

# ODTÜ-FAREL Çizik Tespit Programı

## Kullanım Bilgileri

**Versiyon 1.0**

**Prof. Dr. Gözde BOZDAĞI AKAR (ODTÜ)**

**Volkan OKBAY (ODTÜ)**

**28.04.2021**

# 1. Program Kurulumu

Programı bilgisayara yüklemek için **setup.exe** dosyasını çalıştırınız ve yönetici olarak izin veriniz. Yüklemeden önce halihazırdaki yüklemeyi **Denetim Masası> Program Ekle/Kaldır** aracılığıyla silmeniz gerekmektedir. Bu paket, seçeceğiniz dosya konumuna gerekli olan kamera kütüphanesi (TIS Camera) ve görüntü işleme kütüphanelerini (OpenCV 4.5) de ekleyecektir. Programın çalışması için gerekli **.NET 4.7.2 Runtime** (veya daha güncel versiyon) yüklü değilse sizi internet üzerinden indirmeye yönlendirecektir. İnternet bağlantısı olmayan cihazlar için Microsoft'un web sitesinden çevrimdışı yükleyici indirilebilir.

Başarılı bir yüklemenin ardından, seçtiğiniz konumda 64 – 128 MB arası büyüklükte dosyalar oluşmuş ve masaüstünde programın kısa yolu belirmiş olması gerekir. Program, yönetici olarak çalıştırılır.

## 2. Genel Yöntem

Kurulumun ardından, programın gerçek zamanlı senaryoda kullanılması için aşağıdaki genel basamaklar belirlenmiştir; ancak herhangi biri sizin imkân ve ihtiyaçlarınız doğrultusunda değiştirilebilir:

### a. Görüntü ayarları:

- Programın çalıştırılması, kamera bağlantısı
- Düzenegün yerleştirilmesi
- Odak ve diyafram ayarı
- Kamera “exposure” ayarı

### b. Yüzey kusuru ayarları:

- Kusur tipi (yatay, yatay-dikey)
- Pencere XYWH ayarı
- Filtre değeri (filtre görüntüsüne göre)
- Eşik değeri (kalibrasyon skoruna göre)

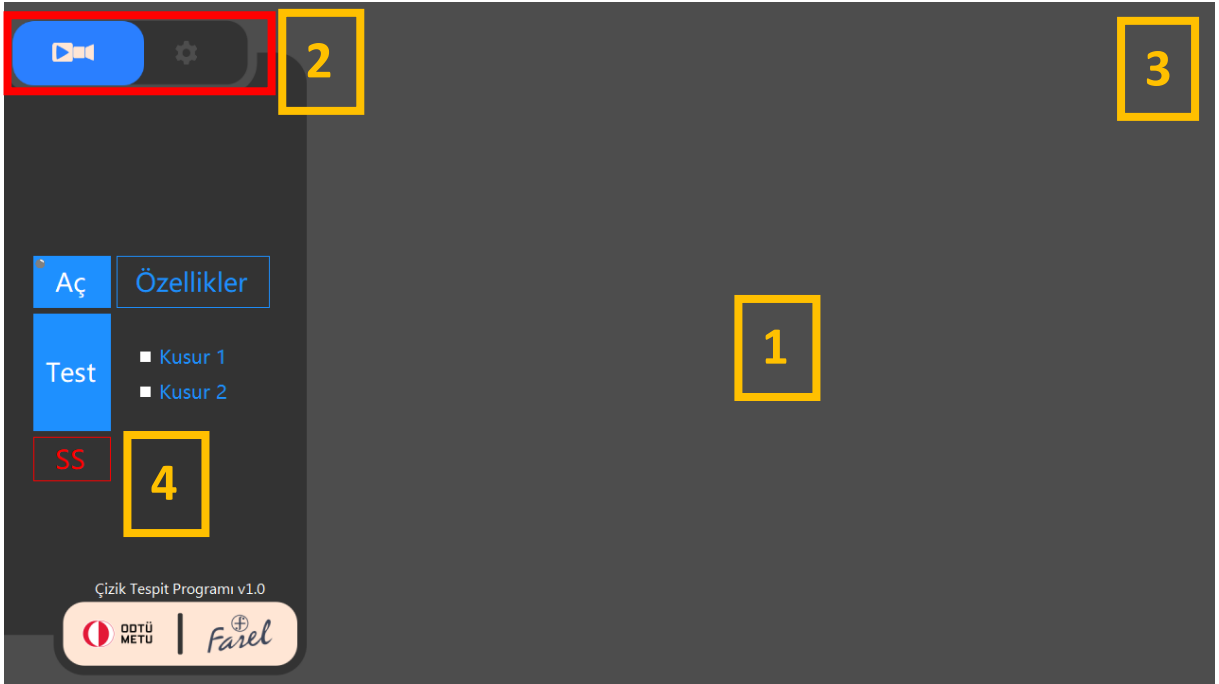


*Deneylerde ve bu raporda ışıklandırma olarak küçük bir kare LED kullanıldı. Ancak size kullanımı daha kolay olan daha büyük, yuvarlak bir LED yolluyoruz. Görseller farklı olabilir.*

