



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YAPAY GÖRMEYE DAYALI OTOMATİK HATA DENETİM SİSTEMİ

YUSUF TURGUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mekatronik Anabilim Dalı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Koray TUNÇALP

EŞ-DANIŞMAN
Doç. Dr. Sezai TAŞKIN

İSTANBUL, 2013



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YAPAY GÖRMEYE DAYALI OTOMATİK HATA DENETİM SİSTEMİ

YUSUF TURGUT
(526210014)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mekatronik Anabilim Dalı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Koray TUNÇALP

EŞ-DANIŞMAN
Doç. Dr. Sezai TAŞKIN

İSTANBUL, 2013

TEŞEKKÜR

Kıymetli zamanlarını ayırarak bu tez çalışmamın her aşamasında verdikleri katkılarından dolayı danışmanlarım Prof. Dr. B. Koray Tunçalp ve Doç. Dr. Sezai Taşkın'a,

Bu tezin uygulama kısımlarının yürütülmesinde, Celal Bayar Üniversitesi Turgutlu MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı imkânlarından yararlanmama izin veren kurumun yöneticilerine ve çalışmamın donanımsal yapısının oluşturulmasındaki katkılarından dolayı Dr. Hayrettin Gökozan'a, Öğr. Gör. Mehmet Taştan'a ve Elektrik Teknik Öğretmeni İbrahim Çağlayan'a,

Beni yetiştiren, hayatım boyunca bana destek olan değerli Anne ve Babama,

Tez çalışmamın her aşamasında fikir ve önerileri ile yardımlarını esirgemeyen emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2013

Yusuf TURGUT

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
SEMBOLLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
TABLO LİSTESİ.....	xvix
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Amaç	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Yapay Görme	5
2.1.1. Yapay görme sistemlerinin avantajları.....	6
Üretim sürekliliği.....	6
Düşük işçilik giderleri	6
Yüksek üretim kapasitesi ve rekabet faktörü.....	6
Maksimum kalite ve minimum hata	6
İşçi güvenliği	6
2.1.2. Yapay görme sistemleri uygulama alanları	7
2.1.3. Yapay görme sistemlerinin bileşenleri	7
2.1.3.1. Işıklandırma	7
2.1.3.2. Görüntü alma	8

2.1.3.3. Görüntü işleme	8
2.2. Görüntü Analizi	12
2.2.1. Nesne tanıma (pattern recognition)	12
2.2.2. Şablon.....	13
2.2.3. Tarama yöntemleri	14
2.2.3.1. Konvolüsyon tekniği	14
2.2.3.2. Korelasyon tekniği.....	16
2.3. Literatür	17
3. HATA DENETİMİ VE LABVIEW PROGRAMI	21
3.1. Hata.....	21
3.2. Kalite Kontrol	21
3.3. LabVIEW.....	23
3.3.1. LabVIEW kullanıcı arayüzü.....	23
3.3.2. NI vision development module	25
3.3.3. Önemli NI vision fonksiyonları.....	26
3.3.3.1. Nesne tarama	26
3.3.3.2. Optik karakter tanıma	26
3.3.3.3. Parçacık analizi.....	26
3.3.3.4. Renk denetleme	27
3.3.3.5. Kenar belirleme	27
3.3.3.6. Nesne sınıflandırma.....	27
3.3.3.7. Ölçümlendirme	27
3.3.3.8. Barkod okuma	28
3.3.3.9. Kalibrasyon.....	28
3.3.3.10. Görüntü aritmetiği ve mantık işlemleri	28
3.3.3.11. Koordinat sistemleri	28

3.3.3.12. Kusur bulma	29
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	31
4.1. Giriş	31
4.2. Uygulamanın Donanım Yapısı	32
4.2.1. Kamera ve ışıklandırma	32
4.2.2. Görüntü dönüştürücü kartı	33
4.2.3. Bant hattı	35
4.2.3.1. TD400C text display.....	36
4.2.4. NI Compact FieldPoint dağıtık I/O sistemi.....	37
4.3. Uygulamada Kullanılan LabVIEW Yazılımı	38
4.3.1. Konveyör hattı ile gerçek zamanlı çalışan LabVIEW programı	38
4.3.1.1. Programın kullanıcı ara yüzü.....	38
4.3.1.2. Programın blok diyagramı	40
4.3.2 Hata analizi için kullanılan LabVIEW programı	44
4.3.2.1. Görüntüyü elde etme	46
4.3.2.2. Markalama	47
4.3.2.3. Koordinat düzlemini ayarlama	48
4.3.2.4. Kusur bulma	49
4.3.2.5. Sonuçların gösterimi ve raporlama.....	50
4.3.3. Uygulama sonunda elde edilen bulgular	52
5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	55
KAYNAKLAR.....	59
EKLER	63
EK-A	63
YAZILIMLAR.....	63
EK- B	64

PLC PROGRAMI.....	64
ÖZGEÇMİŞ	71

ÖZET

Endüstriyel üretim sistemleri günümüzde hızla gelişmektedir. Bununla beraber üretimde kalite ve verime olan talep de artmakta, ürünlerin kalite denetimleri önem kazanmaktadır. Bu denetimler, önceleri insan gözlemiyle oldukça yavaş ve düşük verimle yapılırken günümüzde makine görüşü olarak da adlandırılan yapay görme sistemleri kullanılarak yapılmaktadır.

Bu çalışmada, elektronik baskı devre kartlarındaki iletim yollarının kalite kontrolü ve hata denetimi amacıyla görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama kısmı iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada, tasarlanan yürüyen bant hattı üzerindeki baskı devre kartları referans bir şablon ile karşılaştırılmaktadır. Gelen elektronik kart görüntüsü ile referans görüntü eşleşmediği takdirde bant hattı yeni ürünü almak için ürünü geri getirmektedir. Görüntülerin eşleştiği yani doğrulamanın gerçekleştiği durumda ise sistem onay işlemi verip ürünü bir sonraki işlem için ileri götürmektedir. İkinci aşamada ise ürünlerin hangi kısımlarında hata olduğunu göstermek amacıyla ürünler üzerinde hata analizi yapılmıştır. Hata analizi sonucunda her bir ürün hakkındaki bilgi raporlanarak bilgisayara kaydedilmektedir. Bu işlemler için, LabVIEW programı ile Vision Builder AI kullanılmıştır.

Tez çalışması kapsamında tasarlanan görüntü işlemeye dayalı otomasyon sistemi ile gerçekleştirilen uygulamalar oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Sistem, elektronik kartların bant üzerindeki geliş açısı konumundan da etkilenmeden otomatik kalite kontrol işlevini yerine getirebilmektedir. Tasarlanan sistem mevcut yapısı itibariyle hem basit endüstriyel uygulamalar için örnek olarak kullanılabileceği gibi hem de görüntü işleme konusu içeren derslerin uygulamalarında deney seti olarak kullanılabilecek yapıdadır.

Ocak, 2013

Yusuf Turgut

ABSTRACT

Nowadays, industrial systems have been rapidly developing. Hence, demands of quality and efficiency have been increasing and quality control also has been getting importance at the production processes. Formerly, these controls had been performed by human observation with low efficiency and slowly. But, computer vision systems, which are called as machine vision, have been used at new production processes for the automatic quality control applications nowadays.

In this study, machine vision based techniques have been used in order to realize automatic quality control of printed circuit boards (PCBs). There are two phase of the study. First phase is consisted of conveyor system, camera, compact FieldPoint and its control unit. In this phase all PCBs have been matched with to reference template image. When images don't match with the reference in this case conveyor system turn back in order take a new PCB. Otherwise, the conveyor system goes to forward. In the second phase of the application, defect detection analysis accomplishes to search of physical defects on the PCBs. Finally, all process are been reported to the PC. LabVIEW and Vision Builder AI programs have been used for the application.

The designed experimental set-up has shown that successful results. At the same time, the system has not affected by forwarding PCBs positions. This developed application can be used for small industrial applications and also it can be preferred as experimental set-up for the machine vision based courses.

January, 2013

Yusuf Turgut

SEMBOLLER

$\otimes, *$	: konvolüsyon işlemi
f	: konvolüsyon fonksiyonu
(x, y)	: görüntü koordinatları
i	: matris satır göstergesi
j	: matris sütun göstergesi
Hz	: Hertz
lux	: aydınlık şiddet birimi
dB	: desibel

KISALTMALAR

PCB	: Baskılı Devre Kartı
LabVIEW	: Laboratory Virtual Instruments for Engineering Workbench Programı
GPL	: Grafiksel Programlama Dili
NI	: National Instruments firması
OCR	: Optik Karakter Tanıma
AI	: Otomatik Denetleme
LED	: Işık Yayan Diyod
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
PAL	: Phase Alternating Line ekran formatı
NTSC	: National Television System Committee ekran formatı
SECAM	: SÉquentiel Couleur À Mémoire ekran formatı
VGA	: Video Graphics Array görüntü formatı
PCI	: Çevresel Komponent Arabağlantısı
CPU	: Merkezi İşlem Ünitesi
BNC	: Bayonet Neill–Concelman tipi soket
HMI	: İnsan Makine Arayüzü
cFP	: Compact FieldPoint haberleşme modülü
MAX	: LabVIEW'daki Ölçme ve Otomasyon Kaşifi
PLC	: Programlanabilir Lojik Denetleyici
JPEG	: Joint Photographic Experts Group görüntü formatı
CNC	: Bilgisayarlı Sayısal Kontrol cihazı
CCD	: Charge Coupled Device kamera çeşidi

ŞEKİL LİSTESİ

	SAYFA
Şekil 2.1 Örnek Bir Yapay Görme Algoritması	5
Şekil 2.2 Görüntünün Elde Edilmesine Ait Blok Diyagram	8
Şekil 2.3 Farklı Histogramlar	10
Şekil 2.4 Eşikleme Tekniği	10
Şekil 2.5 Örnek Baskı Devre kartı.....	13
Şekil 2.6 Örnek Şablon.....	13
Şekil 2.7 Taramadan Sonra Bulunan Üç Elemanın Görüntüsü	14
Şekil 2.8 Konvolüsyon Kernelinin Görüntü Üzerine Yerleştirilmesi	15
Şekil 2.9 Korelasyon Kernelinin Görüntü Üzerine Yerleştirilmesi	17
Şekil 3.1 LabVIEW Ön Panel Görünümü	23
Şekil 3.2 LabVIEW Blok Diyagram Görünümü	24
Şekil 3.3 LabVIEW Kontrol Paleti	24
Şekil 3.4 LabVIEW Fonksiyon Paleti	25
Şekil 3.5 Nesne Tarama.....	26
Şekil 3.6 OCR	26
Şekil 3.7 Parçacık Analizi	26
Şekil 3.8 Renk Denetleme	27
Şekil 3.9 Kenar Belirleme	27
Şekil 3.10 Nesne Sınıflandırma.....	27
Şekil 3.11 Ölçümlendirme.....	27
Şekil 3.12 Barkod Okuma	28
Şekil 3.13 Kalibrasyon	28
Şekil 3.14 Görüntü Aritmetiği ve Mantık İşlemleri	28
Şekil 3.15 Koordinat Sistemleri	29
Şekil 3.16 Kusur Bulma	29
Şekil 4.1 Sistemin Genel Bir Görüntüsü	31
Şekil 4.2 Işıklandırma	32
Şekil 4.3 GANZ LC-C49AE Model Kamera	32

Şekil 4.4 PCI/PXI 1407 Görüntü Dönüştürücü Kartı.....	34
Şekil 4.5 PCI/PXI 1407 BNC Girişleri	34
Şekil 4.6 Deney Düzeneginin Üç Boyutlu Görünümü	35
Şekil 4.7 Sistemde Kullanılan PLC Giriş Çıkış Bağlantıları	35
Şekil 4.8 Röle Kontak Bağlantıları.....	36
Şekil 4.9 TD400C Text Display	36
Şekil 4.10 cFP-2200 Modülleri	37
Şekil 4.11 LabVIEW Programı Arayüzü	39
Şekil 4.12 Öğrenme İşlevi.....	40
Şekil 4.13 IMAQ Setup Learn Pattern	40
Şekil 4.14 IMAQ Learn Pattern	40
Şekil 4.15 IMAQ Setup Match Pattern	41
Şekil 4.16 IMAQ Match Pattern.....	41
Şekil 4.17 Nesne Tarama İşlevi.....	41
Şekil 4.18 Taramanın Başlaması İçin Algılayıcıdan Alınan Ürün Bilgisi	42
Şekil 4.19 Bant Hareketi İçin Alınan Dijital Çıkış.....	42
Şekil 4.20 Kayıt İşlevi.....	43
Şekil 4.21 Snap SubVI	43
Şekil 4.22 IMAQ Write File.....	43
Şekil 4.23 File Dialog.....	44
Şekil 4.24 ROI Seçimi ve Anlık Görüntü Çekimi.....	44
Şekil 4.25 Vision Builder Konfigürasyon Ara Yüzü	45
Şekil 4.26 Görüntü Elde Etme Paleti	46
Şekil 4.27 İşaretleme (Markalama) İçin Kullanılan Kontrol.....	47
Şekil 4.28 Koordinat Düzlemi Belirme	48
Şekil 4.29 “Detect Defects” Kontrolü	49
Şekil 4.30 “Custom Overlay” Ayar Penceresi	50
Şekil 4.31 Raporlama Ayar Penceresi	51
Şekil 4.32 Görüntü Kaydetme (Image Logging) Ayar Penceresi	51
Şekil 4.33 ARES ile Hazırlanan Bir PCB Örneği	52
Şekil 4.34 Baskı Devre Çıkarma CNC Cihazı Bungard CCD/2	52

Şekil 4.35 (a) ve (b) Düzgün Açıyla Gelen Doğru Ürün ve Hatalı Ürün Görüntüsü, (c) ve (d) Geliş Açısı Farklı Olan Doğru Ürün Görüntüleri	53
Şekil 4.36 Rapor Çıktısı	54

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Hata Dereceleri	21
Tablo 4.1 GANZ LC-C49AE Modeli Kameranın Özellikleri	33
Tablo 5.1 Hata Analizinde Elde Edilen Sonuçlar	56

1.GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Giriş

Elektronik ürün grupları endüstrisi, en hızlı gelişen ve değişen üretim sektörlerinden birisidir. Bilgisayar, telefon, televizyon gibi pek çok elektrik/elektronik cihazın üretiminde baskılı devre kartları (Printed Circuit Board–PCB)’ler kullanılmaktadır. PCB’ler üzerine elektronik elemanlar monte edilerek bir ürün oluşturulmaktadır. PCB, elektrik akımı iletim yollarına sahip yalıtkan bir karttır. Yalıtkan kısmı seramik, fiberglas veya plastikten yapılabilir. Üzerindeki iletken yollar, elektronik bileşenlerin birbiri ile bağlantısını sağlar. PCB’ler pek çok farklı tip ve şekilde üretilmektedirler. Kart tipinin seçimi; gerçekleştireceği fonksiyona, maliyetine, kullanılabilir alana, bileşen mevcudiyetine ve çalışma koşullarına bağlıdır. PCB çeşitleri katman sayısına, taraf sayısına, kart malzemesine, alet tipine ve maliyetine göre değişiklik gösterirler. PCB’ler üretildikten sonra üstlerine elektronik bileşenler yerleştirilerek (dizgi işlemi) istenen fonksiyonu yerine getiren bir elektronik kart halini alırlar [1].

Dolayısıyla PCB’ler üzerinde yer alan iletken yollar, devre tasarımına da bağlı olarak çok karmaşık yapıda olabilmektedir. Bu nedenle, kart üzerine montaj işleminden önce, baskıdan kaynaklanan iletim hatalarının tespit edilmesi çok önem arz etmektedir. Bu bağlamda, üretimde kaliteye verilen önem günden güne artmakta, dolayısıyla ürünlerin kalite denetimleri önem kazanmaktadır.

Bir kalite kontrol sisteminin temel gayesi, üretimden kaynaklanan kalitesizliği önlemektir. Kalite kontrolün amacı ise, tüketici isteklerinin ve işletmenin genel gayesini, birlikte muhtemel en ekonomik seviyede karşılayabilecek ürünün üretilmesini sağlayacak plan ve programların geliştirilerek uygulanması ve etkin bir şekilde yürütülmesini sağlamaktır [2,3]. Bu amaçlarla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. İnsandan kaynaklanan kontrol hatalarının en aza indirilmesi amacıyla, endüstride kullanılan görüntü işleme uygulamaları bunlara bir örnek olarak verilebilir.

Görüntü işleme, bir görüntünün dijital formata dönüştürülmesi ve bilgisayardaki yazılım marifetiyle yorumlanmasıdır. Görüntü işleme sayesinde kalite kontrol denetimi çok daha hassas, hızlı ve verimli yapılabilmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle gelişen

bilgisayar donanımları ve yazılımları sayesinde görüntü işleme ile yapılan çalışmalar ve bu konuya olan ilgi artmıştır[4]. Özellikle görme tabanlı otomasyon ve hata tespit sistemlerine gereksinim her geçen gün artmaktadır. Bu tür sistemler tekstil endüstrisinden, sanayi ürünlerinin üretimine, ev gereçleri ve yapı malzemelerinin üretimine kadar çok geniş yelpazede kullanılmaktadır.

1.2. Amaç

Baskı devre kartlarının üretimi sırasında yüzeysel hataların saptanabilmesi için görüntü işleme teknolojisinin kullanılması hem hız hem de verimlilik açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, eğitim amaçlı olarak tasarlanmış bir bant üzerinde akan baskı devre kartlarının kamera vasıtasıyla görüntülerinin bilgisayara aktarılması ve görüntü işleme yöntemleri kullanılarak, üretimi aksatmadan hata tespitlerinin yapılması amaçlanmıştır.

Görüntü işleme uygulamaları endüstrinin birçok alanında günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak, elektronik kartlardaki iletken yolların doğruluğunun kontrolü, lehimleme noktalarının düzgünlüğünün saptanması, elektronik elemanlarının kart üzerine doğru bir şekilde yerleştirilip yerleştirilmediğinin tespiti gibi birçok konunun uygulamaları verilebilir.

Görüntü işleme uygulamaları donanımsal olarak basit gibi görünse de hem matematiksel teorisi hem de yazılımsal alt yapısı ile oldukça kapsamlı bir içeriğe sahiptir. Bu tez çalışmasında bir bant üzerinde ilerleyen elektronik kartlardaki iletim yollarının otomatik kalite kontrolünün tespiti amacıyla bir test düzeneği tasarlanmıştır. Bu test düzeneği, kullanılan yazılım ve donanımsal yapısı ile hem görüntü işlem uygulamalarının akademik ortamda öğretilmesi hem de endüstride oldukça fazla maliyet gerektiren uygulamalara da alternatif bir çözüm niteliğindedir.

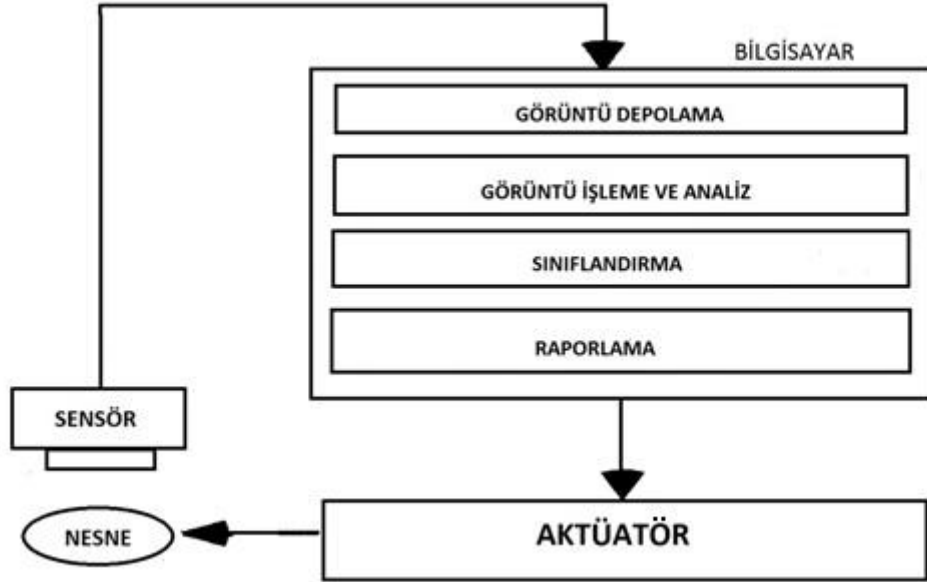
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yapay Görme

İnsanlardaki görme yapısı son derece karmaşıktır. Saniyenin onda biri mertebesinde bir zaman aralığında, kişi büyük çapta bilgiyi algılamakta, değerlendirmekte ve cisimleri farklı açılardan ve hatta çok az bir kısmından bile tanıyabilmektedir. İnsan retinasının saniyede takribi 10 milyar işlem gerçekleştirdiği, beyindeki korteksin ise daha da yüksek bir hıza sahip olduğu bilinmektedir [5].

