery detection based on LBP, *2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 1-4.
- Vashistha, P., Bhatnagar, C. ve Khan, M. A., 2018, An architecture to identify violence in video surveillance system using ViF and LBP, *2018 4th International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT)*, 1-6.
- Viola, P. ve Jones, M., 2001, Rapid object detection using a boosted cascade of simple features, *CVPR (1)*, 1 (511-518), 3.
- Vurgun, Y., 2017, Biyometrik yüz tanıma dayalı web üzerinden güvenli erişim sistemi tasarımı, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

- Ye, Y., Shen, L., Hao, M., Wang, J. ve Xu, Z., 2017, Robust optical-to-SAR image matching based on shape properties, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14 (4), 564-568.
- Yigit, A. ve Temizel, A., 2010, Abandoned object detection using thermal and visible band image fusion, *2010 IEEE 18th Signal Processing and Communications Applications Conference*, 617-620.
- Yoo, J., Hwang, S. S., Kim, S. D., Ki, M. S. ve Cha, J., 2014, Scale-invariant template matching using histogram of dominant gradients, *Pattern Recognition*, 47 (9), 3006-3018.
- Zhang, J., Huang, K., Yu, Y. ve Tan, T., 2011, Boosted local structured hog-lbp for object localization.



## EKLER

## EK-1: Görüntülerin alındığı firma ile yapılan gizlilik sözleşmesi

**GİZLİLİK SÖZLEŞMESİ**

**1. Taraflar**  
İşbu Ön Sözleşmenin tarafları:

Konya Teknik Üni. LEE Bilgisayar Müh. yüksek lisans öğrencisi  
**Öğr.Gör.Mustafa TARI**  
**Kanuni İkametgah Adresi:**  
Selçuk Üni. Akören MYO  
Akören Konya  
**Tebliğat Adresi:**  
Selçuk Üniversitesi Akören MYO  
Akören Konya  
(Bundan sonra **Yüksek Lisans Tez Öğrencisi** olarak anılacaktır)

**BERİKA TEKNOLOJİ MEDİKAL İMALAT İTHALAT İHRACAT TİCARET LTD. ŞTİ.**  
**Merkez ve Tebliğat Adresi**  
Loras Mahallesi Karaman Caddesi No : 812 / 1 Meram / KONYA  
**Tel:** 0 332- 238 99 98  
**Fax:** 0 332- 237 99 81  
**E-mail:** office@berikamedikal.com.tr  
(Bundan sonra **FİRMA** olarak anılacaktır)

**2. Konu ve Kapsam**  
İşbu Sözleşmenin konusu FİRMA'nın Loras Mahallesi Karaman Caddesi No : 812 / 1 Meram / KONYA adresinde imalatını yaptığı şırıngaların görüntülerinin alınıp Yüksek Lisans Tez Öğrencisinin "Görüntü İşleme Teknikleri İle Enjektör Üretiminde Kalite Kontrolü" başlıklı tezinde gizlilik kuralları çerçevesinde bu görüntülerin kalite kontrolü amacıyla kullanılmasıdır.

**3. Yüksek Lisans Tez Öğrencisinin Yükümlülükleri**

1. Yüksek Lisans Tez Öğrencisi, FİRMA ile ilişkilerinde ilgili mevzuat ile etik kurallar ve iyi niyet kurallarına uygun davranacaktır.
2. Yüksek Lisans Tez Öğrencisi, FİRMA'dan aldığı paketlenmiş şırınga görüntülerini sadece tez çalışmasında kalite kontrol amacı ile kullanacak ve bu görüntüleri üçüncü şahıslarla paylaşmayacaktır.
3. Yüksek Lisans Tez Öğrencisi görüntü almadan 1 gün önce FİRMA yetkililerine bilgi vererek izin alacaktır.
4. Yüksek Lisans Tez Öğrencisi görüntü alma sırasında paketleme makinesinin ve personelin çalışmasına engel oluşturacak davranışlarda bulunmayacaktır.

**4. FİRMA'nın Yükümlülükleri**

1. FİRMA, Yüksek Lisans Tez Öğrencisi ile ilişkilerinde ilgili mevzuat ile etik kurallar ve iyi niyet kurallarına uygun davranacaktır.
2. FİRMA, Yüksek Lisans Tez Öğrencisinin önceden aldığı randevu tarihi ve saatine göre planlama yaparak paketleme makinesinden şırınga görüntüsünü alması için çalışanları bilgilendirecek ve gerekli ortamı ve şartları sağlayacaktır.
3. FİRMA, yüksek lisans tezi kapsamında geliştirilen yazılımdan herhangi bir hak talep etmeyecektir.




**5. Bildirimler**  
Bu sözleşme kapsamındaki tüm bildirimler yukarıda verilen tebliğat adresine taahhütlü mektup veya kargo aracılığı ile yapılacaktır. Tebliğat adresindeki değişiklikler en geç 15 gün içinde diğer tarafa bildirilmek zorundadır. Aksi halde adres değişikliğini bildirmeyen taraf yapılan tüm tebliğatları almış kabul edilir.