## a. Görüntü Ayarları

Bilgisayar üzerinde, tercihen -mavi renkle belirtilen- bir USB 3.0 SS girişine, yine mavi renkteki kamera kablosunu takınız. Programı kısa yoldan veya yükleme konumundaki **FAREL\_CLRv02.exe** ile çalıştırınız. Karşınıza Şekil 1'deki gibi, 1280x720 çözünürlüklü bir ekran gelmelidir. Program bunun dışında tam ekran moduna geçebilmektedir (boş bir alanda çift tıklama veya sağ üstteki simge ile tam ekran yapabilirsiniz). Yine aynı şekilde 1280x720 büyüklüğüne dönebilirsiniz. Görüntü akışı, normal ekran büyüklüğünde çok daha hızlı olmaktadır ve 16:9 olmayan monitörlerde tam ekran için kaymalar olabilmektedir. Bu sebeple, ilk ayarlamalar dışında **720p normal ekran büyüklüğünü** tercih ediniz.

Sizi karşılayan ekranda (1) kamera görüntüsü alanı, (2) gerçek zaman/kalibrasyon mod seçici, (3) üzerine gelindiğinde beliren pencere simgeleri ve (4) komut tuşları bulunmaktadır. Bağlantısı yapılmış olan TIS kameraya ulaşmak için **AÇ** tuşuna basınız. Açılıştaki görüntü gelmeden, diğer fonksiyonlar aktive edilmemiş haldedir.



Şekil 1: Açılış ekranı

Kamera seçim ekranı (Şekil 2) orijinal kütüphaneyi çağırdığı için İngilizce dilindedir. Burada sadece **Device Name** den bağlı olan bir kamerayı seçmeniz yeterlidir. Önerdiğimiz kamera tek kanallı (siyah beyaz) olduğundan **Video Format** seçiminden bağımsız olarak **Y800 (2592x1944)** olarak çalışması beklenir. Kare hızını belirten **Frame Rate** ise bu donanım için en fazla **15** olacaktır, en hızlı görüntüyü almak için önerilen değerdir. Gerekli seçimlerden sonra **OK** tuşu ile onaylayıp çıkabilirsiniz.



Kare hızı için 15 FPS değeri gösterilmiyorsa, kamera bağlantısı sorunu olabilir. USB kabloyu çıkartıp takınız.

Sol alttaki **Update** tuşu seçilen cihaza göre diğer seçenekleri güncellemek için kullanılır. Cihaz bağlantısı kesildiğinde bu ekrana tekrar gelerek **Update** tuşuna tıklamayı, cihazı tekrar seçmeyi veya kamera USB bağlantısı çıkartıp takmayı deneyebilirsiniz.

The image shows a 'Device Settings' dialog box with a close button (X) in the top right corner. It is divided into two main sections. The top section, titled 'Video Capture Device', contains a 'Device Name' dropdown menu, a 'Serial Number' text field displaying 'n/a', and a 'Properties...' button. The bottom section, titled 'Device Settings', contains several configuration options: 'Video Norm' and 'Video Format' are dropdown menus both displaying 'n/a'; 'Frame Rate (FPS)' is a dropdown menu displaying 'n/a'; 'Input Channel' is a dropdown menu displaying 'n/a'; 'Flip Video Horizontal' and 'Flip Video Vertical' are checkboxes, both currently unchecked. A 'Customize...' button is located to the right of the 'Video Format' dropdown. At the bottom of the dialog are three buttons: 'Update', 'OK', and 'Cancel'.