Yapay görme sistemlerinin kullanıldığı ilk dönemlerde gerek sistemlerin karmaşıklığı gerekse mevcut bilgi işleme gücünün kısıtlamaları bulunmaktaydı. Günümüzde ise, artık makine görmesi uzay araştırmalarından tıba kadar uzanan geniş bir alanda karmaşık ve başarılı uygulamalara sahip gelişmiş bir teknoloji olarak görülmektedir.

Şekil 2.1’de bir yapay görme sisteminin işleyişine ait genel blok şema verilmiştir.



Şekil 2.1 Örnek Bir Yapay Görme Algoritması

2.1.1. Yapay görme sistemlerinin avantajları

❖ Üretim sürekliliği

Üretim tesislerinde makinelerin dur-kalk çalışması ve sık arızalanması gibi nedenlerden dolayı üretimin sürekliliği sekteye uğrayabilmektedir. Bu istenmeyen durumlar için kameralı yapay görme sistemleri tercih edildiğinde yıllık bakım ve servis gereksinimleri, işletme maliyetleri düşmekte, üretimde istikrar sağlanabilmektedir.

❖ Düşük işçilik giderleri

Üretim miktarının fazla olduğu firmalarda ürün miktarını lojistiğe dönüştürebilmek için işçi sayısını arttırmak gerekmektedir. Yapay görmeye dayalı robotik sistemlerin kullanıldığı üretim tesislerinde en az çalışan sayısı ile işler yaptırılabilir. Kalite kontrol, paketleme, montaj vb. gibi firma içi bölümlerde nitelikli çalışan kişiler haricinde, çalışan sayısı oldukça düşük olup işverenin işçilik maliyetleri düşmektedir.

❖ Yüksek üretim kapasitesi ve rekabet faktörü

Robot ve makineler 7/24 saat durmaksızın çalışabilmektedirler. Bakım prosedürüne uyulmak suretiyle performanslarında herhangi bir değişme yaşanmamaktadır. Böylece süreklilik sağlanarak üretim kapasitesi artırımına gidilebilir.

❖ Maksimum kalite ve minimum hata

Üretimde, hatasız bir şekilde, en asgari kayıp ile el değmeden; hassas montaj, toplama ve dizme işlemi, kolilere yerleştirme, paketleme, kalite kontrol, hata tespiti ve paketleme gibi operasyonlar yapılabilir. Ayrıca hatalı ürünler yapay görme sistemleri ile ayıklanabilir. Makina ve transfer kaynaklı ürün deformasyonu, çalışanlardan kaynaklanan ürün hataları ortadan kaldırılabilir.

❖ İşçi güvenliği

Zorlu üretim koşullarında çalışanların can güvenliğini düşünerek iş kazası riskinin önüne geçilebilir [6].

2.1.2. Yapay görme sistemleri uygulama alanları

Yapay görme teknolojisi endüstriyel, ticari ve evsel kullanım için çok çeşitli alanlarda kullanılır. Başlıca alanlar aşağıdaki gibi listelenebilir [7].

- Geniş ölçekli endüstriyel üretim
- Endüstriyel ortamlarda güvenlik sistemleri
- Üretim öncesi nesnelerin incelenmesi (Kalite kontrol, hata ayıklama vb.)
- Görsel stok kontrolü ve yönetim sistemleri (Sayma, barkod vb.)
- Otomatik güdümlü araçların kontrolü
- Alanların güvenlik için otomatik olarak izlenmesi
- Tarımsal üretimin izlenmesi
- Gıda ürünlerinin kalite kontrolü ve rafine edilmesi
- Satış otomasyonu
- Tüketici cihazları kontrol
- Tıbbi görüntüleme prosesleri
- Tıbbi uzaktan inceleme ve prosedürleri
- İnsan ve robot görme sistemleri
- Görme engelliler için yapay görsel sezgileme (Yapay göz vb.)

2.1.3. Yapay görme sistemlerinin bileşenleri

Uygulama alanı ne olursa olsun, bir yapay görme sistemi için;

- Işıklandırma,
- Görüntü alma,
- Görüntü işleme

olmak üzere üç ana faktör vardır.

2.1.3.1. Işıklandırma

Işık ve kullanılan görüntü sisteminin seçimi ile ilgili genel tavsiyeler bulunmasına rağmen, her uygulamanın kendine özgü problemleri mevcuttur. Herhangi bir yapay görme probleminde temel sorunlardan biri, istenilen özellikleri vurgulayabilecek uygun ışık kaynağının seçilmesidir.

Bir yapay görme sistemini ışıklandırmanın birçok yöntemi vardır. Bu yöntemlerin sık kullanılanlarından biri ışık kaynağını cismin altına yerleştirmektir. Bu sayede cismin

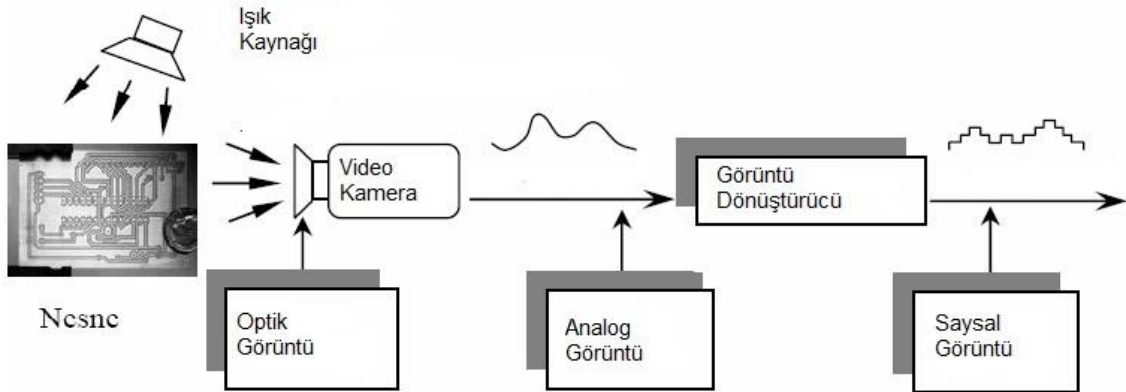
ana hatlarıyla görüntülenmesi sağlanmış olur. Bir diğer yöntem ise ışık kaynağını görüntüyü alçak kamera vb. cihazın etrafına yerleştirerek görüntünün aydınlatılmasıdır.

2.1.3.2. Görüntü alma

Işığa duyarlı bir sensör, üzerine düşen ışık miktarı ile orantılı olarak bir sinyal gönderir. Bu fikir en basit olarak kapıların otomatik olarak açılmasında, asansör kapılarının kapanmasının önlenmesinde kullanılmıştır.

Gerçek görüntü sistemleri ise bir nesnenin orada olup olmadığı bilgisine ilave olarak o nesne ile ilgili daha fazla bilgi edinmek istemektedirler. Bu nedenle kullanılan çeşitli seçenekler arasında en yoğun olarak kullanılanlar CCD kamera ve satır tarayıcı (line scan) kameralardır. Bu kameralar aracılığı ile alınan imgelerin sayısallaştırılarak bilgisayara aktarılması işlemi ise "görüntü dönüştürücü (frame grabber)" kartı denilen kartlar aracılığı ile gerçekleştirilir.

Şekil 2.2’de görüntünün bilgisayar ortamına aktarılması ile ilgili olarak bir blok şema gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Görüntünün Elde Edilmesine Ait Blok Diyagram

2.1.3.3. Görüntü işleme

İmge, iki boyutlu $f(x,y)$ fonksiyonu olarak tanımlanabilir ve herhangi bir (x,y) koordinatı için f fonksiyonunun genliği, o noktada imgenin yoğunluğu olarak adlandırılır. Bütün x, y ve fonksiyon genlikleri sonlu ve tamsayı ise bu imge, dijital imge olarak adlandırılır [8].

Dijital bir resim haline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin, bir girdi resim olarak işlenerek, o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi

sonucunda yeni bir resmin oluşturulması görüntü işleme olarak tanımlanabilir. Başka bir ifade ile sayısal görüntüler elde edildikten sonra, bilgisayar ortamında bunları arka plan gürültüsünden, aydınlatma sistemi tarafından oluşan istenmeyen yansımalarından kurtulmak için çeşitli filtrelemeler yapılabilir veya görüntü kalitesini artırmak, görüntü alma sistemi (lens, kamera) tarafından oluşan geometrik değişimleri, bozulmaları düzeltmek için görüntü onarımı uygulanabilir. Sayısal görüntüler üzerinde uygulanan bu tür işlemlerin hepsine genel olarak sayısal görüntü işleme (digital image processing) adı verilmektedir. Görüntü işleme aşamaları olarak şunlar sıralanabilir:

- Görüntü iyileştirme (image enhancement)
- Görüntü süzgeçleme ve onarma (image filtering and restoration)
- Görüntü sıkıştırma (image compression)
- Görüntüdeki cisimlerin algılanması (pattern recognition)
- Görüntüdeki cisimlerin özelliklerinin çıkarılması (feature extraction)
- Görüntüdeki cisimlerin sınırlarının belirlenmesi (edge detection, line tracing)

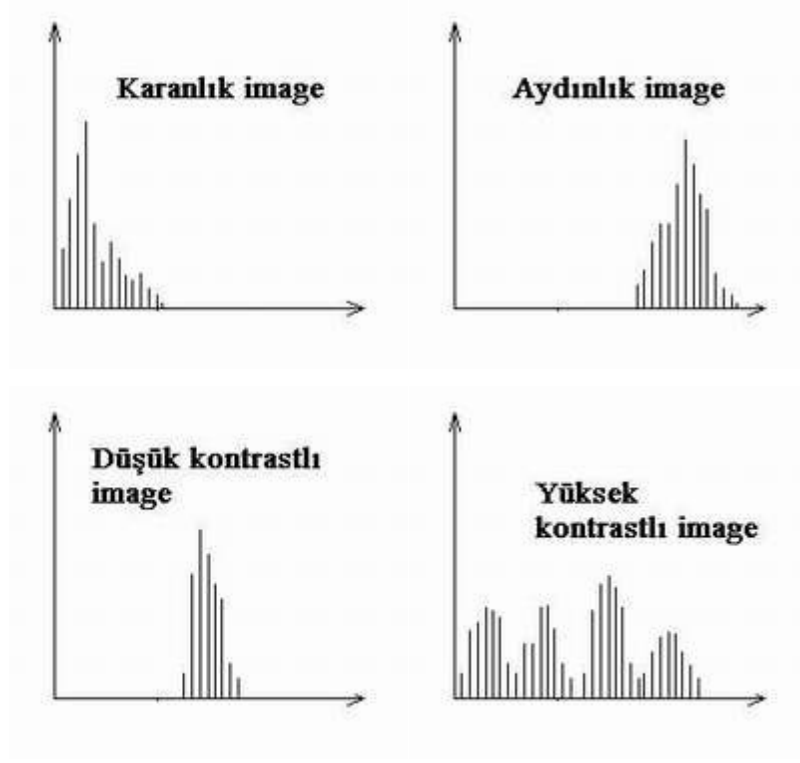
Görüntü iyileştirme, görüntünün görsel yorumlama ve anlaşılmasını artırmak için yapılır. Örneğin, görüntüdeki bulanıklığın giderilmesi veya keskinleştirilmesi, kenarların belirginleştirilmesi, görüntüdeki zıtlığın veya parlaklığın artırılması veya gürültünün kaldırılması gibi uygulamalardır. Bu gruptaki teknikler nokta işlemleri olarak da bilinir. Her piksel değeri bazı matematiksel işlemlerin uygulanmasıyla bir önceki pikselin değerine bağlı olan yeni bir piksel ile yer değiştirir. En önemli nokta, işlemleri eşikleme (thresholding), bölümleme (segmentation), kontrast germe veya iyileştirme (contrast stretching and enhancement) ve histogram eşitleme olarak sıralanabilir.

Histogram eşitliği gri ton değerine sahip piksellerin kaç tane olduğunu verir. r_k , k . gri ton, n_k görüntüdeki bu gri ton değerine sahip piksel sayısı, n görüntüdeki toplam piksel sayısı ve $k = 0, 1, 2, 3, \dots, L-1$ gibi değerler olmak üzere, gri ton değerleri $[0, L-1]$ sahasında değişen bir dijital görüntünün histogramı;

$$p_{r(k)} = n_k / n \quad (I.1)$$

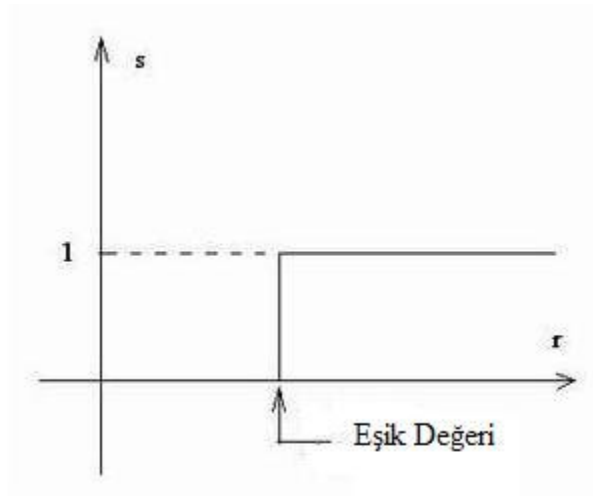
olarak verilir. [8].

Şekil 2.3 ve 2.4’te farklı özellikteki resimlerin histogramları görülmektedir.



Şekil 2.3 Farklı Histogramlar

Eşikleme tekniği ile değişik gri ton seviyelerine sahip bir resim ikili sayı (binary) haline, 0 siyah, 1 beyaz rengi göstermek üzere resim 0 ve 1’lerden oluşan bir matris formatına getirilir. Eşikleme yaparken bir eşik değeri belirlenir ve bu değerin üstündeki değerler için çıkış görüntüsündeki ilgili piksele 1, altındaki değerler içinde 0 değeri atanır. Şekil 2.4’te eşikleme tekniği görülmektedir [8].



Şekil 2.4 Eşikleme Tekniği

Bölümleme işlemiyle bir görüntüdeki istenilen renkler (veya gri seviyeler) görsel olarak belirlenebilir ve daha sonra bu renkler gerekirse netleştirilebilir veya tüm görüntüden ayrıklaştırılabilir. Bölümleme ile görüntüdeki farklı parçalar veya nesneler birbirlerinden ayrılabilir ve bunlar arka plandaki gürültülerden temizlenebilir. Bölümleme algoritmaları, bir görüntüdeki parçaların veya nesnelerin gruplandırılması, sınıflandırılması için kullanılır. Bölümleme aslında bir görüntüdeki çizgileri, daireleri veya arabalar, binalar, yollar gibi belirli şekillerin ele alınıp incelenmesi için yapılan bir gruplandırma [8].

Kontrast iyileştirme ile görüntünün genel parlaklık ve kontrast ayarlarının yanında kırmızı, mavi ve yeşil renklere ait kontrast ayarlamaları da yapılabilir. Görüntüde farklı renklere ait parlaklık, kontrast ayarlamalarıyla bir pikseldeki renk değerleri (düzeyleri) değiştirilerek görüntü ve renkler belirginleştirilebilir, aynı zamanda renk sınırları keskinleştirilebilir [8].

Görüntünün tamiri (restoration) için geliştirilen algoritmalar ile bilinen bir nedenden dolayı zarar görmüş olan görüntüde, düzeltme işlemlerinin yapılabilmesi amaçlanır. Bunlara örnek olarak hareketten dolayı oluşan bulanıklığın giderilmesi, optik (mercek) bozulmaların kaldırılması verilebilir [8].

Görüntü sıkıştırma ise sayısal bir görüntüyü saklamak için ihtiyaç duyulan bellek miktarını azaltmak amacıyla yapılan görüntü işleme tekniğidir. Görüntüyü sıkıştırma ihtiyacı, bazı algılayıcılardan veri elde ederken yüksek hacimli verilerin, sınırlı iletim hızlarıyla gönderilmesi zorunluluğundan dolayı ortaya çıkmıştır. Veriler sıkıştırılırken uygulama amacı dışında kalan verilerin atılması da mümkündür. Ancak görüntüde önemli bilgi kayıplarına yol açmamak gerekir [8].

Bu görüntü işlemlerinden filtreler oldukça önemlidir. Görüntülerin analiz edilmeden önce bazı filtrelerden geçirilmesi gereklidir. Filtreler görüntü zenginleştirme amacı ile de uygulanan, adından da anlaşılacağı gibi görüntüde belirli ayrıntıların ayıklanması veya daha belirgin hale getirilmesi gibi işlemleri gerçekleştiren algoritmalarlardır. Özellikle, resimleri sayısal olarak kaydeden cihazların görüntüyü hatalı bir şekilde elde etmeleri ve aydınlatma gibi çevre koşullarının yetersizliğinden kaynaklanan birçok kayıp ya da sorun görüntü işleme filtreleri kullanılarak en aza indirilebilmektedir. Farklı amaçlar için farklı filtreleme algoritmaları vardır. Bunlara

kenar keskinleştirme, kenar yakalama, görüntü yumuşatma ve bunun gibi daha birçok amaçla kullanılan filtreler örnek olarak verilebilir [9].

Filtreleme teknikleri frekans ya da uzaysal ortamda gerçekleştirilir. Uzaysal ortam görüntüdeki pikseller topluluğunu ifade eder ve uzaysal ortam metotları ise doğrudan bu pikseller üzerinde yapılan işlemleri belirtmektedir. Görüntü işleme için frekans ortamında yapılan filtreleme Fourier Dönüşümü kullanılarak yapılmaktadır.

Alçak geçiren bir filtre (low pass filter) büyük, benzer tonda homojen alanları belirginleştirmek ve çok küçük detayları azaltarak sadeleştirmek üzere kullanılır. Yüksek geçiren filtreler (high pass filters) ise küçük detayları keskinleştirmek ve mümkün olduğu kadar çok detayı ortaya çıkarmak için kullanılır. Doğrusal filtreler veya kenar sağlama filtreleri, yolları ve alan sınırları gibi çizgisel yapıları vurgulamak için kullanılmaktadırlar [9].

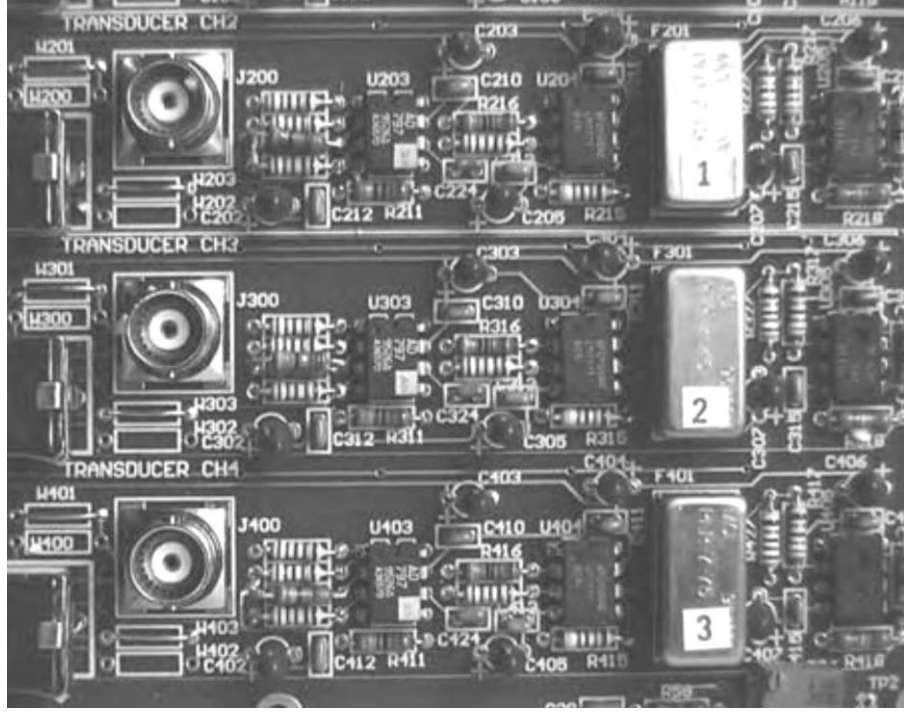
Sonuç olarak, görüntüyü oluşturan pikseller konumları ve gri değerleri ile tanımlanabilmektedir. Aslında birer matematiksel işlem olan filtreler ve diğer görüntü işleme algoritmaları görüntü matrisi üzerinde amaca yönelik olarak işleme sokulur. Bu işlem sonucunda yeni görüntü matrisi değerleri dolayısıyla istenilen yeni görüntü elde edilir [9].