1

**6. Süre ve Yürürlük**

İşbu sözleşme iki nüsha olarak tanzim edilmiş olup imzalandığı tarihte yürürlüğe girer. Sözleşme süresi yüksek lisans tezinin kabul edildiği zamana kadardır. İşbu sözleşmenin doğal eki sayılan mevzuata uygunluk sağlanmak koşuluyla karşılıklı mutabakat sağlanarak sözleşme süresi uzatılabilecektir.

**Tanzim Tarihi:** 03.01.2019

<b>FİRMA adına</b>	<b>Yüksek Lisans Tez Öğrencisi</b>
<b>Ad-Soyad</b> Hayrettin SEKER	<b>Ad-Soyad:</b> Mustafa TARI
<b>İmza:</b> 	<b>İmza:</b> 
 <b>BERKA TEKNOLOJİ MEDİKAL</b> Medikal A.Ş. Tic. Ltd. Şti. Mühür Mahallesi, Sarıyer, İstanbul No:812 - Beşiktaş/İSTANBUL Tel: 0032 237 99 99 Fax: 0332 237 99 81 Mevlana V.D. Bulvarı No: 170 - İçişleri 38485 Şişli - İstanbul /TÜRKİYE www.berka-medikal.com.tr - info@berka-medikal.com.tr (14)	

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Mustafa TARI  
**Uyruğu** : TC  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Konya (Doğanhisar) / 11.11.1989  
**Telefon** : 0505 694 34 66  
**Faks** : -  
**e-mail** : [mustafatari@selcuk.edu.tr](mailto:mustafatari@selcuk.edu.tr)

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Adil Karaağaç A.T.L., Selçuklu, Konya	2007
Üniversite-1	: Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği, Selçuklu, Konya	2012
Üniversite-2	: Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, Selçuklu, Konya	2015
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği	Devam ediyor
Doktora	: -	-

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012-2015	Cabitaş Mühendislik Tic. Ltd. Şti.	Yazılım Geliştirme
2013-2013	Selçuk Üniversitesi Doğanhisar MYO	
2015-...	Selçuk Üniversitesi Akören ARE MYO	Öğretim Görevlisi

### UZMANLIK ALANI

- Görüntü İşleme
- Gömülü Sistemler (Arduino, Jetson)
- Web Yazılım (PHP, HTML, CSS, jQuery)
- Veri Tabanı Tasarımı (MySQL, Filemaker, FireBase)
- Programlama (Python, Java, C#)

### PROJELER

- Selçuk Üniversitesi BAP, Araştırmacı, Görüntü İşleme Teknikleri ile Enjektör Üretiminde Kalite Kontrolü, (Haziran 2018-Devam ediyor)
- TÜBİTAK 4004, Uzman, Sessiz Mucitler, (Ocak 2019-Aralık 2019)

### YAYINLAR

- Tarı, M., Taşdemir, Ş., Özcan, C., ve Tarı A., 2018, Internet Usage of Elementary School Students in Rural Area Comparison with TUIK Data and Security



Review, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2(1), 21-25.

- Özcan, C., Saray, F., ve Tarı, M., 2018, Design of Student Attendance System with RFID & Bluetooth Low Energy Technology for Mobile Devices, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2(1), 26-30.

## TEBLİĞLER

- Tarı, M. ve Koçer, H.E., 2019, Quality Control With Image Processing In Syringe Production, *Uluslararası Bilim, Teknoloji Ve Sosyal Bilimlerde Güncel Gelişmeler Sempozyumu (BİLTEK)*, Ankara, Türkiye. (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır)
- Vurgun, Y., Tarı M., Akcan T. ve Taşpınar, Y.S., 2019, İşitme Engelli Öğrencilerin Robotik Kodlama Becerilerinin İncelenmesi, *Uluslararası Engelsiz Bilişim 2019 Kongresi (BİLTEVT'19)*, İstanbul, Türkiye, 93-101.
- Tarı, M., Taşdemir, Ş., ve Özcan, C., 2018, Internet Usage and Safety Behaviors of Primary School Students, *In 1st International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2018)*, Antalya, Türkiye, 202.
- Ozcan, C., Saray, F., ve Tarı, M., 2018, RFID ve Bluetooth Teknolojisi İle Mobil Cihazlar İçin Öğrenci Yoklama Uygulamasının Geliştirilmesi, *In 1st International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2018)*, Antalya, Türkiye, 457.
- Tarı, M., Tarı, A., Özcan, C., ve Saray, F. (2016). Smart Crib Application Developed Using Smart Phone and Embedded System, *Proceedings of 2nd International Conference on Networking and Computer Application (IRP 2016)*, Bangkok, Thailand, 153-156.
- Ozcan, C., Ilhan, I., Saray, F., ve Tarı, M., 2016, Student Attendance System Application With NFC Label In Mobile Devices, *Proceedings of 2nd International Conference on Networking and Computer Application (IRP 2016)*, Bangkok, Thailand, 138-142.