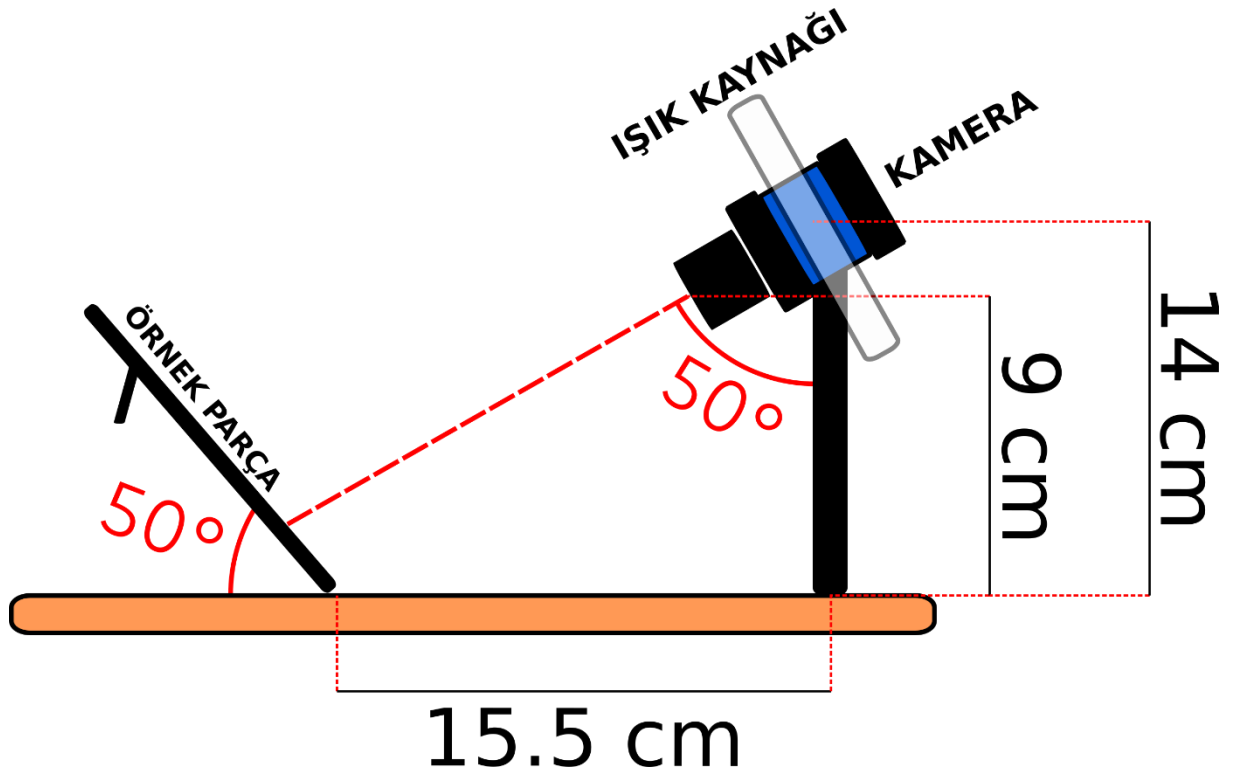
Şekil 2: Kamera seçim ekranı

Gerçek zamanlı kamera görüntüsünü başarıyla alıyorsak **AÇ** tuşunun sol üstündeki kırmızı belirtecin yanıp sönüyor olması gerekir. Arayüzün (1) numaralı bölgesinde, canlı görüntü henüz tamamen siyah/beyaz/odaksız görünebilir.

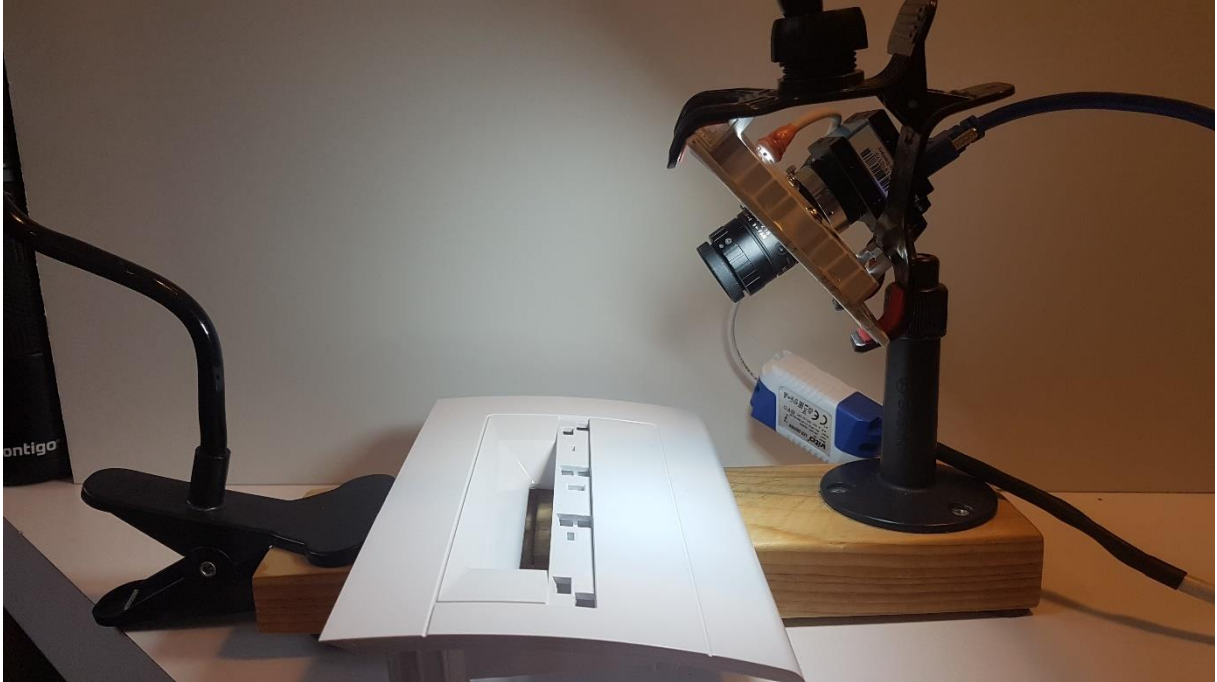
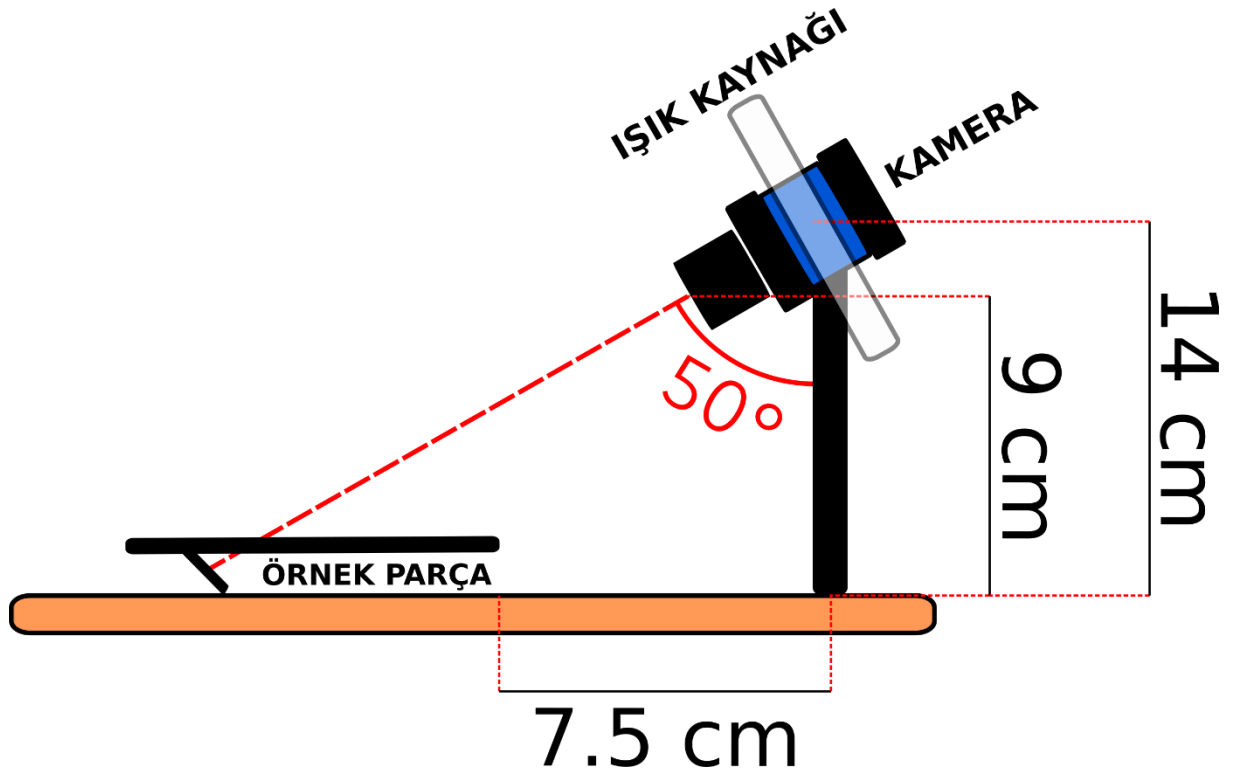
Bu aşamada kamera, ışık kaynağı ve örnek bir parçanın yerleşimini tamamlayınız. Deney sırasında kabaca, aşağıdaki ölçüler (Şekil 3 ve 4) kullanılmıştır. Fabrika ortamına uygun şekilde düzenlenmesi gerekebilir.