2.2. Görüntü Analizi

Görüntü analizi, sayısal bir görüntünün piksellerinden elde edilen yoğunluk veya karışıklık değerlerine dayanarak belirli ölçümler elde etmek ve bu ölçümlere göre hesaplamalar yapma metodudur. Son yıllarda görüntü analizi denildiğinde endüstriyel anlamda akla bir nesne üzerindeki hataların taranıp saptanması gelmektedir [10].

2.2.1. Nesne tanıma (pattern recognition)

Görüntü içerisindeki bir nesnenin ayrıntısı aranıyorsa nesnenin birçok açıdan elde edilmiş örnek görüntülerine ihtiyaç duyulur. Örneğin Şekil 2.5'te kart üzerinde birbirine benzeyen paralel üç adet devre yolu ve elemanları görülmektedir. Eğer bir devre elemanının kartın üzerinde olup olmadığı bulunmak isteniyorsa eksiksiz diğer bir kartın üzerinde bulunan bir elemanın görüntüsü şablon olarak kullanılabilir (Şekil 2.6). Kullanılan şablon sayesinde de kart üzerinde herhangi bir görüntüsü saptanmış olur (Şekil 2.7). [10]



Şekil 2.5 Örnek Baskı Devre Kartı

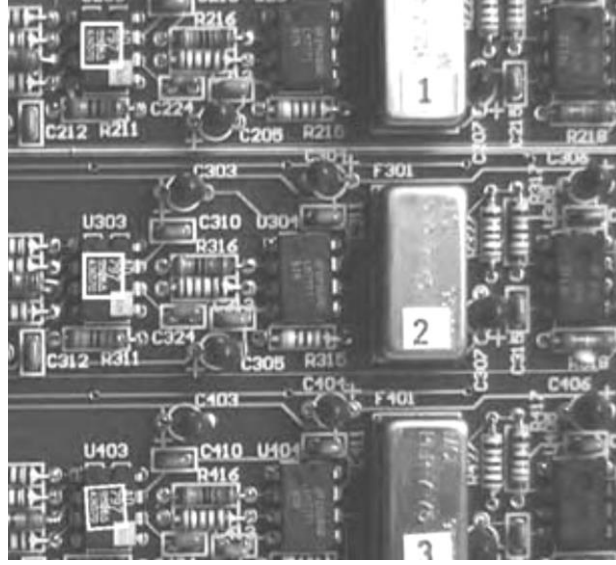
2.2.2. Şablon

Tarama yapılmadan önce elde edilmesi istenen görüntüye uygun bir şablon oluşturulması gerekir. Bir şablonun oluşturulmasında en önemli faktör yüksek kontrast değeridir. Örneğin tarama yapılan bölge koyu renklerden oluşuyorsa taranan nesnede ne kadar açık renkte ise ortaya çıkan sonuçta o kadar iyi olur.

Bir şablon belirlemenin ya da tanıtlamanın iki yolu vardır. Bunlardan ilki kullanıcı tarafından var olan görüntü üzerinde ilgilenilen alanı belirten ROI (Region of Interest) çizilmesi ile olur. Diğeri ise var olan bir başka resimden görüntünün alınması yoluyla elde edilir [10].



Şekil 2.6 Örnek Şablon



Şekil 2.7 Taramadan Sonra Bulunan Üç Elemanın Görüntüsü

2.2.3. Tarama yöntemleri

Herhangi bir örneğin karşılaştırılması işleminde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Özellikle endüstriyel görme alanında sıkça bu yöntemlerden yararlanılır.

2.2.3.1. Konvolüsyon tekniği

Bir görüntü sinyalini ideal bir filtreden geçirmek için yapılan işlem temel olarak konvolüsyon tekniğine dayanmaktadır. Konvolüsyon işlemi, çıkış görüntüsündeki her bir pikselin, giriş görüntüsündeki aynı pikselin komşuluğundaki piksellerin ağırlıklı toplamına eşit olduğu bir komşuluk operasyonudur. Filtrelenecek görüntüyü konvolüsyona tabi tutulacak fonksiyona *konvolüsyon kerneli* veya *konvolüsyon kalıbı* adı verilmektedir [11].

Örneğin giriş görüntüsü,

$$A = \begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

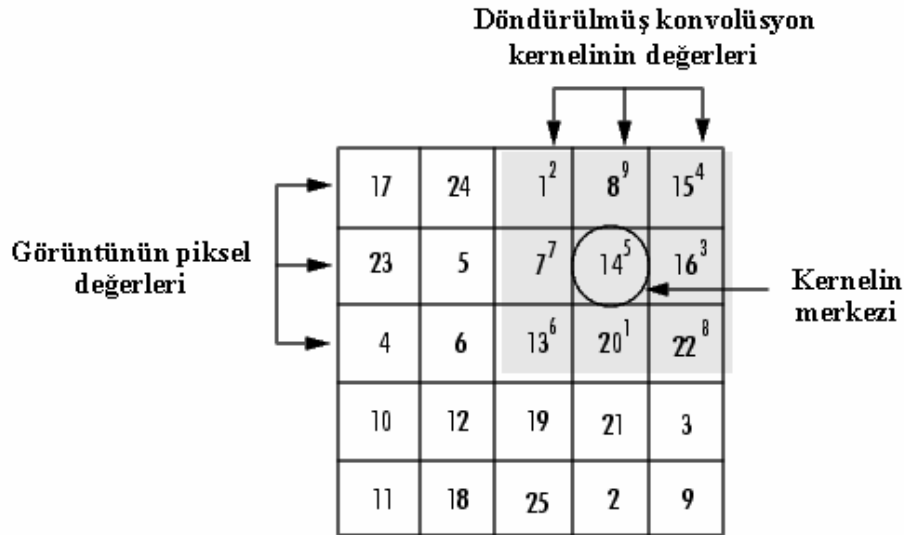
şeklinde bir fonksiyon olsun.

Konvolüsyon kerneli:

$$h = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{bmatrix} \text{ şeklinde olsun.}$$

Buna göre A görüntüsündeki 2. satır 4. sütundaki pikselin konvolüsyondan sonraki değerinin ne olacağı Şekil 2.8’de gösterilmektedir. Yapılan işlem adımlarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Konvolüsyon kerneli, merkezdeki elemanın etrafında 180° döndürülür.
- A görüntüsünün 2. satır ve 4. sütunundaki pikseli ile kernelin merkezindeki piksel üst üste gelecek şekilde kernel görüntü üzerine yerleştirilir.
- Döndürülmüş konvolüsyon kernelindeki her bir değer ile bu değerlerle eşleşen A görüntüsündeki pikseller birer birer çarpılır.
- Çarpım sonuçları toplanır.



Şekil 2.8 Konvolüsyon Kernelinin Görüntü Üzerine Yerleştirilmesi

Böylece 2. satır ve 4. sütundaki çıkış pikselinin değeri,

$$1.2 + 8.9 + 15.4 + 7.7 + 14.5 + 16.3 + 13.6 + 20.1 + 22.8 = 575$$

olarak elde edilir. Çıkış sinyalini oluşturmak üzere iki (çok boyutlu) sinyalin konvolüsyonunu göstermek için çok çeşitli notasyonlar mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılanı:

$$c = a \otimes h = a * h \quad (2.1)$$

şeklindedir. Konvolüsyonu sürekli zamanlı ve ayrık zamanlı; bir boyutlu (1-D) ve iki boyutlu (2-D) sinyaller için aşağıdaki biçimlerde ifade etmek mümkündür [11]:

Sürekli Zamanlı Sinyaller için:

$$\begin{aligned} 1-D: m * f(x) &= \int f(u)m(x-u)du \\ 2-D: m * f(x,y) &= \int \int f(u,v)m(x-u,y-v)du/dv \end{aligned} \quad (2.2)$$

Ayrık Zamanlı Sinyaller için:

$$\begin{aligned} 1-D: m * f(x) &= \sum_i f(x-i)m(i) \\ 2-D: m * f(x,y) &= \sum_i \sum_j f(x-i,y-j)m(i,j) \end{aligned} \quad (2.3)$$

2.2.3.2. Korelasyon tekniği

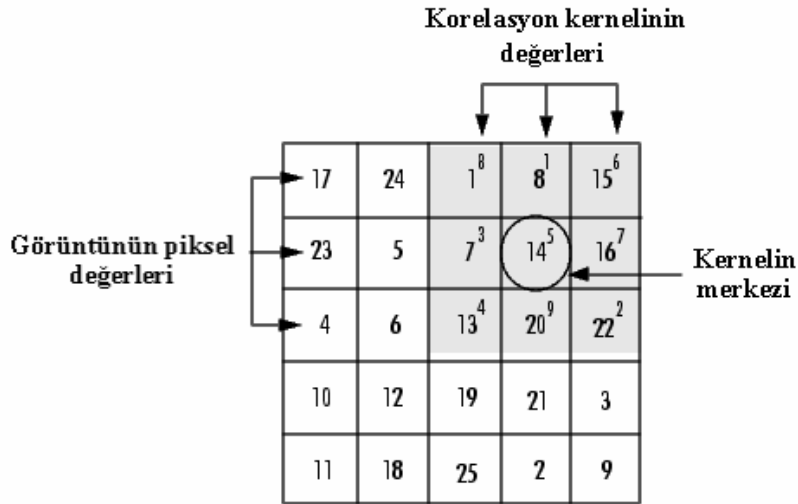
Korelasyon işlemi de konvolüsyona çok benzeyen bir işlemdir. Burada da yine çıkış görüntüsündeki her bir piksel, giriş görüntüsündeki aynı pikselin komşuluğundaki piksellerin ağırlıklı toplamına eşittir. Buradaki tek fark ise korelasyon kernelinin döndürülmüyor olmasıdır. Giriş görüntüsü:

$$A = \begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

ve kullanılacak korelasyon kerneli:

$$h = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{bmatrix}$$

olmak üzere, elde edilen çıkış görüntüsündeki pikselin değeri Şekil 2.9'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [11].



Şekil 2.9 Korelasyon Kernelinin Görüntü Üzerine Yerleştirilmesi

Buna göre 2. satır ve 4. sütundaki çıkış pikselinin korelasyon sonucu elde edilen değeri:

$$1.8 + 8.1 + 15.6 + 7.3 + 14.5 + 16.7 + 13.4 + 20.9 + 22.2 = 585 \text{ olmaktadır.}$$

Ayrık zamanlı sinyallerin korelasyonu matematiksel olarak aşağıdaki biçimde ifade edilebilir:

$$1 - D: m * f(x) = \sum_i f(x + i)m(i)$$

$$2 - D: m * f(x, y) = \sum_i \sum_j f(x + i, y + j)m(i, j) \quad (2.4)$$

2.3. Literatür

Christophe D. vd. tarafından yapılan çalışmada, robotik işlemler için tek gözlü (monocular) görüntü işleme sistemi ile durağan cisimlerin tanınması ve pozisyonlarının belirlenmesi üzerinde durulmuştur [12].

Çulha S. tarafından yapılan çalışmada, radyologların daha kolay ve daha doğru teşhis yapabilmesi için tomogramların kalitesini arttırmaya yönelik görüntü işleme tekniklerini kullanmıştır [13].

Mohammed B. ve Boualem B., uygulamalarında otomatik nesne tanıma için yapısal tanımlayıcı tabanlı görüntü işleme sistemi kullanmışlardır. Öncelikle eş düzey gri bölgeleri çıkarmak için birinci ve ikinci türev kullanan kenar belirleme yöntemini uygulamışlar, ikinci aşamada ise parça bölümlendirme algoritması kullanılarak nesne kendini oluşturan eş düzey çizgileri ile tanımlanmıştır. Sonra modellere ait parametreler elde edilmiştir. Nesneler nesneyi oluşturan bileşenlerin ifadesi için kullanılan ve bu

bileşenler arasındaki ilişkiyi (piksel olarak) belirleyen yapısal veri seviyeleri olan yapısal tanımlayıcıyla ifade edilmiştir. Bu ifade şekli nesneleri, onların pozisyon, oryantasyon, büyüklük bilgilerinden bağımsız olarak tanımlanabilmesini sağlamıştır [14].

Brzakovic ve Vujovic çalışmalarında aynı hastaya ait değişik mamografi görüntülerini detaylı karşılaştırma yaparak kanserli dokudaki değişimleri gösteren bilgisayar tabanlı bir uygulama parçası gerçekleştirmişlerdir. Odak noktası iki mamogram görüntüsünde bir kontrol noktası belirlemektir. Çalışmalarının detayında potansiyel kontrol noktalarını belirleme ve ilgili kontrol noktası setleri arasında ilişki kurma vardır [15].

Akyol B.Ö. çalışmasında görüntü karşılaştırmasının yapılabilmesi için sayısal görüntü işlemeden ne şekilde yararlanılabileceğini, bu konuda olabildiğince çeşitli kaynaklardan yararlanarak araştırdığını ifade etmiştir. Bu çalışmasında görüntüyü karşılaştırmak için kullanılan belirgin, tek ve basit bir teknik olmadığı gözlemlenmiştir [16].

Fumi H. vd. yapmış oldukları uygulamalarda üzerinde robot manipülatör bulunan yemek tablası taşıyan otonom bir robot için pozisyon belirleme ve tanıma işlemlerinde çift görüş sistemi ve kenar belirleme algoritmalarını kullanmışlardır [17].

Gümüşer M. dijital görüntü işleme konusuna giriş niteliğinde bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın amacı, görüntü işlemede kullanılan kavramları tanıtmak ve daha ileri düzeydeki uygulamalara bir temel oluşturmaktır. Bunun için önce işlenecek görüntünün bilgisayarda gösterimi ve saklanmasıyla ilgili konular ayrıntılı olarak anlatılmıştır [18].

Yaman K. vd., Ankara Hızlı Raylı Sistem’de, Kızılay-Ankaray istasyonunda bekleyen yolcuların, sistemde güvenlik amaçlı kullanılan kameralar vasıtasıyla algılanan gri seviye görüntüleri, bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonra, görüntü ayıklama işlemleri ile nesneler arka plandan ayrılmış ve ayrılan nesnelere ait görüntüler, görüntü güçlendirme metotları ile belirginleştirilmiştir. Bir sonraki aşamada, netleştirilmiş görüntülerin gri-seviye histogramlarından nesnelere ait alansal bilgiler çıkarılmıştır. Hesaplanan yolcu yoğunluk oranı değerleri ile gözle sayılan yolcu sayıları arasındaki ilişkiler incelenerek Ankara Hızlı Raylı Ulaşım Sistemde tren sefer aralıklarının optimizasyon işlemlerine giriş verileri sağlanacak hale getirilmiştir [19].

Li-Chen F. ve Cheng-Yi L., otonom araç sürüşü için bilgisayar görme tabanlı nesne belirleme ve tanıma uygulaması yapmışlardır. Sürüş kapalı alanda, yaya, araç ve diğer olmak üzere üç farklı engel türü tanımlaması yapılmıştır. Çift görüş sistemi kullanılmıştır. Karşılaştırma işlemi için kenar belirleme detektörü, Hausdorff mesafe dönüşümü, koordinat belirleme, hiyerarşik kalıp karşılaştırma işlemlerini kullanmıştır [20].

Adnan A.Y. tarafından yapılan çalışmada, nesne tanıma işleminde görüntü, gölgeler veya başka nedenlerle seçilebilir olmadığında, nesnenin sınır işaretlerini kullanarak karşılaştırma işlemi geliştirmiştir. Sınır şekli olarak doğrultu işareti, kavisliliği, uzaklık işareti ve parametre sınır işareti tipleri kullanılarak rastgele doğrultu ve şekillerdeki örnekler için karşılaştırma yapılarak nesneye ait görüntü en az % 70 belirginse nesnenin orijinal şeklini elde etmiştir [21].

Sunil S. ve Paul W. F. yeraltı borularına ait görüntülerin biçimsel-yapısal (morfolojik) bölümlendirme ile sınıflandırmasını yapmışlardır [22].

Şeran O. görüntü yönlendirmeli bir robotik montaj sisteminin temel geometrilere sahip parçaları, uygun şablonlara monte üzerine tasarımı ve uygulamasını gerçekleştirmiştir [23].

Arıcan Z., yer belirleme için görme tabanlı iki robot yeri belirleme algoritması hayata geçirilmiştir. Birinci algoritma, yapay yer işaretlerine göre pozisyonun ölçülüp, bulunduğu ortamdaki yerini bulmaya yöneliktir. Bu yapay yer işaretlerinin yerleri bilinmektedir. İkinci algoritma ise yapay yer işaretleri kullanmadan ortamda doğal olarak bulunan nesnelerin robota göre pozisyonu, robota stereo kamera sistemi ile bildirilmiştir [24].

Önder M. yüz saptama ve izleme yeteneğine sahip bir robot uygulaması yapmıştır. Bu yüzden tez iki temel çalışma içermektedir: İlk olarak robot üzerindeki kameradan alınan görüntü üzerindeki insan yüzü içeren noktaların belirlenmesi için gerçek zamanlı bir yüz saptama algoritması kullanılmıştır. İkinci iş olarak da robotun bulunan bu yüze doğru ilerlemesi gerçekleştirilmiştir [25].

Xiang Zhang vd. zımparalanmış ve parlatılmış ürün yüzeylerindeki bozuklukların otomatik sınıflandırması üzerine çalışmıştır. Çalışmasında fonksiyonellik ve estetik açıdan yüksek kalitede parçalar imal etmek için parça üzerindeki bozuk bölümü belirleyip bozukluk sınıflandırması yapmaktadır [26].

Thamsanqa M. değişik memeli türlerine ait örnek kıl görüntüleri üzerinde, örnek tanıma tekniklerini kullanıp kıl türlerine göre memelilerin sınıflandırmasına çalışmıştır. Çalışmalarında memeliye ait kılın kesit ve boy görüntüsü üzerinde iki boyutlu Gabor filtreleri kullanarak %72 doğrulukta sınıflandırma yapmıştır. Sınıflandırma için dış merkezlilik, yoğunluk, istatistiksel moment özellikleri kullanılmıştır [27].

Min Young K., mobil robotlar için insanoğlunun görsel dikkat modelini taklit ederek çevre haritasını kendi kendine çıkaran (seyrüsefer sistemi için pozisyon ve oryantasyon bilgisinin elde edilmesi) bir çalışma yürütmüştür. İnsanoğlunun, çevresi ile ilgili bilgi alırken çevre ile ilgili özellikleri ve dikkat edilmesi gereken şeyleri seçme yeteneğini model olarak kullanmıştır. Robotun en iyi seyrüseferi seçebilmesi için bulanık karar verme metodunu kullanmıştır. Uygulamasında iki CCD kamera ve yapısal lazer ışık kaynağı ile triocular görüntü teorisini kullanmıştır [28].

Alessandro L. vd. takip için video görüntüsündeki gölgelerin elenmesi üzerine bir yaklaşım sunmuşlardır. Hareketli nesnelerin takibinde kullanılan video görüntüsü içerisindeki beklenmedik gölgeler nesnelerin pozisyonlarının yanlış belirlenmesine, bölümlendirilmesinde, ölçümünde takibinde hatalara yol açmaktadır. Uygulamada önce görüntüden geri plan görüntüsü çıkarılmış, kalan görüntü üzerinde doku analizi yaklaşımı uygulanmıştır [29].