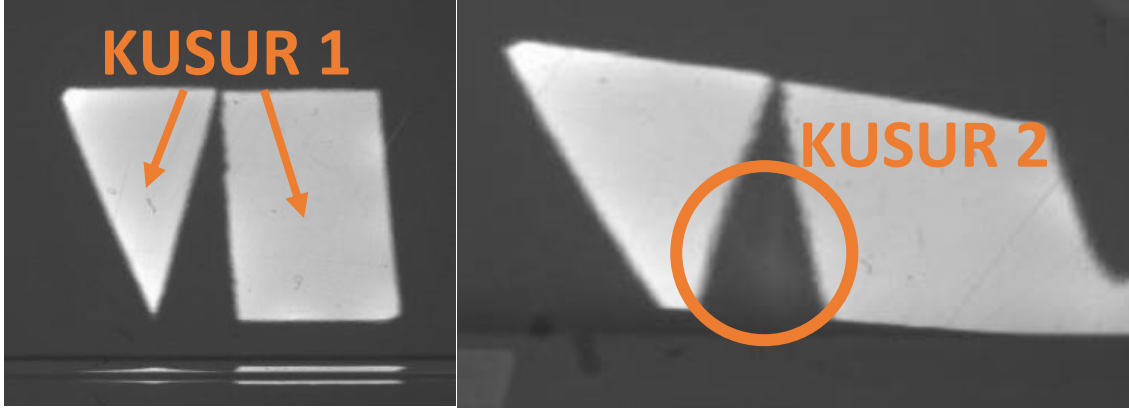
Amaç (Şekil 5'teki gibi) LED ışık kaynağının kare şeklindeki (ya da yuvarlak) aydınlık alanını görmek. Aydınlattığı bölgede; yüzey kusurlarının, kir ve çiziklerin belli olması beklenir. Daha farklı şekilde beliren Kusur 2 için ise karanlık alanı kullanacağız.