Jong-Kyu O. ve Chan-Ho L. taşıyıcı bant üzerinde hareket eden nesneleri Bayes ve en yakın komşu tanımlayıcıları kullanarak konumlandırarak ve sınıflandıracak bir çift görüş sisteminin geliştirme uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Nesnelerin konumlarını tahmin edebilmek için, farklı konumlara yerleştirilmiş iki kamera ve çift eşleştirme algoritması kullanılmıştır [30].

Ünal Y., seri üretim hatlarında görüntü işlemeyle kalite kontrolü uygulaması gerçekleştirmiştir. Kameradan alınan görüntüler, görüntü işleme yazılımı ile düzenlendikten sonra değişik geometrilere sahip parçaların otomatik veya manuel ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümlere göre malzeme kalite kontrolü uygulanmıştır [31].

Jabo S. kereste fabrikaları için getirilen ağaçların kereste için uygun olup olmadığına karar veren yapay görme tabanlı bir çalışma yapmıştır [32].

3. HATA DENETİMİ VE LABVIEW PROGRAMI

Bu bölümde hatanın tanımı, türleri hakkında bilgi verilip ardından ortaya çıkan hataların önlenmesi için kalite kontrol kavramı ve bu çalışma kapsamında kullanılan LabVIEW™ programı hakkında da kısa bilgiler verilmiştir.

3.1. Hata

Hata, istenilen bir değerden sapma olarak adlandırılmaktadır. Hatalar sınıflara ayrılarak “hata derecelerini” meydana getirirler. Kalite isteklerinde ölçülemeyen değerlere ait hatalar aşağıdaki hata derecelerine ayrılabilir [33].

Tablo 3.1 Hata Dereceleri

	Hata Grubu	Hata Tanımı
I	Önemsiz Hatalar	Kullanım değerini etkilemeyen hatalardır.
II	Tali Hatalar	Kullanılabilirliği önemsiz derecede etkileyen hatalardır.
III	Ana Hatalar	Kullanım değerini oldukça etkileyen hatalardır.
4	Kritik Hatalar	Ürünü kullanılamaz yapan hatalardır.

3.2. Kalite Kontrol

Standart, bir ürünün sahip olması gereken minimum özellikleri belirler. Üretilen bir ürünün sahip olduğu nitelik değerlerinin standart kapsamına giren nitelik değerleri ile karşılaştırma işlemine “Standart Kontrolü” denir [33].

Kalite, bir ürün veya hizmetin belirli bir ihtiyacı karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan özelliklerinin tümüdür. Kalite genel olarak üstünlüğü, iyiyi belli eder. Diğer bir deyişle, bir ürün veya hizmetin kalitesi tüketicinin tatmin olma derecesidir.

Kalite Kontrolü, kaliteyi oluşturmak, korumak, geliştirmek ve üretimi alıcının tatmin olacağı en ekonomik düzeyde sürdürmek için üretici tarafından uygulanan işlemler dizisidir [33].

Günümüzde kalite, üretim-tüketim zinciri içinde bir ürünün tüketici ihtiyaçlarına uygunluk derecesidir veya kısaca "kullanıma uygunluk" olarak tanımlanır. Kalite, bir

ürünün pazardaki sürümünü etkileyen önemli bir faktördür. Böylece kalite kontrol imalatın en önemli bölümlerindedir.

Kalite kusursuz olmanın yüksek bir seviyesini değil aksine kusursuzluğun belirli bir bölümünü gösterir. Kalitenin önemli bir özelliği de ekonomik yönünün olmasıdır. Bu bakımdan kalite ölçütü "gerekli olduğu kadar kalite" prensibine göre belirlenmelidir [33].

Kalite kontrolde önceden %100 kontrolle yüksek kaliteye yaklaşıldığına inanılıyordu. Daha sonra üretim sistemlerinde ikazlar olmadan bir takım hatalar ortaya çıkmaya başladı ve karmaşık hale geldi. İnsanlar yapılan kontrolün külfetli ve çok zaman aldığına farkına vardılar. Üretim sistemlerinde %100 kontrol yerine istatistiksel kalite kontrol ile örnekleme planına geçildi. Ancak istatistiksel kalite kontroldeki hatalar %100 kontrol savunucuları tarafından, müşteri açısından kabul edilemez ve yüksek rekabet çevreleri tarafından da uygun görülmez görüşleri arttı. İstatistiksel proses kontrol ile %100 kontrol arasındaki merkezi fark istatistiksel kalite kontrolün daha az zaman harcayarak daha hassas olması, otomatik kontrolleri kullanarak problemleri meydana gelir gelmez tanımlaması, azaltması ve elimine etmesidir [33].

Üretim sistemlerindeki hataların en önemli ortak nedeni insan hatalarından kaynaklanmasıdır. Aşağıda insan hatalarının genel nedenleri maddeler halinde verilmiştir [34]:

- Unutkanlık
- Anlaşmazlık
- Tanımlama hataları
- Acemilik ve kasıtlı hatalar
- Dikkatsizlik ve kasıtsız hatalar
- Standart eksikliği

Geleneksel kalite kontrol, bir üretim sürecinin belli aşamalarında veya sonunda üretilen ürünün muayenesi ve hatalı ürünlerin ayıklanarak müşteriye ulaşmasının önlenmesi esasına dayanır. Dolayısıyla ayrılan her ürünün maliyeti, sağlam ürünlerin üzerine yüklenmektedir. Toplam kalite bir ürün veya hizmetin ilk aşamasından müşteriye teslim edilene kadar geçen süreçte yapılacak tüm işlemlerin hatasız olmasını sağlamayı hedefler. Bunu sağlamak için günümüzde firmalar tarafından “Sıfır Hata

Programları” uygulanmaktadır. Her ne kadar yüksek bir verim alınsa da bu programlardan, üretim sonunda her zaman hatalı ürün ortaya çıkmaktadır [34].

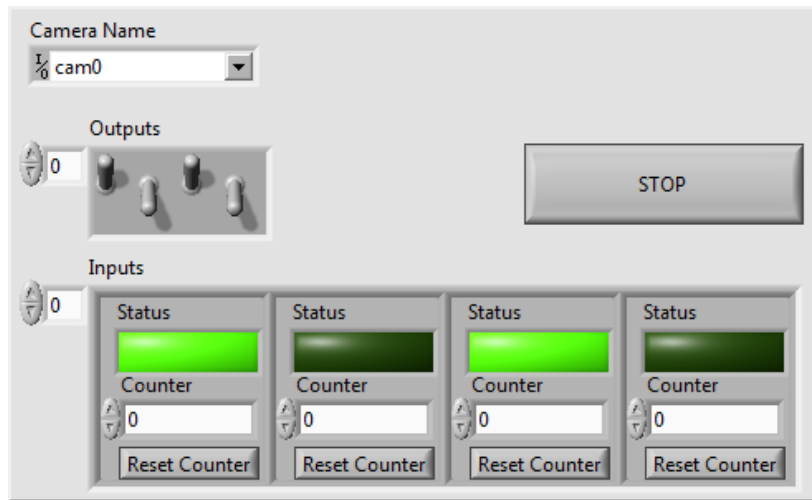
3.3. LabVIEW

National Instrument Firması tarafından üretilmiş olan LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments for Engineering Workbench), G dili tabanlı grafiksel bir paket programdır. Hazır olarak sunulmuş modüler yapıdaki birçok fonksiyonu ve Express VI'ları ile programlama sürecini önemli derecede basitleştiren ve hızlandıran bir programlama mantığını sunmaktadır.

LabVIEW yazılımı temelde veri toplama, analizi ve sunumu aşamalarında çok hassas ölçümler yapmayı sağlar. LabVIEW, GPL (Graphical Programming Language) metin tabanlı kodlama yerine tamamen sembolleştirilmiş komut setine sahiptir. Programcı, paletlerden ihtiyacı olan fonksiyonları alarak bir akış şeması oluşturur gibi yazılım üretebilmektedir [35].

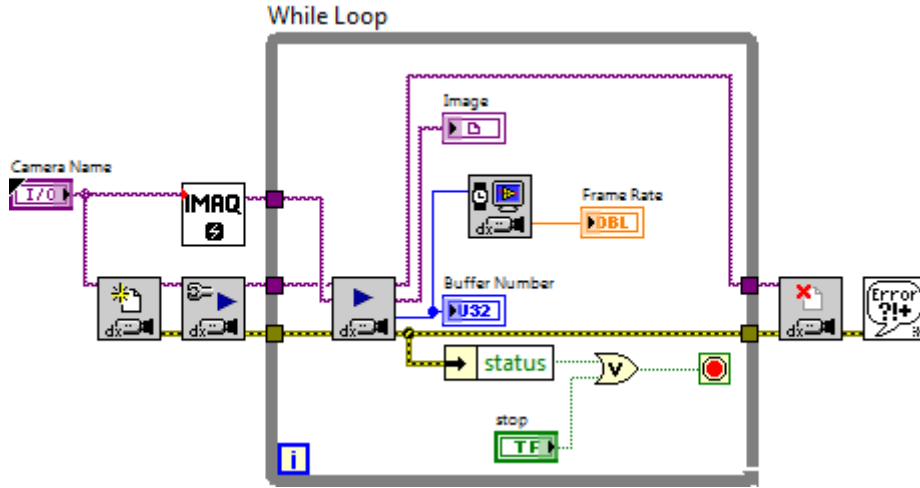
3.3.1. LabVIEW kullanıcı arayüzü

LabVIEW ekranı iki ana kısımdan oluşur. Bu iki kısım ön panel ve blok diyagram olarak adlandırılır. Kullanıcı ara yüzünün hazırlandığı formlara karşılık gelen ön panele sayısal göstergeler, kontrol butonları, grafikler, ledler, anahtarlar ve birçok parametre yerleştirilebilir. Ön panelde uygulamaların kontrolü yapılabilir ve uygulama sonuçları gözlemlenebilir [35].



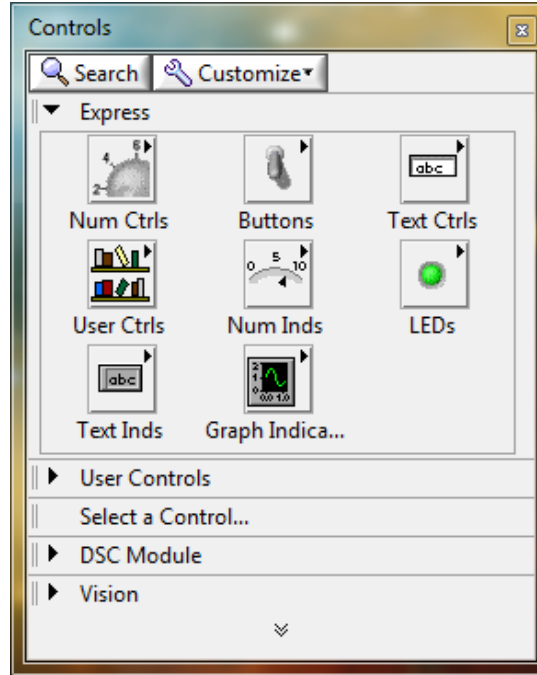
Şekil 3.1 LabVIEW Ön Panel Görünümü

Blok diyagram ise görsel programlama dillerinde kod yazma bölümüne denk gelmektedir. Grafikselsel kaynak kodları içeren blok diyagramda yapılan uygulamaların çalışabilmesi için gerekli bağlantılar sağlanır. Aşağıda örnek bir blok diyagram yapısı görölmektedir.



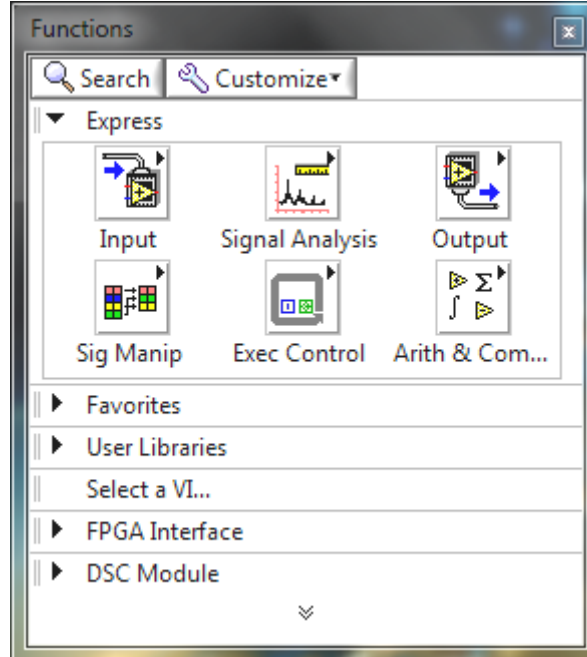
Şekil 3.2 LabVIEW Blok Diyagram Görünümü

Ön panelde ve blok diyagramda kullanılan iki önemli araç paleti vardır. Ön panelde kullanılan paletle “Kontrol Paleti” denir ve ön paneli oluşturmak için gerekli kontrol ve göstergeleri içerir.



Şekil 3.3 LabVIEW Kontrol Paleti

Blok diyagramda kullanılan palete ise “Fonksiyon Paleti” denir ve blok diyagramı oluşturmak için kullanılan fonksiyonları içerir.



Şekil 3.4 LabVIEW Fonksiyon Paleti

Bunlardan hariç hem ön panel hem de blok diyagramda kullanılan “Araç Paleti” vardır. Bu palet nesnelerin işletilmesi ve düzenlemesinde kullanılır.

LabVIEW’de kullanılan nesneler:

- Kontroller-(controls): Blok diyagrama veri girişi sağlayan nesnelerdir.
- Göstergeler-(indicators): Blok diyagramda üretilen sonuçları görüntüleyen nesnelerdir.
- Fonksiyonlar-(functions): LabVIEW’in temel işlem elemanlarıdır.

3.3.2. NI vision development module

Vision Development Module, LabVIEW programı içerisinde yer alan, görüntü analizine ve işlemeye dayalı çalışma prensibine dayalı birçok fonksiyonun bir araya getirildiği modüldür [36].

NI Vision fonksiyonları kendi içerisinde üç ana bölüme ayrılır:

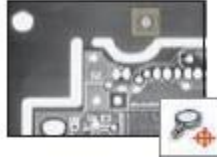
- **Vision utility;** uygulamaya bağlı olarak görüntü oluşturma ya da var olan bir görüntü üzerinde düzenleme yapma gibi genel fonksiyonların bulunduğu bölümdür.

- **Image processing;** görüntüler üzerinde analiz yapma ve bu analizler sonucunda bazı filtre ve işleme süreçlerinin uygulanabildiği fonksiyonların bulunduğu bölümdür.
- **Machine vision;** bu bölümde ise yapay görme ile ilgili denetleme görevleri yapılır.

3.3.3. Önemli NI vision fonksiyonları

3.3.3.1. Nesne tarama

Görüntü üzerindeki seçili alanı veya görüntünün tamamını öğrenip ardından öğrenilen kısmı diğer görüntülerde karşılaştırma esasına dayanarak çalışan bir fonksiyondur.



Şekil 3.5 Nesne Tarama

3.3.3.2. Optik karakter tanıma

Optik Karakter Tanıma (Optical Character Recognition-OCR), karakter ve sembol tanımlamada sıkça kullanılan bir fonksiyondur.



Şekil 3.6 OCR

3.3.3.3. Parçacık analizi

Molekül ve parçacıkların ölçümlerinde ve analizinin yapılmasında bu fonksiyon kullanılmaktadır.



Şekil 3.7 Parçacık Analizi

3.3.3.4. Renk denetleme

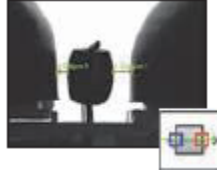
Görüntünün belli bir bölümünde hangi renklerin olduğu ve bu renklerin yoğunluk miktarları bu fonksiyon sayesinde bulunabilir.



Şekil 3.8 Renk Denetleme

3.3.3.5. Kenar belirleme

Kenar belirleme teknikleri kullanılarak görüntü hizalama, ölçüm yapma ya da özellik bulma gibi işlemlerin gerçekleştirildiği fonksiyondur.



Şekil 3.9 Kenar Belirleme

3.3.3.6. Nesne sınıflandırma

Görüntülerdeki bilinmeyen bir nesneyi önceden belirlenen özelliklere göre sınıflandırma amacıyla kullanılan fonksiyondur.



Şekil 3.10 Nesne Sınıflandırma

3.3.3.7. Ölçümlendirme

Uzunluk, açı, alan ve hacim gibi her türlü geometrik ölçümlerin kullanılabildiği fonksiyondur.



Şekil 3.11 Ölçümlendirme

3.3.3.8. Barkod okuma

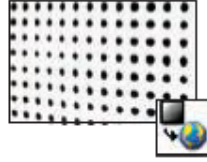
Endüstriye dayalı işlemlerde ürünlerin üzerindeki barkod numaralarının okunup tasnif edilmesi aşamasında bu fonksiyondan yararlanılır.



Şekil 3.12 Barkod Okuma

3.3.3.9. Kalibrasyon

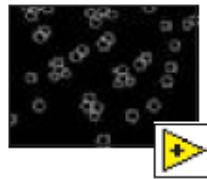
Elde edilen görüntüler her daim belirgin ve açık değildir. Bu gibi durumlarda görüntüyü gerçek boyutlarında elde etmek için kullanılan fonksiyondur.



Şekil 3.13 Kalibrasyon

3.3.3.10. Görüntü aritmetiği ve mantık işlemleri

Görüntülerin üzerinde toplama, çıkarma, çarpma ve bölme gibi aritmetik işlemlerin ve lojik işlemlerin uygulanabildiği fonksiyonlardır.



Şekil 3.14 Görüntü Aritmetiği ve Mantık İşlemleri

3.3.3.11. Koordinat sistemleri

Görüş alanındaki bir nesnenin pozisyonu farklı bir yerde dahi olsa bu fonksiyon sayesinde pozisyonu sabitlenebilir.



Şekil 3.15 Koordinat Sistemleri

3.3.3.12. Kusur bulma

Eksiksiz bir şablon üzerinden diğer örneklerdeki hataların denetlenip bulunmasında kullanılan gelişmiş bir fonksiyondur.