Şekil 3: Kusur 1 için deney düzeneği

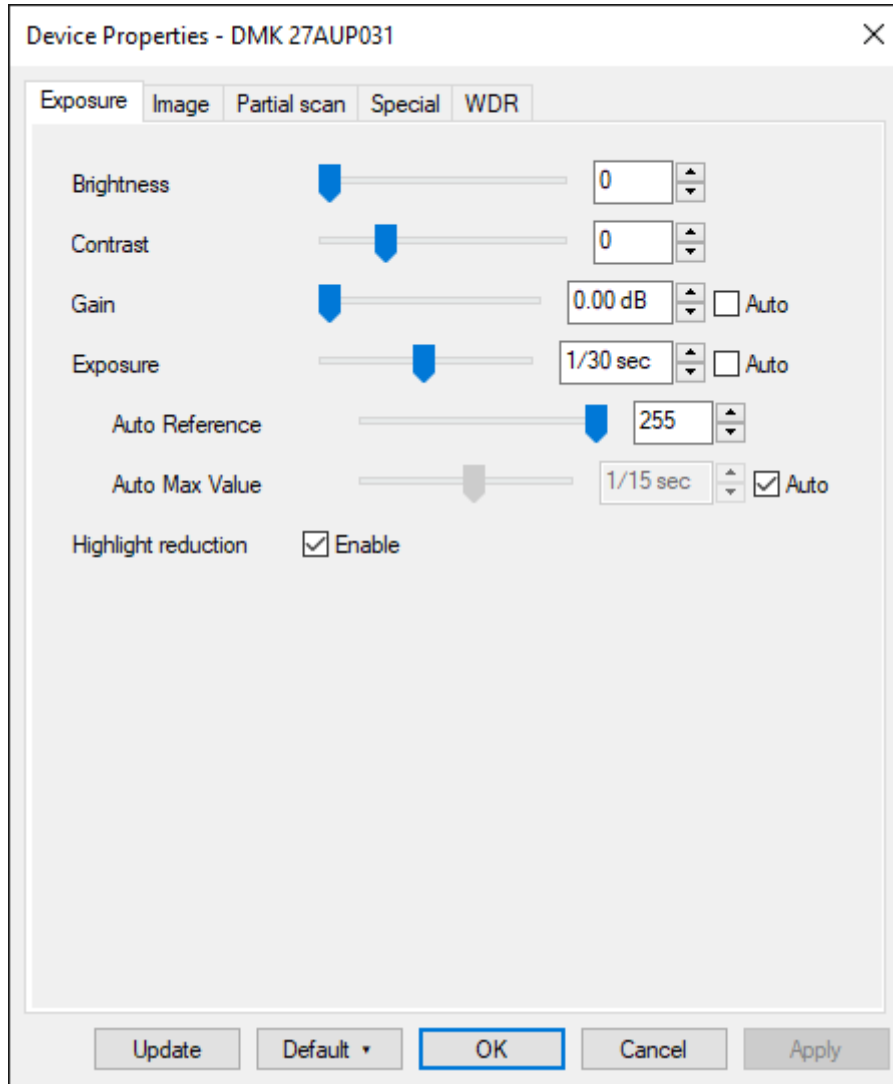


Şekil 4: Kusur 2 için deney düzeneği



Şekil 5: Parlak alanın kullanımı

Düzenekte ışıklandırmayı yerleştirirken, üçgen şeklindeki karanlık alanı Kusur 2'yi (iç kısımda kalan hare yaratan kusur) görmek için kullanınız. Kusur 1 için parlak alanlardan birini kullanabilirsiniz. Kamera incelenecek yüzeye dik olmalıdır. Işık kaynağı ise kameraya göre hafif açı ile yerleştirilebilir.



Şekil 6: Kamera görüntü ayarları penceresi

Düzenegin ince ayarlaması yapılırken, fiziksek olarak, kamera üzerinde bulunan diyafram ve odak ayarlarının da yapılması gereklidir. Deneyler sırasında diyafram için (daha geniş olan halka ayar) en karanlık görüntü veren **f16 aralık** uygun görülmüştür. Ortamın ışık şartlarına göre bu arttırılabilir. Odak için yine **NEAR** noktasına yakın bir ayar yapmak mantıklı olacaktır, tabi ki en doğru seçim, ekrandaki görüntüyü sürekli inceleyerek ve fabrika düzeneğindeki uzaklığa uygun olandır. Bu iki fiziksel ayarı yaparken programı **tam ekran modunda** kullanmanızı ve örnek olarak düz beyaz parçalar yerine desenli bir objeyi kamera önüne koymanızı öneririz. İstenen sonuçlar alınıyorsa halkaları küçük vidaları aracılığıyla ile sabitleyiniz.

Arayüzdeki bir diğer tuş olan **ÖZELLİKLER** kameranin fotometrik ayarlarına ulaşmanızı sağlar (Şekil 6). Gerekli görülen durumlar dışında (diyafram-odak ayarı ile tatmin edilen sonuçlar alınamazsa), sadece **Exposure** ayarını değiştirmeniz önerilir. Parlaklık (*brightness*), karşıtlık (*contrast*), sensör gücü (*gain*), gürültü azaltma (*denoise*) ve keskinlik (*sharpness*) ayarlarının 0 seviyesinde, gama ayarının 100'de kalması normal değerleri belirtir. Testler sırasında, 1/30 saniye **Exposure** uygun görülmüştür. Bu değer saniye cinsinden arttıkça parlaklık yükselecek; öte yandan harekete bağlı bulanıklık (*motion blur*) da artacaktır. Sizin şartlarınıza göre 1/15 ile 1/100 arası başka bir değer de girilebilir.