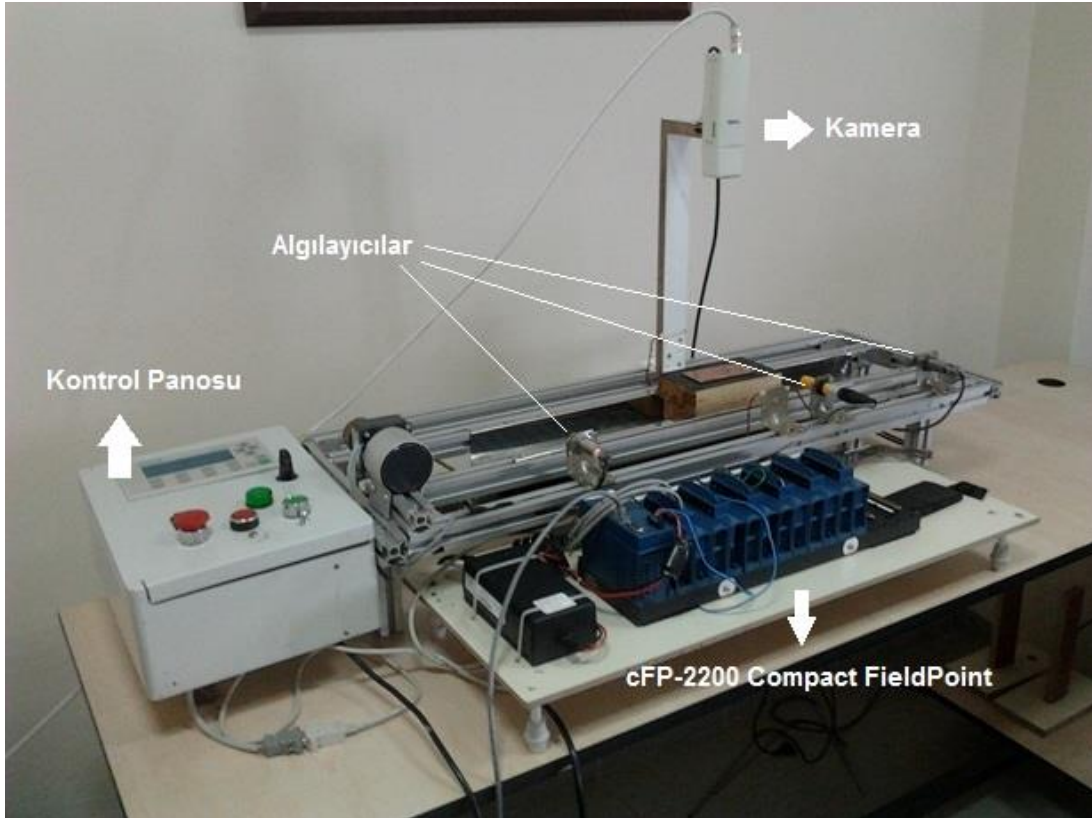
Şekil 3.16 Kusur Bulma

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

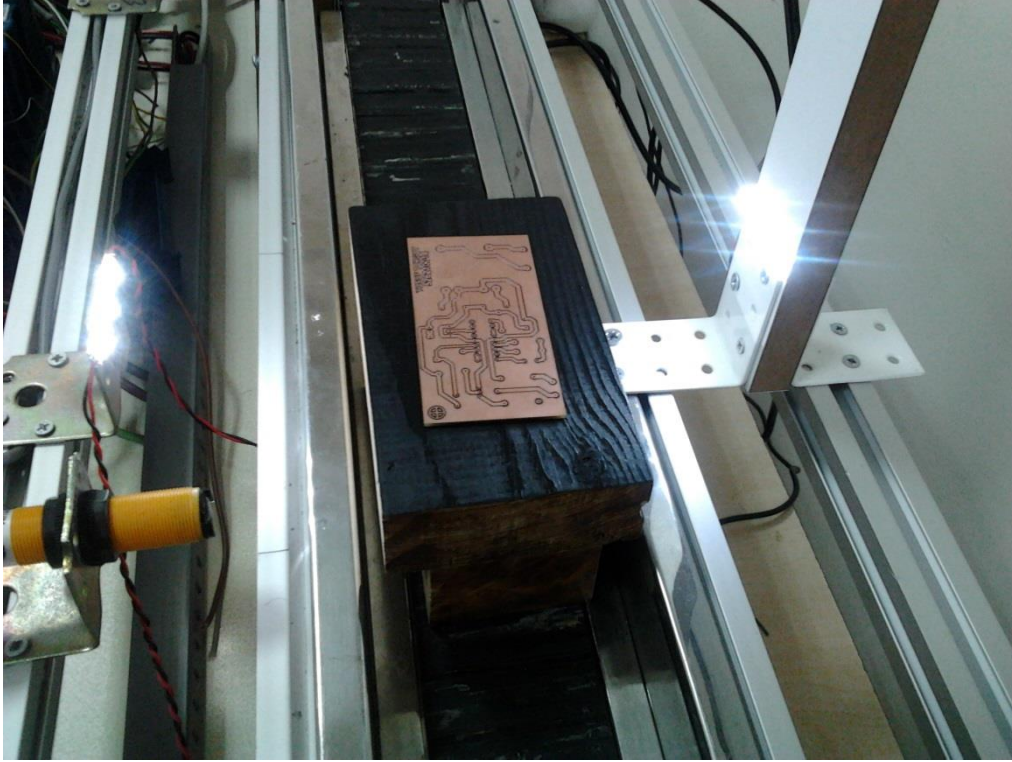
Bu bölümde uygulamada kullanılan araç-gereçler, materyaller ve uygulamanın nasıl gerçekleştirildiği anlatılmaktadır.

4.1. Giriş

Deneysel çalışmalar iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada bir bant hattı üzerindeki baskı devre kartlarının hatalı olup olmadığı saptanmıştır. Ardından baskı devre kartlarının görüntüleri “Hata Analizi” olarak adlandırılan diğer aşama için PC’ye kaydedilmiştir. “Hata Analiz”i aşamasında ise baskı devre kartlarına ait görüntülerin üzerinde iletim yollarındaki üretim hatalarının yerleri belirlenmektedir. Bu amaçla NI Vision Builder AI (Automated Inspection) paket programı kullanılmıştır. Şekil 4.1’de sistemin genel görünüşü bulunmaktadır.



Şekil 4.1 Sistemin Genel Bir Görüntüsü



Şekil 4.2 Işıklandırma

4.2. Uygulamanın Donanım Yapısı

4.2.1. Kamera ve ışıklandırma

Çalışmada Ganz firmasının üretmiş olduğu monochrome görüntüler elde etmeye yarayan LC-C49AE modeli kamera kullanılmıştır. Sistemin ışıklandırması ise bantın her iki yanına yerleştirilen seri LED'ler ile yanlardan yapılmıştır. Kameranın sahip olduğu özellikler aşağıdaki tablo görülmektedir [37].



Şekil 4.3 GANZ LC-C49AE Model Kamera

Tablo 4.1 GANZ LC-C49AE Modeli Kameranın Özellikleri

Odak uzaklığı	4.0 – 9.0 mm
Iris	F1.6 – 360 (otomatik)
Görüş açısı	Yatayda 71° ile 32° arası Dikeyde 51° ile 24° arası
TV sistem çıkışı	CCIR
Tarama yöntemi	2:1 Interlace
Görüntü sensörü	1/3"IT CCD
Tarama frekansı	(Y/D) 15,625 kHz/50 Hz
Minimum aydınlık	0,15 lux
Çözünürlük	380 TV line
Sinyal gürültü oranı	Yaklaşık 50dB
Beyaz dengesi	Otomatik
Ayar butonu	BLC on/off
Ayar hacmi	DC iris level, line phase
Besleme	AC 230 V
Güç tüketimi	Yaklaşık 4 W
Çalışma şartları	-10° ile 50° arası sıcaklık, %85'e varan nem altında çalışır.
Boyutu ve Ağırlığı	48x49x172 mm – 530 gr

4.2.2. Görüntü dönüştürücü (frame grabber kartı)

Frame grabber kartının görevi, CCD kameradan gelen analog video sinyalini işlemek ve sinyali bilgisayarın anlayabileceği dijital veri diline çevirmektir. Bu işlem olmadan görüntüleme gerçekleştirilemez [38].

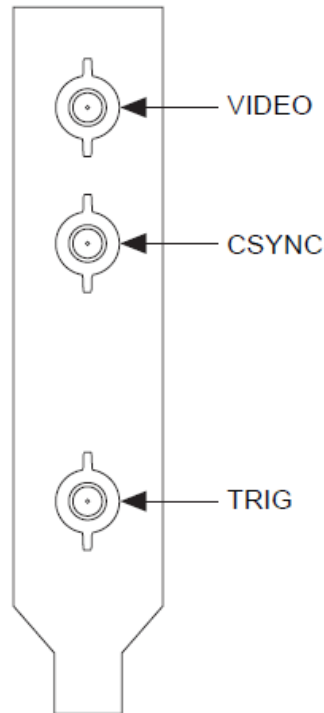
Frame grabber kartın elektronik sistemi, PAL, NTSC ve SECAM gibi tüm genel video standartlarını desteklemektedir. Kart, CCD sisteminden veya video kameradan gelen görüntüleri, görüntüleme işlemi için VGA kartının görüntü hafızasına veya PC'nin sistem hafızasına aktarır. Ardından görüntü PC'nin VGA ekranında görüntülenir. Aslında, görüntü verileri doğrudan veya dolaylı olarak PCI bus üzerinden aktarılır, CPU üzerindeki yük minimum seviyede tutulur. Sonuç olarak görüntüler gerçek zamanlı videoda görüntülenebilir [38].

Bu çalışmada National Instruments firmasının PCI/PXI 1407 frame grabber kartı kullanılmıştır.



Şekil 4.4 PCI/PXI 1407 Frame Grabber Kartı

PCI/PXI 1407 frame grabber kartı VIDEO, CSYNC ve TRIG olmak üzere üç adet BNC girişine sahiptir. Bu üç giriş sayesinde herhangi bir BNC kablo aracılığıyla PC’de işlenmek üzere görüntü kameradan elde edilebilir.

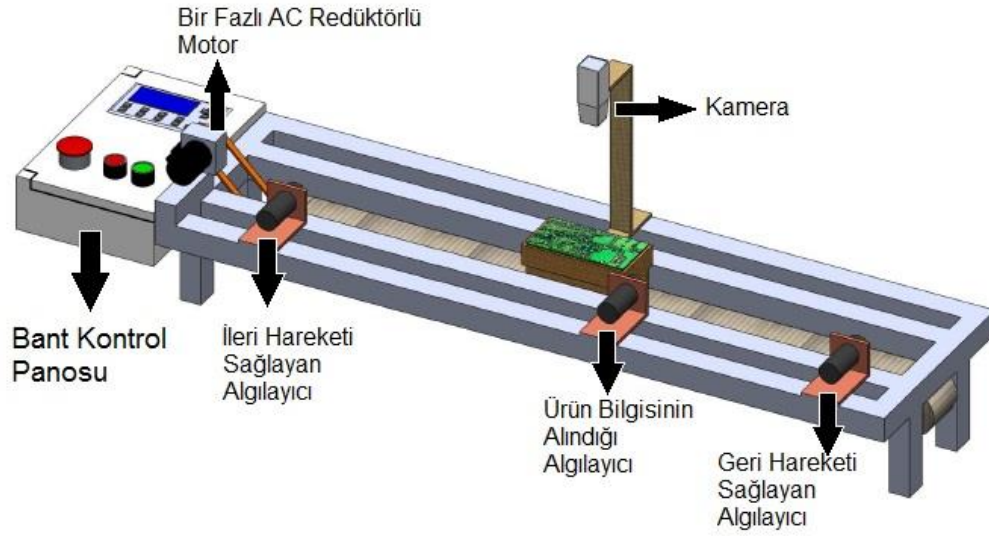


Şekil 4.5 PCI/PXI 1407 BNC Girişleri

4.2.3. Bant hattı

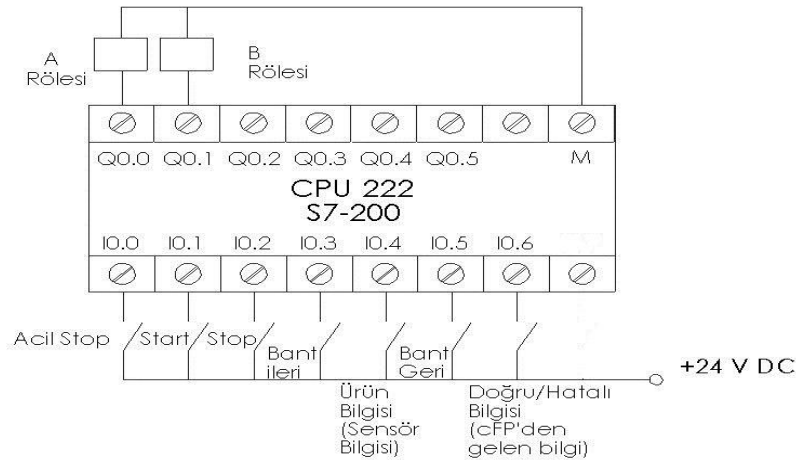
Uygulama için hazırlanan banta ait çizim Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Burada bant hareketini sağlayan bir fazlı AC redüktörlü motor kullanılmıştır. Bant sisteminin iki uç noktasında ileri ve geri hareket komutları için birer cisimden yansımali temassız optik algılayıcı, bantın orta noktasında yer alan kamera hizasında da görüntü alma ve değerlendirme işlemlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla bir orta konumlandırma için üçüncü bir algılayıcı kullanılmıştır.

Bant sisteminin kontrolünde Siemens S7-200, CPU 222 serisi PLC ve tüm uyarı–bilgi mesajlarının görüntülenmesi amacıyla da TD400C operatör paneli kullanılmıştır.



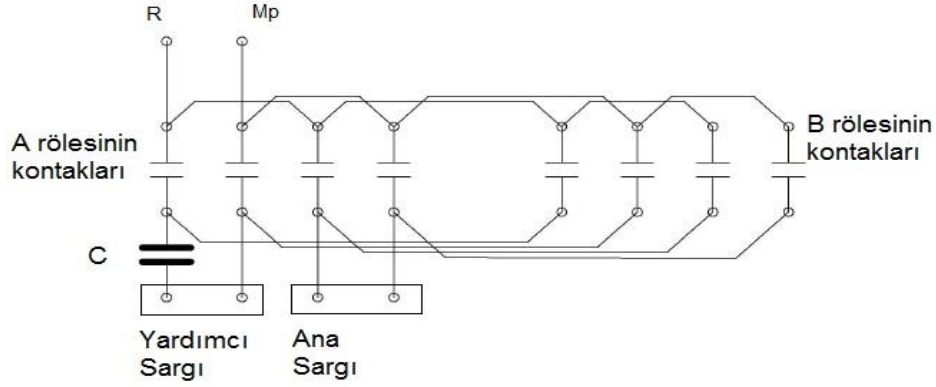
Şekil 4.6 Deney Düzeneğinin Üç Boyutlu Görünümü

Bant sisteminde kullanılan PLC’nin giriş–çıkış bağlantıları Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Sistemde Kullanılan PLC Giriş Çıkış Bağlantıları

PLC çıkışına A, B röleleri bantı hareket ettiren 1 fazlı AC motorun devir yönünün değiştirilmesi amacıyla kullanılmış olup kontaklarının bağlantı şeması aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir.

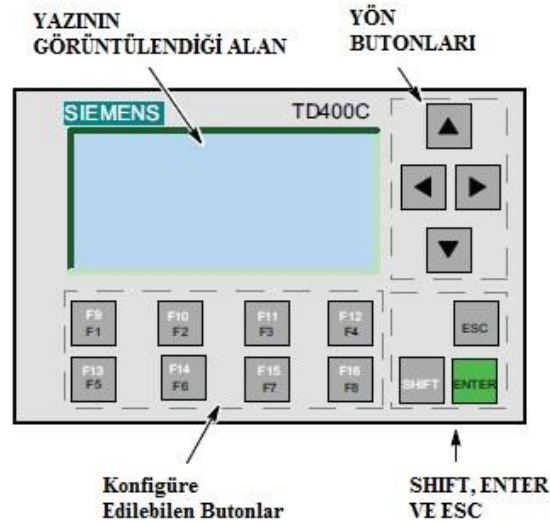


Şekil 4.8 Röle Kontak Bağlantıları

4.2.3.1. TD400C text display

TD400C Text display S7-200 ile oluşturulan uygulamaların kullanıcılar tarafından kolayca kullanılabilmesi amacıyla üretilen düşük maliyetli bir insan-makine arayüzü (HMI – Human Machine Interface) aracıdır.

TD400C ile her satırda 48 karaktere kadar olmak üzere 4 satıra kadar yazı görüntülenebilir. Bu cihazlar genellikle kullanıcıya program hakkında bilgi vermek amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 4.9’da cihazın hangi bölümlerden meydana geldiği ve genel bir görünüşü mevcuttur [39].



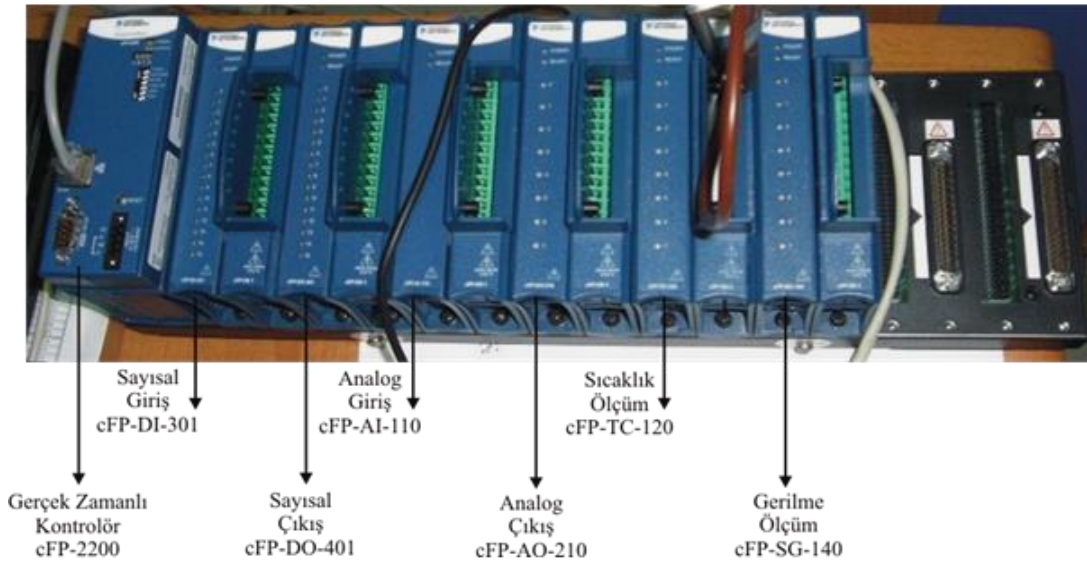
Şekil 4.9 TD400C Text Display

4.2.4. NI Compact FieldPoint dağıtık I/O sistemi

Compact FieldPoint Dağıtık I/O Sistemi (cFP) endüstriyel görüntüleme ve kontrol uygulamaları için ekonomik çözümler sunan modüler bir dağıtık I/O sistemidir. cFP sistemi; çeşitli analog ve sayısal giriş-çıkış modülleri, bağlantı terminalleri, I/O modüllerini endüstriyel ağlara bağlamak için haberleşme modülleri ve üst seviye yazılım araçları içerir [40].

cFP modülleri, görsel veri akışına dayanan bir yazılım olan LabVIEW™ ile uyumlu bir şekilde çalışmaktadır[40]. Ayrıca Measurement and Automation Explorer (MAX) yazılımı ile tüm modüllerin kanal konfigürasyonları ayrı ayrı yapılabilmekte, modüllere okuma, yazma ve sürekli veri görüntüleme işlemleri yaptırılabilir [41].

Şekil 4.10'da cFP sisteminin hazırlanmış modülleri ile birlikte görünümü bulunmaktadır. Tez için bu modüllerden sayısal giriş ve sayısal çıkış modülleri kullanılmıştır.



Şekil 4.10 cFP-2200 Modülleri

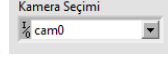
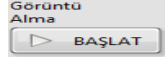
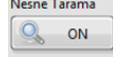
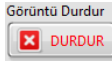
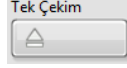
4.3. Uygulamada Kullanılan LabVIEW Yazılımı

4.3.1. Konveyör hattı ile gerçek zamanlı çalışan LabVIEW programı

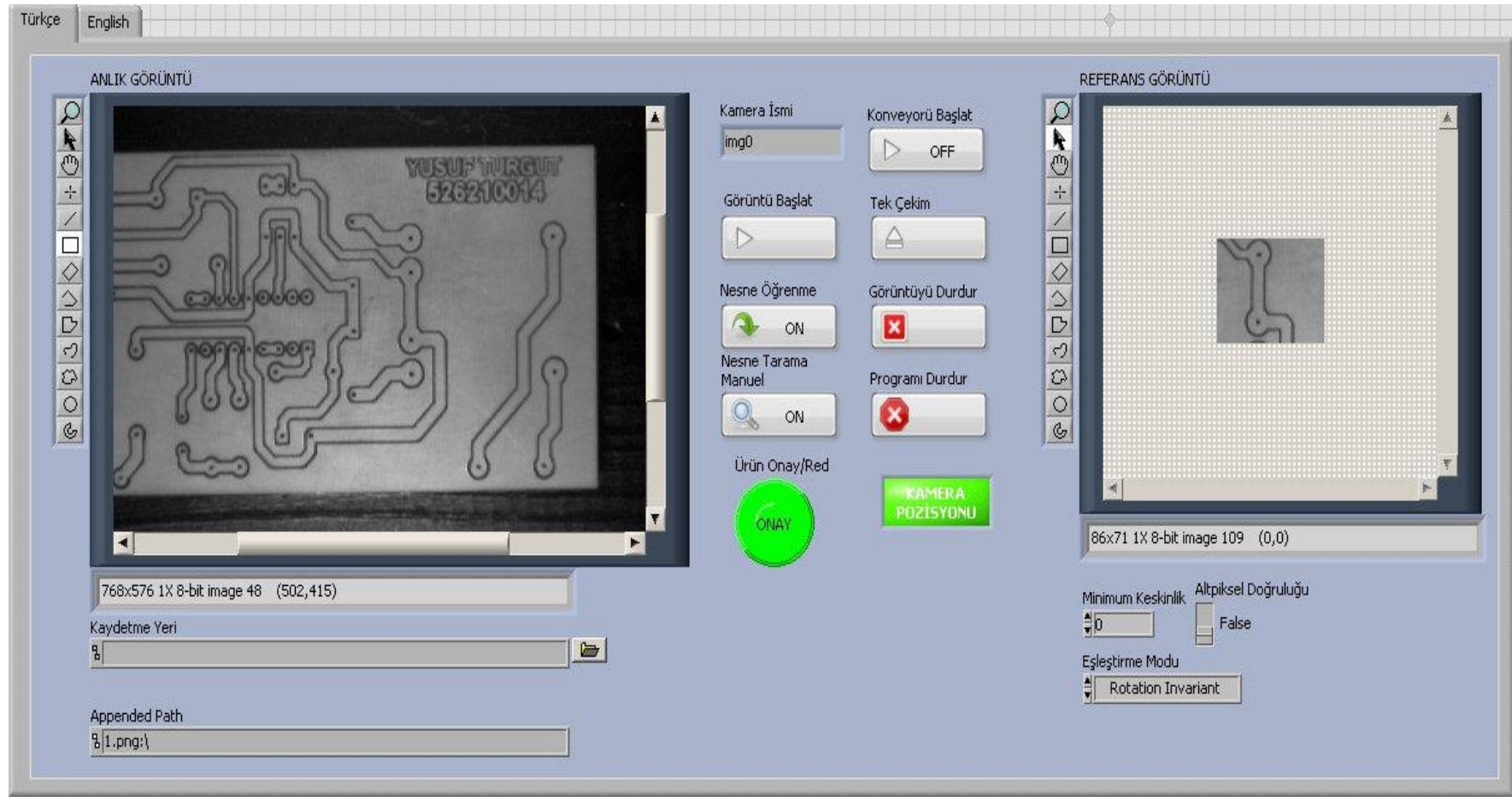
Bu program NI cFP-2200 dağıtık I/O sistemi sayesinde konveyör hattında bulunan kamera, sensör ve motordan aldığı dijital giriş ve çıkışları kullanarak hatalı olan baskı devre kartlarının belirlenmesi amacıyla yazılmıştır.

4.3.1.1. Programın kullanıcı ara yüzü

Programın kullanıcı ara yüzü Şekil 4.11’de görüldüğü gibi 7 adet kontrolden, 2 adet göstergeden ve kameradan gelen görüntüyle şablonu gösteren ekrandan oluşmaktadır. Kontroller;

Birden fazla kameranın bağlı olduğu durumlarda  ‘ne gelip buradan görüntü alınması istenen kamera seçilebilir. Kameradan görüntü almak için  BAŞLAT butonuna basılır. Ardından “VIDEO” ekranının solunda bulunan  ikonunu seçerek daha sonra taratmak için kullanılacak şablonu kaydetmek için alan seçilir.  ON butonuna tıklanarak şablon kaydedilmiş olur. Kaydedilen şablon sağ taraftaki “REFERANS GÖRÜNTÜ” ekranında gösterilir.  butonu ya da bant çalışırken gelen “ÜRÜN BİLGİSİ” sayesinde kaydedilen şablon ile kameradan gelen görüntüyü karşılaştırarak tarama yapma amacıyla kullanılmaktadır. Görüntüyü ya da programı durdurmak için de sırasıyla  ve  butonları kullanılır. Programdan bağımsız anlık görüntü almak için de  butonunu kullanmak yeterlidir.

Göstergelerden “Pass/Fail” ürünün hatalı olup olmadığını, “Kayıt” ise yeşil yandığında hatalı ürünün resmini kaydedildiğini göstermektedir.

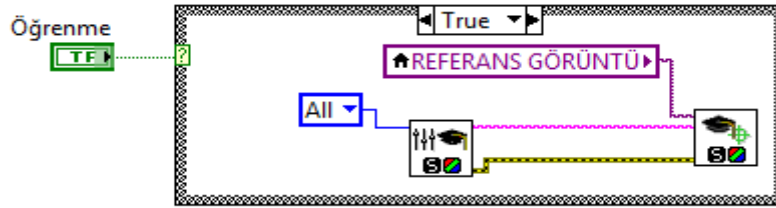


Şekil 4.11 LabVIEW Programı Ara Yüzü

4.3.1.2. Programın blok diyagramı

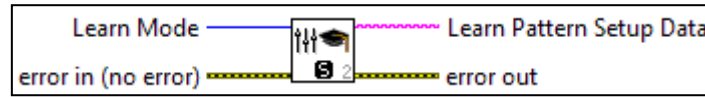
Program içerisinde öğrenme, nesne tarama ve kaydetme olmak üzere başlıca üç önemli işlev vardır. Bu üç işlevin yapısal olarak ortak noktası, üçünde de “case structure” yapısının kullanılmasıdır. Binary mantığına göre çalışan yapıda girişine 1 sinyali geldiğinde “True” başlığı altında ki alt program çalışır. Aksi takdirde program “False” başlığı altındaki program ile çalışmasına devam eder.

Öğrenme işlevinde Şekil 4.12’de görüldüğü gibi “IMAQ Setup Learn Pattern” ve “IMAQ Learn Pattern” blokları kullanılmıştır.



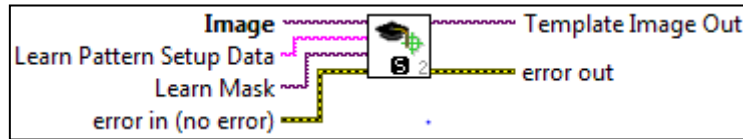
Şekil 4.12 Öğrenme İşlevi

“IMAQ Setup Learn Pattern” öğrenilmesi istenilen şablonun hangi şartlara göre öğrenilmesi gerekiyorsa o şartlara göre öğrenmenin hazırlıklarını sağlayan subVI’dir.



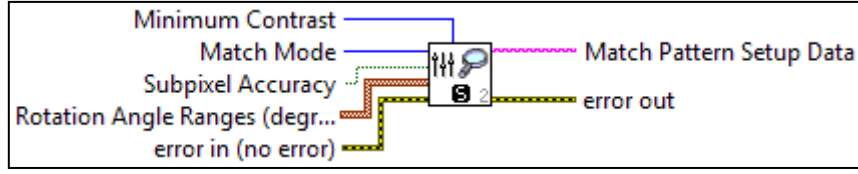
Şekil 4.13 IMAQ Setup Learn Pattern

“IMAQ Learn Pattern” ise şablon hazırlanan ayarlara öğrenme işini gerçekleştiren subVI’dir.



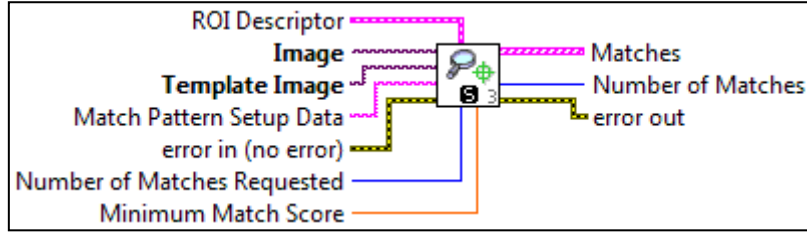
Şekil 4.14 IMAQ Learn Pattern

Şekil 3.17’de görülen nesne tarama işlevinde arama yöntemi, eşleştirme modu ve keskinlik gibi tarama için gerekli ön koşul durumların belirlendiği subVI olan “IMAQ Setup Match Pattern” kullanılmıştır.



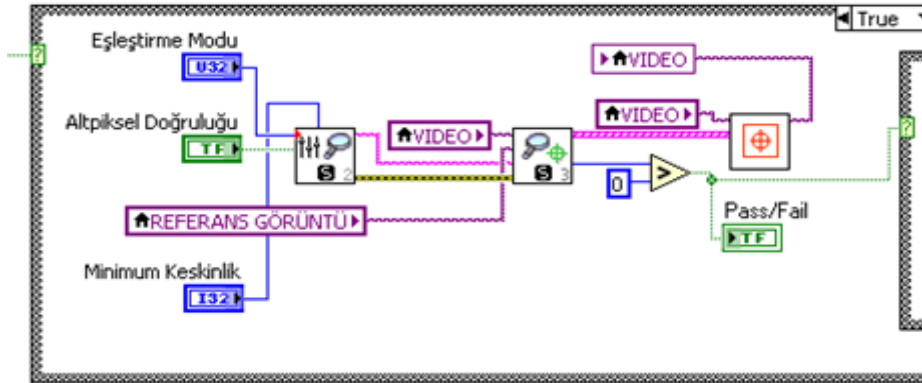
Şekil 4.15 IMAQ Setup Match Pattern

Buradan alınan bilgiler ışığında “IMAQ Match Pattern” subVI sayesinde öğrenme işlevinin sonunda elde edilen şablon görüntüyle kameradan gelen görüntü karşılaştırılır.



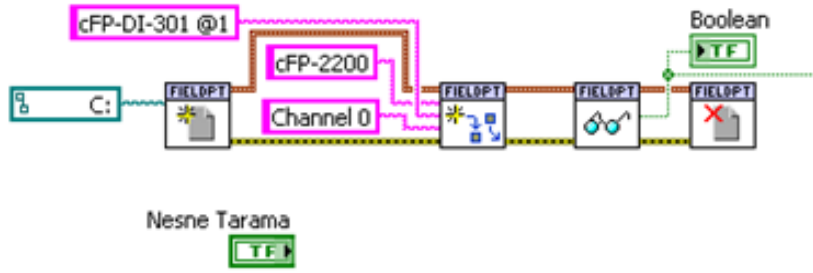
Şekil 4.16 IMAQ Match Pattern

Karşılaştırma sonucu şablon görüntü kameradan gelen görüntüyle eşleşmişse karşılaştırılan görüntü “Draw Matches Position” subVI kullanılarak etrafında kırmızı bir dörtgen çizilir ve bant ileri hareketine devam eder. Hatalı üründe ise baskı devre kartının görüntüsü üzerinde hiçbir dörtgen vb. geometrik şekil çizilmez ardından diğer baskı devre kartını almak için geriye doğru gelir.



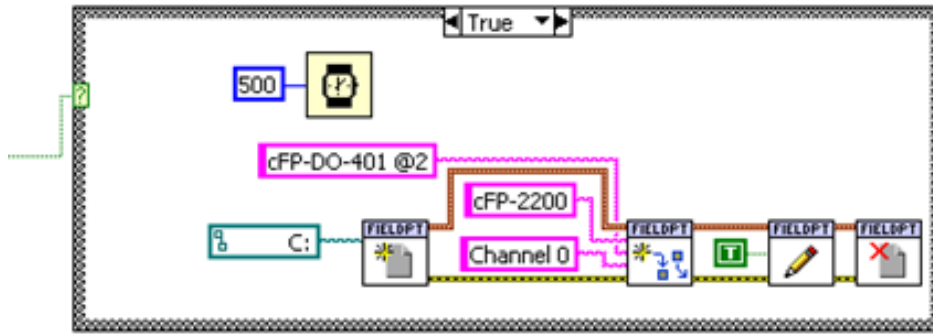
Şekil 4.17 Nesne Tarama İşlevi

Şekil 4.18’de tarama işlevini başlayabilmesi gereken başlangıç koşulların sağlandığında yani temassız optik algılayıcıdan gelen ürün bilgisinin elde edildiği subVI görülmektedir.



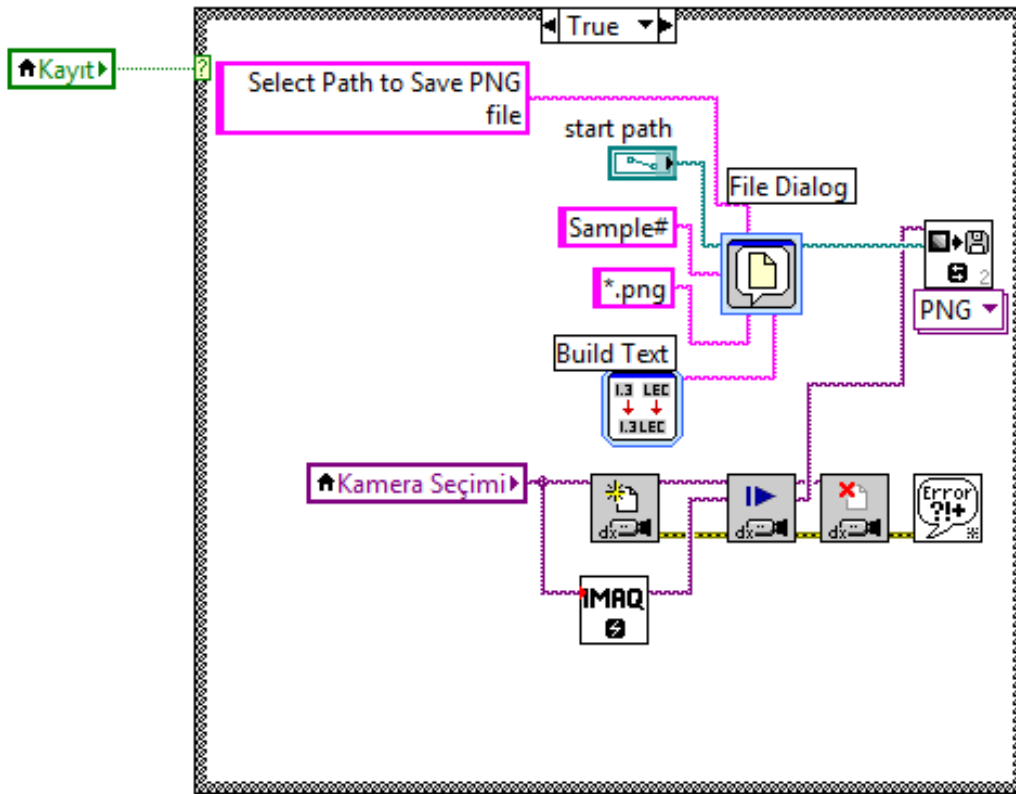
Şekil 4.18 Taramanın Başlaması İçin Algılayıcıdan Alınan Ürün Bilgisi

Şekil 4.19’da ise baskı devre kartlarının hatalı olup olmadığının tespiti sonrası elde edilen bilgiye göre bantın hangi yönde hareket edeceğini belirlemek amacıyla kullanılan subVI görülmektedir. Gerek Şekil 4.18’deki subVI gerekse Şekil 4.19’daki subVI’lar ile banttın gelen dijital giriş ve çıkışları okuma ve yazma işlevleri gerçekleştirilmektedir. Bu modül ile bantı kontrol eden PLC ile LabVIEW programı arasındaki haberleşme sağlanmıştır.



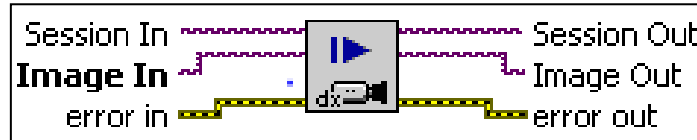
Şekil 4.19 Bant Hareketi İçin Alınan Dijital Çıkış

Baskı devre kartlarının görüntülerinin PC’ye kaydedildiği bölüm “kayıt” işlevi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 4.20’de görülen kayıt işleminin gerçekleştiği case structure döngü yapısının içerisinde “Snap”, “IMAQ Write File”, “File Dialog” ve “Built Text” subVI’ları kullanılmıştır.



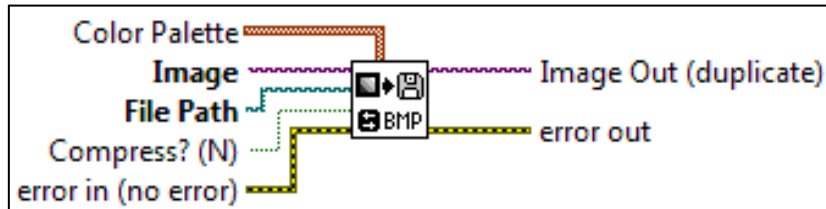
Şekil 4.20 Kayıt İşlevi

“Snap” anlık görüntü yakalamak amacıyla kullanılan bir subVI’dır.



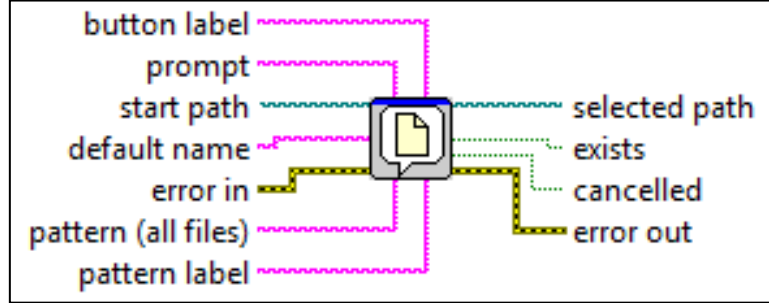
Şekil 4.21 Snap SubVI

“IMAQ Write File” elde edilen görüntünün isteğe bağlı olarak BMP, JPEG, PNG veya TIFF dosyası olarak kaydedilmesi için kullanılan bir subVI’dır.



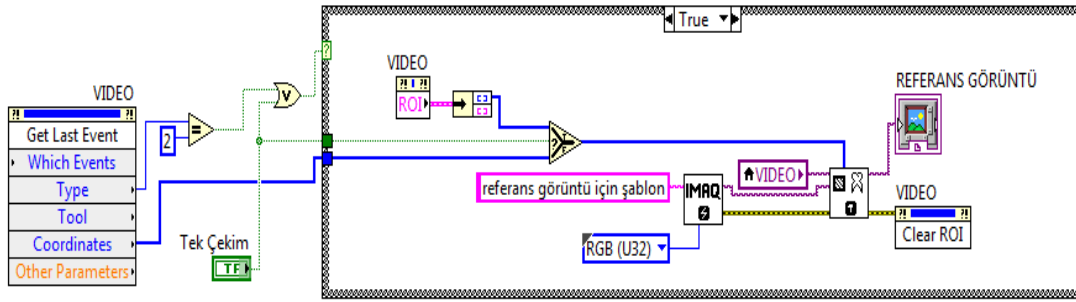
Şekil 4.22 IMAQ Write File

“File Dialog” ise görüntünün herhangi bir resim dosyası formatında nereye kaydedileceğine karar vermek amacıyla kaydetme aşamasından önce ekrana gelen diyalog penceresi olan subVI’dır.



Şekil 4.23 File Dialog

Ek olarak şablon öğretmede kullanılan ROI (Region of Interest) ‘nin seçimi için kullanılan alt program yapısı Şekil 4.24’te gösterilmektedir.