*Yüksek hareketli kareleri yakalamak için **Exposure** değerini küçültünüz ve ortama daha iyi bir ışıklandırma sağlayınız.*

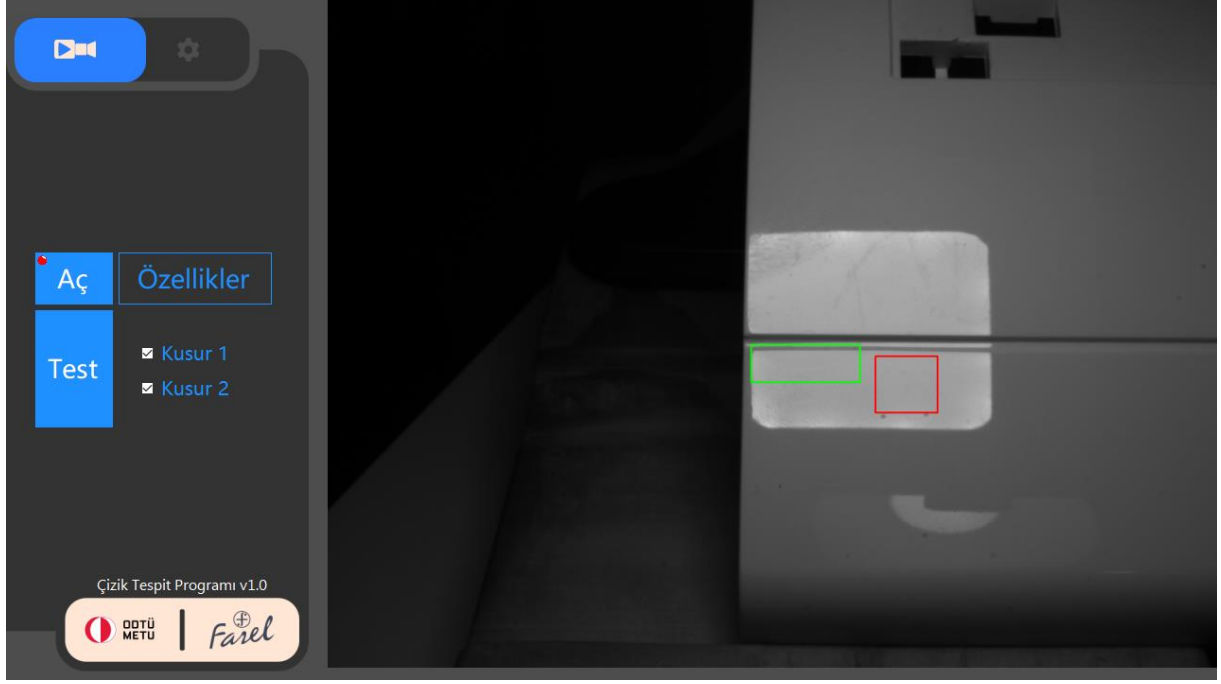


*Son olarak, SS tuşu çerçeveli/çerçevesiz birer ekran görüntüsünü kurulum yolundaki "ss" klasörüne kaydetmektedir. Kusurları yüksek çözünürlüklü incelemek veya bize yollamak için bu fonksiyonu kullanabilirsiniz. (Programı yönetici olarak çalıştırmak gereklidir)*

## b. Yüzey Kusuru Ayarları

İyi bir yerleşim ve görüntü ayarının ardından, Şekil 7'deki gibi LED ışığın aydınlattığı alan görünür olmalı ve yüzeydeki kir, parmak izi, çizik vb. kusurlar belirgin gri renkte olmalıdır. Bu başlıkta, kusurlara yönelik algoritmik ayarlamalar yapacağınız kalibrasyon modu incelenecektir. Programın sol üstündeki anahtar gerçek zaman ve kalibrasyon modları arası geçiş sağlamaktadır. Şekil 7'de örnek bir test sonucu verilmiştir. İki ayrı kusur için **ayrı değerler** ile **ayrı algoritma** koşturularak sonuçlar edilir.





Şekil 7: Örnek bir test sonucu



**Gerçek Zaman Kamera Modu:** Kamerayı açma ve fotometrik özelliklerini ayarlama için kullanılır. Seçilen kusurlar için test sonucu verir, detaylı ara aşamaları göstermeden sadece kusur var/yok sonucu çıkarır. Otomasyon sırasında kullanılmak üzere tasarlanmıştır.



**Kalibrasyon Modu:** Yüzey kusurlarına özel değerleri tanımlama ve test pencerelerini (ROI) konumlandırma için kullanılır. Otomasyondan önce kullanıcı tarafından ayarlamalar yapılması için ara aşamaları da gösteren bir moddur.