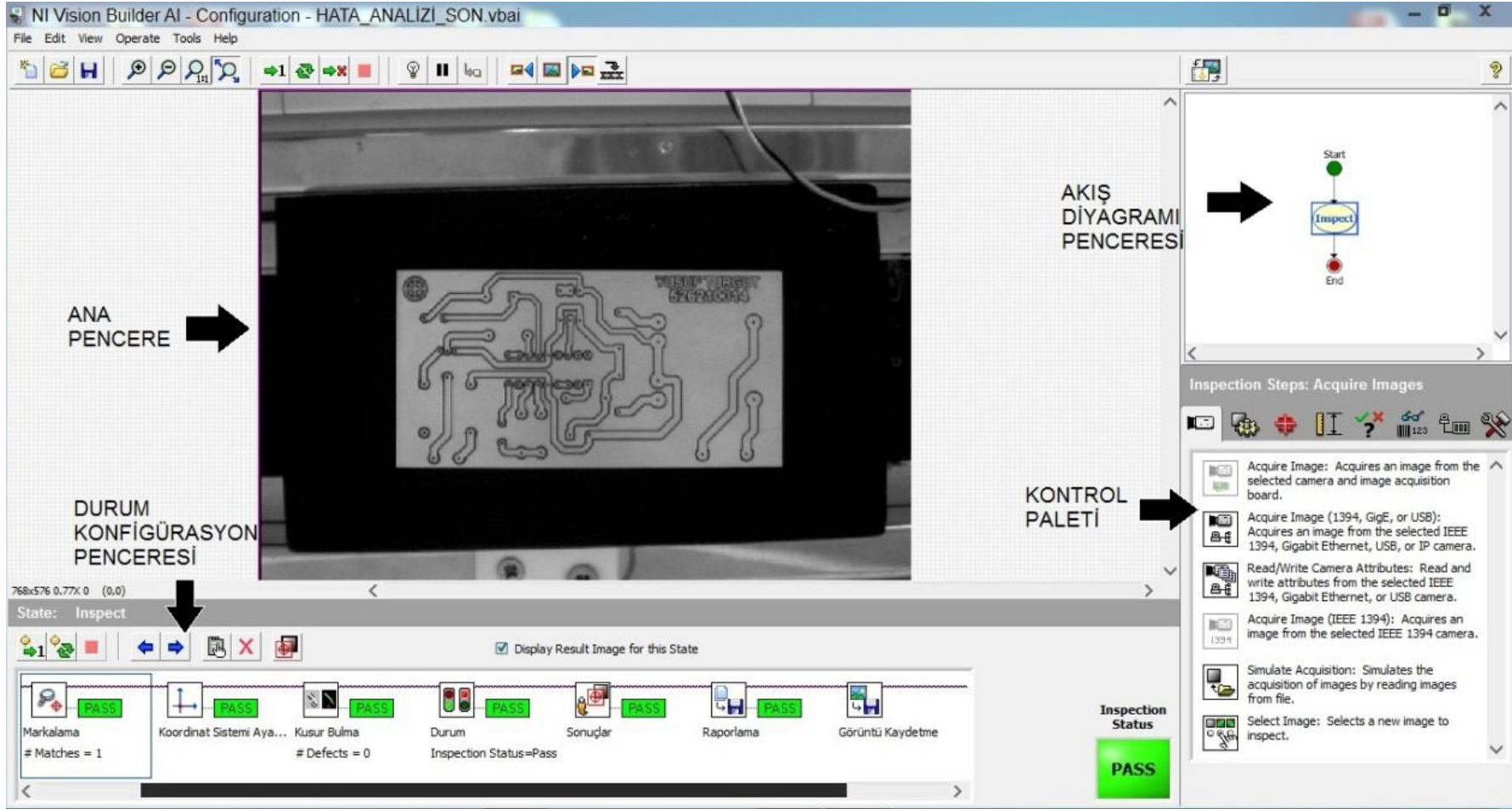


Şekil 4.24 ROI Seçimi ve Anlık Görüntü Çekimi

4.3.2 Hata analizi için kullanılan LabVIEW programı

Hatalı olan baskı devre kartlarının hatalarının hangi kısımlarda ve oranlarda olduğunu bulabilmek amacıyla “Vision Builder” programından faydalanılmıştır.

Vision Builder, görüntü işleme ve analizi için içerisinde birçok fonksiyon elemanı bulunduran ve bunların altında da kendi içerisinde uyumlu birçok kontrolden meydana gelen bir programdır.



Şekil 4.25 Vision Builder Konfigürasyon Ara Yüzü

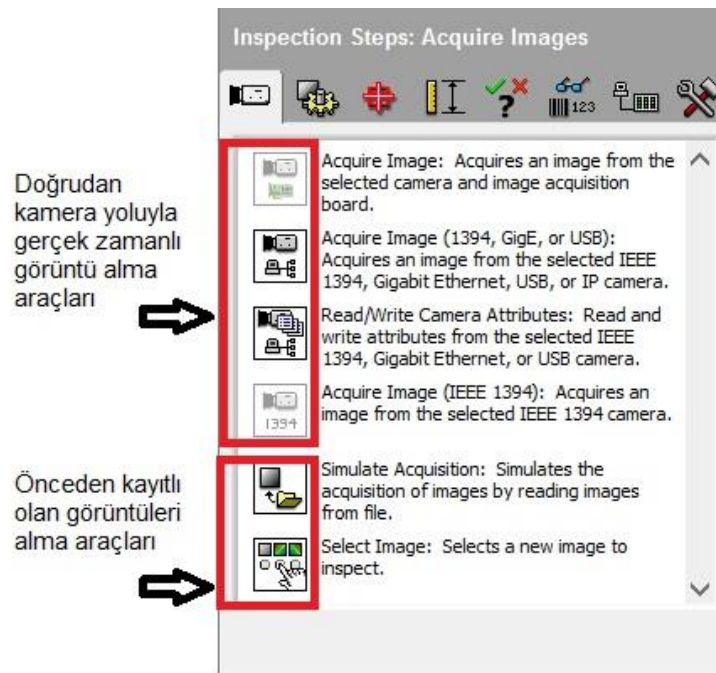
Vision Builder konfigürasyon ara yüzü; ana pencere, akış diyagram penceresi, durum konfigürasyon penceresi ve kontrol paleti olmak üzere dört alandan meydana gelmektedir.

- Ana Pencere; resimlerin üzerinde yapılan bütün işlemlerin görüntülendiği pencerenin bulunduğu alandır.
- Akış Diyagram Penceresi; genel olarak programa ait diyagramın gösterildiği pencerenin bulunduğu alandır.
- Durum Konfigürasyon Penceresi; bu alanda program içerisinde kullanılan kontrollerin hangi sıralama ile kullanıldığı gösterilmektedir.
- Kontrol Paleti; bütün kontrollerin bir arada bulunduğu alandır.

Hata analizi boyunca hangi işlemlerin uygulandığı aşağıda adım adım anlatılmaktadır.

4.3.2.1. Görüntüyü elde etme

Görüntüyü elde etmenin birçok yolu vardır. Görüntü ya doğrudan gerçek zamanlı olarak kameradan alınır ya da bir klasör içerisinde bulunan önceden PC ortamına kaydedilmiş görüntülerin arasından seçilir ve diğer uygulanacak işlemler için hazır hale getirilir.

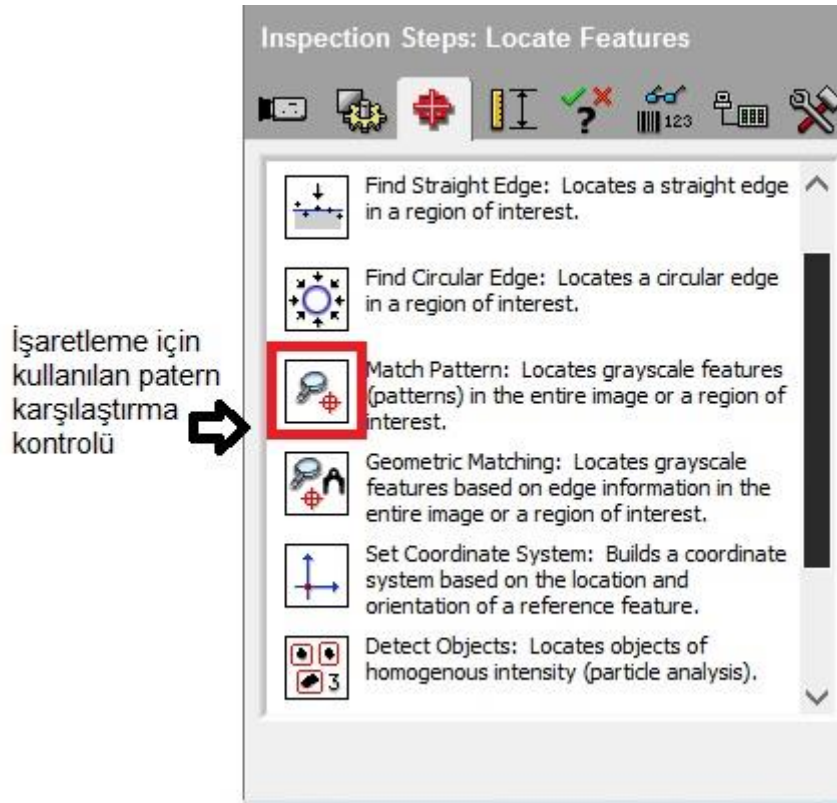


Şekil 4.26 Görüntü Elde Etme Paleti

Yapılan bu çalışmada da baskı devre kartlarına ait görüntüler önceden konveyör hattı ile çalışan program sayesinde PC ortamına kaydedildiğinden kaydedildiği klasör seçilerek alınmıştır.

4.3.2.2. Markalama

PC ortamından alınan görüntüler her daim düzgün ve nizami bir şekilde resmedilmez. Bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla her görüntüde bulunan ortak bir nesneyi kullanarak her bir baskı devre kartına ait görüntü için referans noktası belirlenmiş olur. Bu işleme de markalama (işaretleme) adı verilir.



Şekil 4.27 İşaretleme (Markalama) İçin Kullanılan Kontrol

Markalama işlemi için “Locate Features” paleti altında bulunan ve “Cross-Correlation” tekniği ile çalışan “Match Pattern” kontrolü kullanılmıştır. Bu kontrol sayesinde bulunması istenen özellik şablon olarak kaydedilir. Ardından tarama için gerekli arama modu, yönü ve açısı gibi ön şartlar ayarlanır ve diğer adıma geçilir.

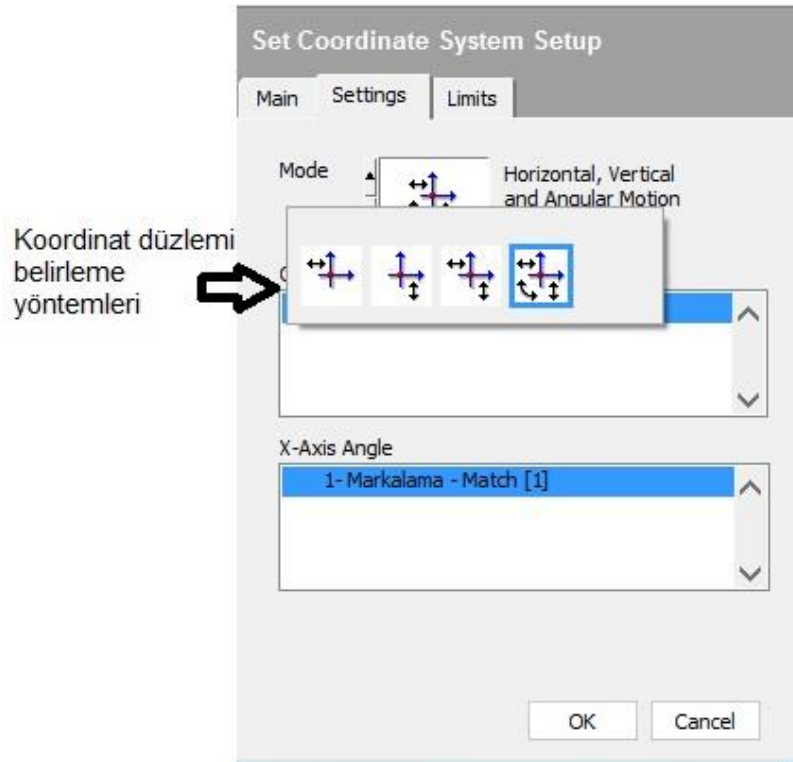
4.3.2.3. Koordinat düzlemini ayarlama

Markalama işleme gerçekleştirmenin diğer bir amacı da muhtemel hataları bulmak için taramaya geçmeden önce tarama işleminin hangi koordinat düzlemine göre gerçekleştireceğini belirlemektir.

“Locate Features” paletinin altında bulunan “Set Coordinate System” kontrolü ile dört farklı yöntem ile yeni bir koordinat düzlemi oluşturulabilir. Bunlar;

- Horizontal Motion; sadece yatay eksene göre başlangıç noktasını belirler.
- Vertical Motion; sadece dikey eksene göre başlangıç noktasını belirler.
- Horizontal, Vertical Motion; hem yatay hem de yatay eksene göre başlangıç noktasını belirler.
- Horizontal, Vertical and Angular Motion; yatay, dikey ve açısız değişimleri dikkate alarak başlangıç noktasını belirleyip koordinat düzlemini belirler.

Uygulama için yapılan seçimde ise kartların nasıl bir düzen içerisinde gelecekları bilinmediğinden dolayı “Horizontal, Vertical and Angular Motion” seçeneği seçilmiştir.



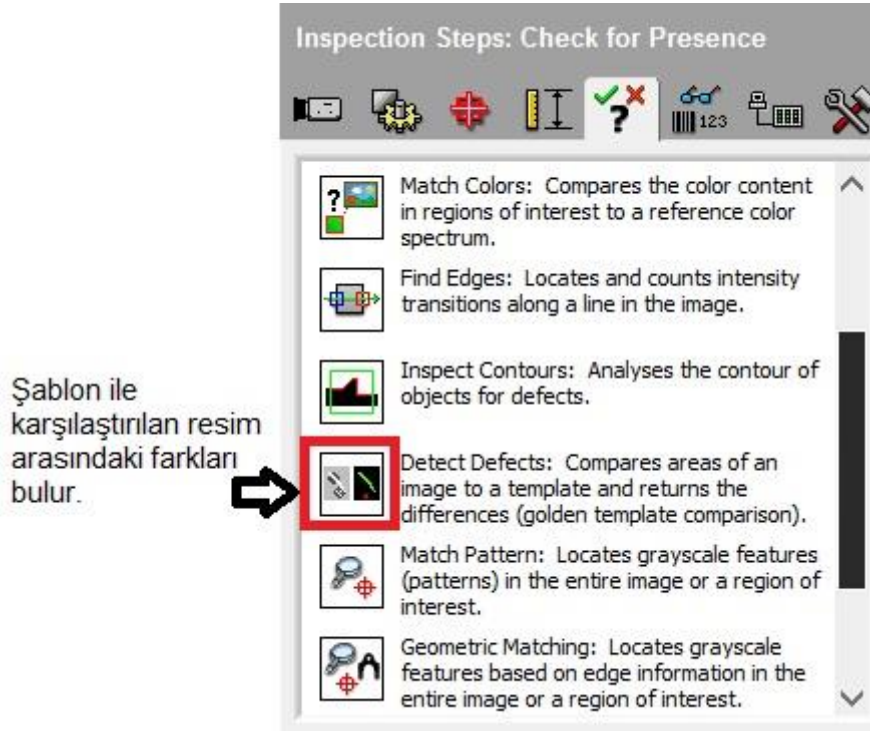
Şekil 4.28 Koordinat Düzlemi Belirme

4.3.2.4. Kusur bulma

Hataların bulunma aşaması “Check For Presence” paletinin altında bulunan “Detect Defects” kontrolü ile gerçekleştirilmiştir. Bu kontrolü kullanma amacı denetlenen görüntü ile şablon görüntü arasında çıkarma işlemi yaparak fiziksel hataların süratle bulunmasını sağlamasıdır.

“Detect Defects” kontrolü RGB hariç gerek gri tonlamalı gerekse binary olsun diğer dijital formatlarda çalışmaktadır. Çoğunlukla gri tonlamalı görüntü formatında kullanılan bu kontrol, hafızasında bulunan şablon görüntü ile herhangi bir hata veya kusur olup olmadığı araştırılan görüntü ile karşılaştırılmaktadır. Eğer şablon görüntü ile karşılaştırılan görüntü arasında açık renkte fark var ise bu fark yeşil renk ile etrafı çizilerek gösterilmektedir. Görüntülerdeki fark koyu bir renkte ise kırmızı renk ile ifade edilmektedir.

“Detect Defects” kontrolünün önemli iki noktasından biri karşılaştırılan görüntülerin net ve keskin hatlara sahip olmasıdır. Aksi takdirde net olmayan görüntülerde kusur olmadığı takdirde o bölge kusurluymuş gibi gösterilebilir. Diğer önemli bir nokta ise tarama yapılmadan evvel koordinat düzleminin seçilmiş olmasıdır. Bu seçim yapılmadığı takdirde program kendi belirlediği koordinat düzlemine göre tarama yapar ve istenilen sonuçlar elde edilemez.



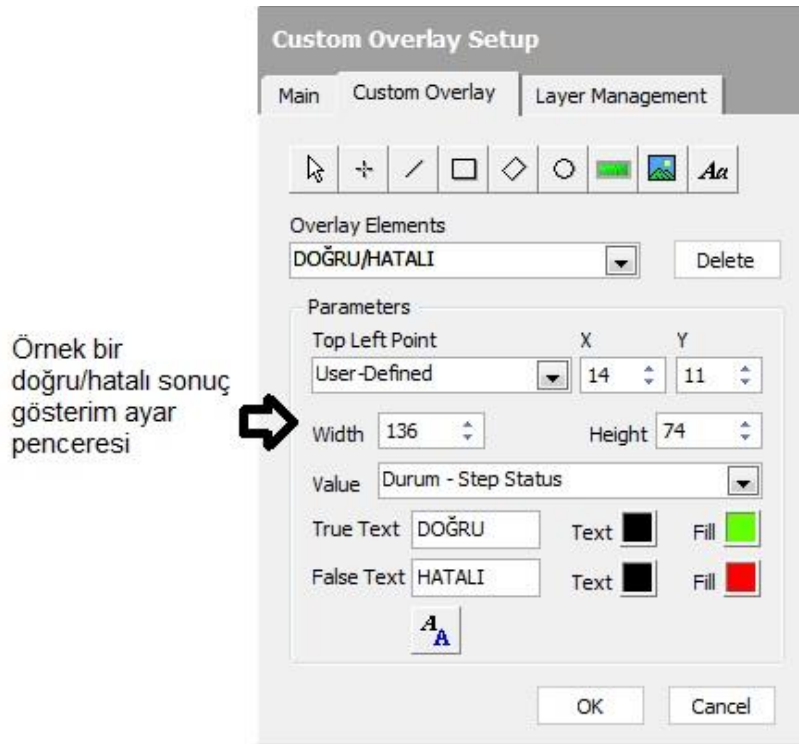
Şekil 4.29 “Detect Defects” Kontrolü

Yapılan her karşılaştırmanın ardından baskı devre kartlarının yüzeylerinde önemli sayılabilecek derecede hata tespit edilen kartların durumlarını belirtmek amacıyla “Set Inspection Status” kontrolü kullanılmıştır.

4.3.2.5. Sonuçların gösterimi ve raporlama

“Detect Defects” tarama işlemini piksel piksel yapmaktadır. Dolayısıyla hatalı olan piksel sayısını ekran herhangi bir köşesinde kullanıcıya bilgi amaçlı olarak göstermek gerekir. Bu amaçla “Use Additional Tools” paletinin altında bulunan “Custom Overlay” kontrolü kullanılmıştır.

“Custom Overlay” içerisinde görüntünün üzerine çizilebilmesi için dörtgen, daire vb. geometrik şekillerin; sonuçların görüntü üzerinde yazı veya rakamla gösterilmesi için gerekli araçların bulunduğu bir kontroldür. Bu kontrol sayesinde kullanıcı eş zamanlı olarak baskı devre kartının son durumu hakkında bilgilendirilmiş olmaktadır.



Şekil 4.30 “Custom Overlay” Ayar Penceresi

Ardından “Use Additional Tools” paletinin altında bulunan “Data Logging” kontrolü ile elde edilen sonuçlar “.txt” uzantılı bir metin belgesine kaydedilir.

Step Name
Raporlama

Measurements Logged | Destination

Log Location: Log to Local Drive

Local Path: C:\Users\Yusuf\Desktop\Raporlama

Kaydedilen yer →

Dosya ismi
File Name: Ürün Raporu

☒ Log as a Background Task

Log Settings
File Type: Tab Delimited Text File (*.txt) | Substitute on Fail: \00

Kayıt ayarları
☒ Single File | Start a New File Every: 1 | hour(s)

☐ Multiple Files

☐ Overwrite any file(s) created prior to this inspection before logging data

Şekil 4.31 Raporlama Ayar Penceresi

Son olarak her taranan görüntünün kaydedilmesi amacıyla aynı paletin altında bulunan “Image Logging” kontrolü kullanılmıştır. “Image Logging” ile baskı devre kartlarının görüntüleri PC ortamına “.JPEG” formatında kaydedilmiştir.