Görüntü üzerinde her 2 kusur için birer pencere (ROI: Region of Interest) belirlenmiştir. Kamera modunda iken, test edilmesini istediğiniz kusura ait kutuya tik atarak seçiniz. Ve **TEST** tuşuna basınız. Bu ROI pencereleri işlem hızını ve doğruluğu arttırmak için kullanıcı tarafından konumlandırılır. Gerçek senaryoda, robot kol ile taşınacak parçaların aynı kısmının test edilmesi hedeflenmiştir.

ROI pencereleri farklı durumlarda renk deęiřtirirler:

- **Siyah/Beyaz (yanıp sönen):** Henüz test edilmemiş kusurları gösterir. Gerçek zaman modundayken, herhangi kusura ait onay kutusuna tıklanırsa, pencereler tekrar siyah/beyaz yanıp sönmeye başlayacaktır.
- **Yeşil:** Girilen değerlere göre pencere içinde kusur bulunmuştur.
- **Kırmızı:** Girilen değerlere göre pencere içinde kusur bulunamamıştır.
- **Mavi:** Seçili kusura ait kalibrasyon modundasınız.

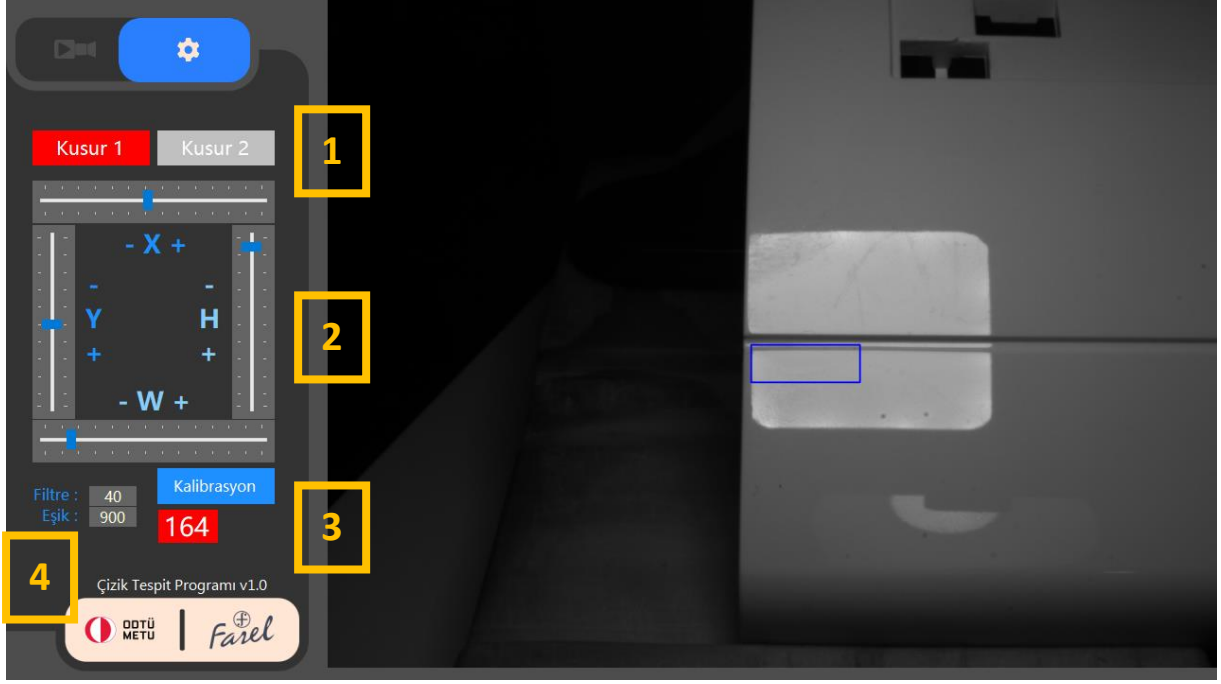
Kusurları yüksek doğrulukla bulmak için bazı değerlerin kullanıcı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bu değerlerin tespiti için **kalibrasyon moduna** geçiniz. Şekil 8'deki ekranda, öncelikle (1) kusur tipini seçiniz.



*Kusur 1 daha yatay görünümlü kusurları bulurken, Kusur 2 herhangi yöndeki kusurlara odaklanır.*

Sonuç olarak, Şekil 9'daki gibi yatay karakterli kusurlar için 1. tipi seçmek daha yüksek bir başarı sağlayacaktır. Dikey görünümlü kusurlar için parçayı yatay göstererek veya kamera görüntüsünü 90 çevirerek ve Kusur 1 tipini seçerek doğru sonuçlar elde edilebilir.

Her kusur tipi için ROI penceresi ve filtre/eşik değeri seçimleri farklıdır. Tip seçiminden sonra pencerenin sol üst noktasına ait koordinatları X-Y çubukları ile belirleyiniz. Ardından kusur olduğu düşünölen bölgeyi kapsayacak şekilde (çok ince ayarlanması gerekmez, kusurdan bir miktar büyük seçiniz) H-W büyüklükleri ayarlanır. Ekrandaki kırmızı kutudan piksel değerini okuyabilirsiniz (Şekil 8-3). Çubukları kaydırmak için ok tuşları, sol fare tuşu veya fare tekerleği kullanılabilir. Pencere ayarlaması ardından **KALİBRASYON** tuşuna tıklayınız. Şekil 9'daki gibi 3 adet yardımcı görsel ve Şekil 8-3'teki kırmızı bilgi kutusunda bir kalibrasyon skoru gösterilecektir. Filtre/eşik değerlerini belirlemek için bu skor ve algoritma görsellerinden yararlanabilirsiniz.



Şekil 8: Kalibrasyon modu

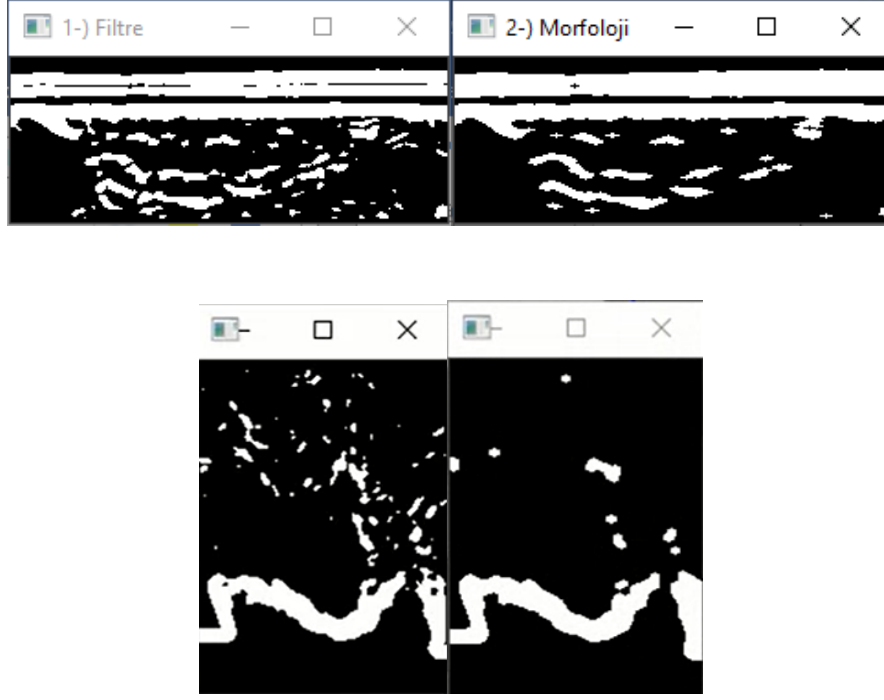
Öncelikle pencere içinde kenar bulma algoritması sonuçlarını filtreleyen **Filtre** değerini değiştirmek gereklidir. Bu parametre 0 ile 255 arası bir değer kabul eder ve normal aralığı 30-40'tır. Girilen değer yükseldikçe algoritma, daha az duyarlı hale gelecek ve az sayıda pikseli geçirecektir. Optimize sayıya karar vermek için, **Filtre Penceresinde** (Şekil 9-a) istenen kusurun şeklini ortaya çıkarırken gürültü yaratacak piksellerin filtrelendiği bir görsel elde etmek gerekir.

Buna ek olarak, forma dayalı morfolojik işlemlerin sonucu (Şekil 9-b) ve en son skoru verecek olan küçük merkez bölge (Şekil 9-c) doğru bir filtre değeri seçimine yardımcı olabilir.

Filtre değerini ayarladıktan sonra kalibrasyon skoruna (Şekil 8-3) tekrar tıklayarak göz atınız. Eşik değerinden yüksek olan skorların olduğu bölgeler **kusur var** olarak tanımlanacaktır. Güvenli bir eşik değeri belirlemek için ise parçayı hareket ettiriniz. Kusur olmadığı düşünülen alanlardaki skorlardan yüksek, kusur alanı skorlarından düşük bir **eşik değeri** seçiniz.



*En doğru değerler için kalibrasyon skorlarını, temiz ve farklı parçalar üzerinde test etmenizi öneririz. Kalibrasyonun ardından gerçek zamanlı mod kullanıma hazır hale gelecektir.*



Şekil 9: Algoritmik ara aşamalar a) filtreleme b) morfolojik işlemler (üstte kusur 1, altta kusur 2)

### 3. Teknik Bilgiler

#### DONANIM

Lens:	Fujinon HF8XA-5M
Kamera:	TIS DMK 27AUP031
Sensör:	CMOS Aptina MT9P031
Bağlantı:	USB 3.0 SuperSpeed
Lamba:	3W Kare LED Aydınlatma (4,5 x 4,5 cm, deney) 6W Yuvarlak LED Aydınlatma (d: 8 cm, gönderilen)

#### YAZILIM

Kamera DLL kütüphanesi:	TIS_UDSHL12_x64.dll
Kamera sürücüsü:	2.9.8
Kamera IC C++ kütüphanesi:	3.5.6
Yazılım dili:	ISO C++ 14
Yazılım platformu:	C++/CLI .NET Framework 4.7.2
Yazılım derleyicisi:	Visual Studio 19 v142
Görüntü işleme kütüphanesi:	OPENCV 4.5.0 (vc15)