Step Name
Görüntü Kaydetme

State	Step that Created Image	File Path	Log Limit	Format
Inspect	Görüntü Alma	C:\Users\Yusuf\Desktop\Raporlama\Ürün Görüntüleri	None	JPEG

☒ Enable Image Logging - Inspect Görüntü Alma

Log Location: Log to Local Drive

Folder Path: C:\Users\Yusuf\Desktop\Raporlama\Ürün Görüntüleri

File Name: Görüntü Alma - Current Image Name

☒ Append Timestamp ☒ Log as a Background Task

File Format Options
File Format: JPEG - File Interchange Format

☒ Merge Overlay | Image Quality: 750

☐ Compress BMP File | Compression Ratio: 10

☐ Use Lossless Compression

Log Image
☒ Log Image
☐ Log Image Only When Inspection Status Fails

☐ Limit Number of Logged Images
Max Number of Logged Images: 100

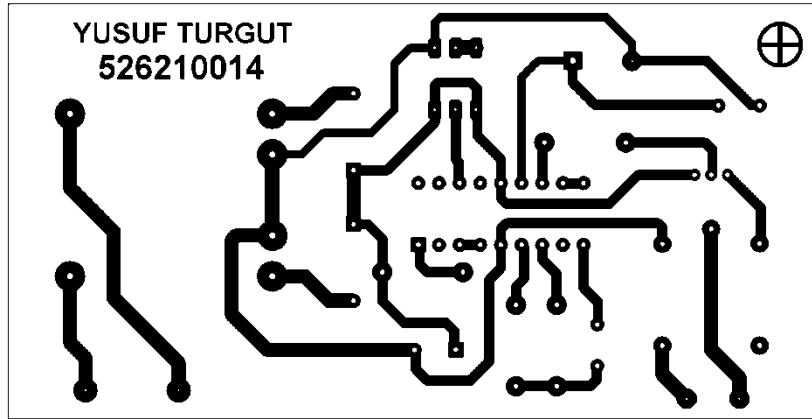
OK Cancel

Şekil 4.32 Görüntü Kaydetme (Image Logging) Ayar Penceresi

4.3.3. Uygulama sonunda elde edilen bulgular

PCB çizimi için “Proteus” programı kullanılmıştır. Proteus, görsel olarak elektronik devrelerin simülasyonunu yapabilen devre çizimi, simülasyonu, animasyonu ve PCB çizim programıdır. Program kendi içerisinde ISIS ve ARES diye iki kısma ayrılmaktadır. ISIS ile devrelerin çizimi ve simülasyonu, ARES ile de PCB çizimi yapılabilmektedir.

Şekil 4.33’de deneysel çalışmalarda kullanılan ARES ile oluşturulmuş PCB çizimi görülmektedir.



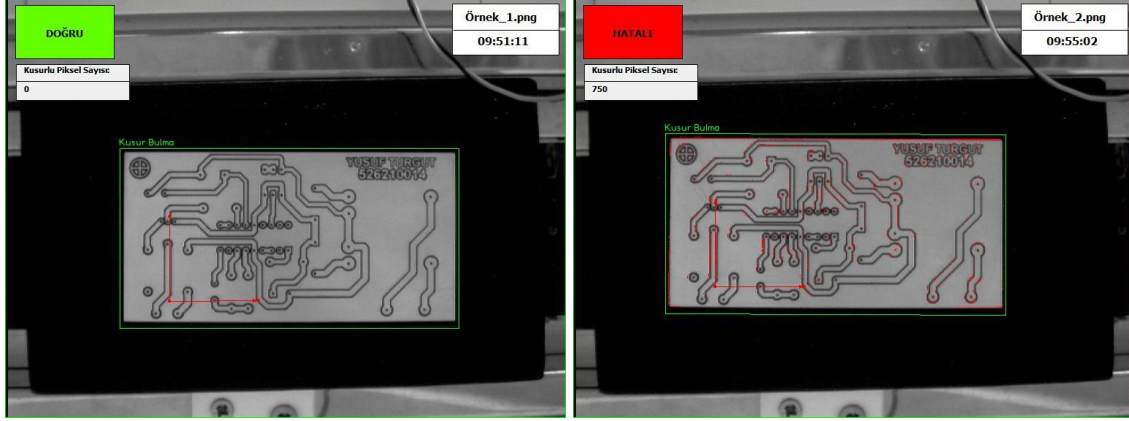
Şekil 4.33 ARES ile hazırlanan Bir PCB Örneği

ARES’te tasarlanan PCB çiziminin bakır plaket üzerine uygulanması işlemi BUNGARD firmasının ait CNC Router ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar için Celal Bayar Üniversitesi Turgutlu MYO Elektronik ve Otomasyon Bölümü Laboratuvar imkânlarından yararlanılmıştır. Şekil 4.34’de PCB kartların hazırlanması amacıyla kullanılan baskı devre çıkarma CNC cihazı gösterilmiştir.



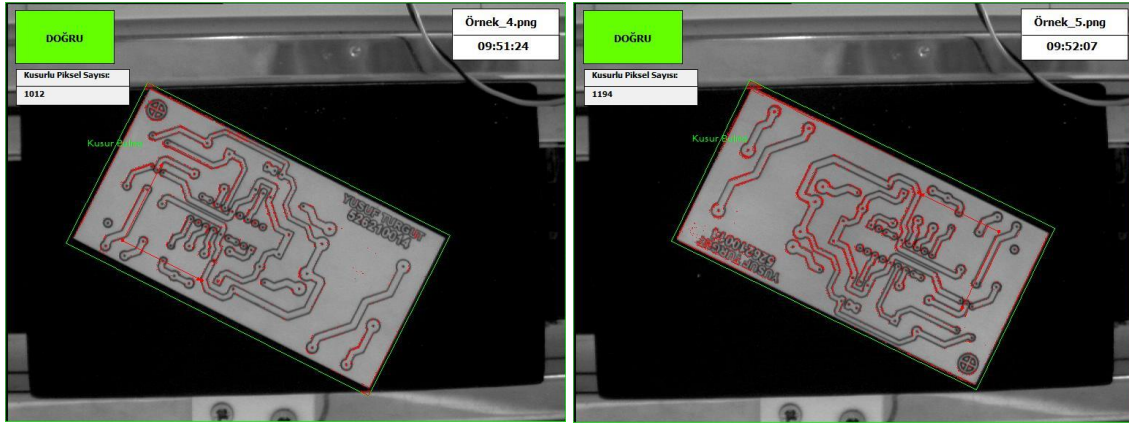
Şekil 4.34 Baskı Devre Çıkarma CNC Cihazı Bungard CCD/2

Baskı devre çıkarma CNC cihazı ile üretilen kartlara, Vision Builder programı ile hata analizi uygulandığında elde edilen bant üzerindeki bazı görüntüleri aşağıdaki gibidir.



(a)

(b)



(c)

(d)

Şekil 4.35 (a) ve (b) Düzgün Açıyla Gelen Doğru Ürün ve Hatalı Ürün Görüntüsü, (c) ve (d) Geliş Açısı Farklı Olan Doğru Ürün Görüntüleri

Elde edilen bu sonuçların kaydedilmesinin yanı sıra “Ürün Raporu” isimli bir metin belgesi içerine raporlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu rapor çıktısı Şekil 4.36’da gösterilmiştir.

Ürün Raporu - Not Defteri									
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım									
State Name				Inspect		Variables			
Step Name				Görüntü		Alma Kusur Bulma		System Variable	
Result Name				Current		Image Path		Number of Defects	
Units								Inspection Start Time	
Iteration	Date	Time	Time (milliseconds)	Status					
1	17.06.2012	18:09:15,273	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_2.png	746,00000	14:47:40			
2	17.06.2012	18:09:19,443	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_3.png	849,00000	14:47:40			
3	17.06.2012	18:09:23,606	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_4.png	1012,00000	14:47:40			
4	17.06.2012	18:09:27,791	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_5.png	1194,00000	14:47:40			
5	17.06.2012	18:09:31,956	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_6.png	804,00000	14:47:40			
6	17.06.2012	18:09:36,078	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\ctemp.png		14:47:40			
7	17.06.2012	18:09:40,191	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\gtemp.png		14:47:40			
State Name				Inspect					
Step Name				Görüntü		Alma Kusur Bulma			
Result Name				Current		Image Path		Number of Defects	
Units									
Iteration	Date	Time	Time (milliseconds)	Status					
1	17.06.2012	19:24:36,946	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_2.png	746,00000				
2	17.06.2012	19:24:41,949	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_3.png	849,00000				
3	17.06.2012	19:24:46,719	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_4.png	1012,00000				
4	17.06.2012	19:24:51,333	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_5.png	1194,00000				
5	17.06.2012	19:24:55,990	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_6.png	804,00000				
State Name				Inspect					
Step Name				Görüntü		Alma Kusur Bulma			
Result Name				Current		Image Path		Number of Defects	
Units									
Iteration	Date	Time	Time (milliseconds)	Status					
1	20.06.2012	09:51:11,789	Pass	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_1.png	0,00000				
2	20.06.2012	09:51:16,159	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_2.png	746,00000				
3	20.06.2012	09:51:20,461	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_3.png	849,00000				
4	20.06.2012	09:51:24,789	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_4.png	1012,00000				
5	20.06.2012	09:51:29,148	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_5.png	1194,00000				
6	20.06.2012	09:51:33,458	Fail	C:\Users\Yusuf\Desktop\Numuneler\örnek_6.png	804,00000				

Şekil 4.36 Rapor çıktısı

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bilgisayar, telefon, televizyon gibi pek çok elektrik/elektronik aletin üretiminde PCB'ler kullanılmaktadır. PCB, elektrik iletici yollara sahip yalıtkan çok katmanlı bir karttır. PCB'ler üzerine elektronik bileşenler monte edilerek ürün oluşturulmaktadır. PCB üzerindeki iletken yollar, elektronik bileşenlerin birbiri ile bağlantısını sağlar. PCB'ler üzerinde yer alan iletken yollar devre tasarımına da bağlı olarak çok karmaşık yapıda olabilmektedir. Bu nedenle, kart üzerine montaj işleminden önce, baskıdan kaynaklanan iletim hatalarının tespit edilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Otomasyon sistemlerinin endüstride çok yaygın olarak kullanılmaya başlaması ile birlikte ürünlerin kalite kontrolünde yapay görmeye dayalı sistemler de kullanılmaya başlamıştır. Bu sayede hatalı ürünlerin tespiti daha hassas ve kolay bir şekilde gerçekleştirilirken, hatalı olanların ayıklanması ve yeniden üretim aşamasına geri döndürülmesi ile oluşabilecek malzeme israfı önceden engellenmiş olmaktadır.

Dolayısı ile PCB kartlarının üretimi sonrasında oluşan yüzeysel hataların saptanabilmesi için görüntü işleme teknolojisinin kullanılması hem hız hem de verimlilik açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, tasarlanan bir yürüyen bant üzerinde ilerleyen PCB kartlarının kamera vasıtasıyla görüntülerinin bilgisayara aktarılması ve bunların görüntü işleme yöntemleri kullanılarak otomatik hata tespitlerinin yapılması ve sonuçların raporlanması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin sonuçları şu şekildedir:

- Deney setinde CNC router (Şekil 4.34) ile biri şablon olmak üzere diğerleri bilerek belli bölgelerinde hatalı noktalar bırakılarak üretilen PCB kartları kullanılmıştır. Bu kartlarla bant üzerindeki hata yakalama üzerine yapılan ölçümlerde kullanıcı hatası dışında (bu hatalar da şablon önceden tanıtamamak vb.) var olan görüntüyü yakalayamama gibi sorunla karşılaşılması. Sadece bu yöntem ile üretilen kartların değil çift katlı diğer profesyonel kartlarda da yapılan çalışmalarda son derecede iyi sonuçlar elde edildi.
- Hata analizi sonuçları ise kusurlu bulunan piksel sayıları üzerinden bilgi edinme yoluna gidilmiştir. Bunun için taranacak olan görüntüde bulunan

piksel sayılarının yüzde 1'i olan 1500 piksel sayısı eşik değeri olarak seçilmiştir. Bu değerin altında kusurlu piksele sahip kartlar doğru bir şekilde üretilmiş kabul edilmektedir. Bu arada uygulamada kullanılan kameranın çözünürlüğünden kaynaklanan fakat üretimi aksatmayacak derecede küçük piksel hataları gerçekleşti. Kusurlu bulunan piksel sayıları ile ilgili on adet örnek kartın sonuçları 5.1'deki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5.1 Hata Analizinde Elde Edilen Sonuçlar

Kart	Denetleme Tarihi	Kusurlu Piksel Sayısı	Karar
Örnek_1	17.06.2012	746	Doğru
Örnek_2	17.06.2012	849	Doğru
Örnek_3	17.06.2012	1912	Hatalı
Örnek_4	17.06.2012	1194	Doğru
Örnek_5	17.06.2012	804	Doğru
Örnek_6	20.06.2012	306	Doğru
Örnek_7	20.06.2012	2046	Hatalı
Örnek_8	20.06.2012	35	Doğru
Örnek_9	20.06.2012	0	Doğru
Örnek_10	20.06.2012	1238	Doğru

Yapılan çalışmanın sonucu olarak; ilk aşamadaki referans görüntü ile karşılaştırılan görüntü eşleşmesinde istenilen nihai hedeflere ulaşılmıştır. Hata analizi aşamasında ise düşük kamera çözünürlüğünden ve yazılan programdan kaynaklanan uyumsuzluklar gözlemlenmesine rağmen oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum, yüksek çözünürlüğe ve daha iyi merceğe sahip bir kamera kullanılarak ve yazılıma ilave fonksiyonlar eklenerek ortadan kaldırılabilir.

Çalışmanın daha da geliştirilebilmesi aşamasında ise baskı devre kartlarındaki yollar haricinde montaj aşamasında eleman sayımı, elemanların sınıflandırılması/gruplandırılması; eleman montajı sonrası lehimlemenin düzgün yapılıp yapılmadığı gibi her türlü görüntü işlemeye dayalı işlemler gerçekleştirilebilir. Ayrıca, tasarlanan sistem otomasyon ve kullanılan yöntem açısından daha da geliştirilerek endüstriyel uygulamalarda kolaylıkla kullanılabilir. Görüntü işleme derslerinin yer

aldığı mühendislik eğitiminde de deney seti olarak tercih edilebilir. Geliştirme yazılım ortamı olarak LabVIEW programının tercih edilmesi sayesinde mevcut yapı yenileştirmeye açık olduğu gibi uzaktan erişimli bir laboratuvar uygulaması olarakta kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Kocakoç, M.: “Montaj Süreçlerinde Yalın Üretim Verileri Analizi”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, (2008)
- [2] Küçük, O.: “Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemleri”, Ankara, 2. Basım, (2010)
- [3] <http://www.pmhut.com/quality-control-in-project-management> (20 Ekim 2011)
- [4] Asmaz, K.:”Görüntü İşleme İle İki Boyutlu Cisimlerden Grafik Modeller İçin Veri Eldesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2006)
- [5] <http://www.vistek-isravision.com/?Page=yapaygorme&Lang=tr> (27.09.2011)
- [6] <http://www.kontrolkalemi.com/forum/robotik/31678-endustriyel-robotlarda-yapay-gorme.html> (21.04.2011)
- [7] <http://www.fortibase.com/Goruntu-Tanima/Goruntu-Tanima-Uygulama-Alanlari> (21.04.2011)
- [8] Castleman K.R.: “Digital Image Processing”, Prentice Hall, New Jersey, 71-86,447-538, (1996)
- [9] Russ, John C.: “Image Processing Handbook, Sixth Edition”, North Carolina State University, North Carolina, ABD, (2011), 269-336
- [10] Relf, Christopher G.: “Image Acquisition and Processing with LabVIEW™”, CRC Press, ABD, (2004), 165-170
- [11] Duda R.O., Hart P.E.: “Pattern Classification and Scene Analysis”, New York, New York: John Wiley & Sons, (1973)
- [12] Christophe D., Gabriel A. ve Eric O.; “Recognition and Localization of Solid Objects by a Monocular Vision System for Robotic Tasks”, Intelligent Robots and Systems '94. 'Advanced Robotic Systems and the Real World', IROS '94. Proceedings of the IEEE/RSJ/GI Int.Conf., (1994), 3: 2007-2014
- [13] Çulha S.; “Sayısallaştırılmış Bilgisayarlı Tomografi ve Magnetik Rezonans Tomogramları Üzerinde Görüntü İşleme Tekniği Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (1996), 1-3

- [14] Mohammed B. ve Boualem B.; “A Structural-Description-Based Vision System for Automatic Object Recognition”, *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics—Part B: Cybernetics*, (1997), 893-906
- [15] Vujovic N. ve Brzakovic D.; “Establishing the correspondence between control points in pairs of mammographic images”, *Image Processing, IEEE Transactions*, (1997), 1388 – 1399
- [16] Akyol, B.Ö.: “Sayısal Görüntü İşlemede Görüntü Karşılaştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, (1999)
- [17] Fumi H., Masayoshi H., Shinji K. ve Tsugito M.; “A Stereo Vision System for Position Measurement and Recognition in an Autonomous Robotic System for Carrying Food Trays”, *Systems, Man, and Cybernetics 1999. IEEE SMC '99 Conference Proceedings*, (1999), 661-668
- [18] Gümüşer, M.: “Dijital Görüntü İşleme”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye, (2001)
- [19] Yaman, K.; Sarucan, A.; Atak, M.; Aktürk, N.: “Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme ve ARIMA Modelleri Yardımıyla Veri Hazırlama”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, No 1, (2001), s: 19-40
- [20] Li-Chen F. ve Cheng-Yi L.; “Computer Vision Based Object Detection and recognition for Vehicle Driving”, *Proceedings of the :2001 IEEE International Conference on Robotics & Automation*, Seoul-Korea, (2001), 2634-2641
- [21] Adnan A. Y. Mustafa; “Boundary Signature Matching for Object Recognition”, *Vision Interface Annual Conference Ottawa*, (2001), 1-9
- [22] Sunil K. S. ve PaulW. F.; “Morphological segmentation and classification of underground pipe images”, *Machine Vision and Applications*, (2006), 21–31
- [23] Şeran O.; “Visually Guided Robotic Assembly”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara, Türkiye, (2004), 8-94
- [24] Arıcan Z.; “Vision-Based Robot Localization Using Artificial And Natural Landmarks”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara, Türkiye, (2004), 16-47
- [25] Önder M.; “Face Detection In Active Robot Vision”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara, Türkiye, (2004) 5-70

- [26] Xiang Z, Carsten K. ve Bernd K.; “Automatic classification of defects on the product surface in grinding and polishing”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, (2006), 59–69
- [27] Thamsanqa M.; “The identification of mammalian species through the classification of hair patterns using image pattern recognition”, *ACM Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques ACM Press*, Image-based techniques, (2006), 177 – 181
- [28] Min Young K.; “Autonomous Map-Building for Mobile Robots Mimicking A Human Visual Attention Model”, Doktora Tezi, *Korea Advanced Institute of Science and Technology*, (2004), 1-27
- [29] Alessandro L., Cosimo D. ve Francesco B.; “A shadow elimination approach in video-surveillance context”, *Pattern Recognition Letters*, (2006), 345-355
- [30] Jong-Kyu O. ve Chan-Ho L.; “Development Of A Stereo Vision System For An Industrial Robot”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara, Türkiye, (2004), 1-120
- [31] Ünal Y.; “Seri üretim hatlarında görüntü işlemeyle kalite kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği*, Ankara, (1998), 1-100
- [32] Jabo S.; “Machine Vision for Wood Defect Detection and Classification”, Yüksek Lisans Tezi, Chalmers University of Technology, Göteborg, İsveç, (2011), 1-3
- [33] KOBU B.: “Endüstriyel Kalite Kontrolü”, İ.Ü. Yayını, No:2763 , İstanbul, (1981)
- [34] Bay M. ve Çiçek E.; “Tam Zamanında Üretim Sistemlerinde Hata Önleyiciler: Poka-Yokeler”, Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi Yerel Ekonomiler Özel Sayısı, Selçuk, Konya, (2007)
- [35] Larsen R. W.; “LabVIEW for Engineers”, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey, (2011)
- [36] “IMAQ Vision for LabVIEW™ User Manuel”, National Instruments, Austin, Texas, (2003)
- [37] http://www.detec.no/pdf/CBC/LC_LCH_kameraer-2.pdf (02.03.2012)
- [38] “IMAQ PCI/PXI™ – 1407 User Manuel”, National Instruments, Austin Texas, (1998)
- [39] “SIMATIC Text Display (TD) User Manual”, Siemens, Nürnberg, (2007)

- [40] Taşkın, S.: “MPS Modüler Üretim Sisteminin Bilgisayar Destekli Gerçek Zamanlı Kontrolü ve Teknik Eğitime Uygulanması”, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2007).
- [41] Tunçalp, K.: “MEKATRONİK: Makine ve Elektronik Mühendisliğinde Elektronik Kontrol Sistemleri”, 3. Baskı, Dahi Yayınevi, İstanbul (2009).

EKLER

EK-A

YAZILIMLAR

Deney seti için oluşturulan Labview programına ait tüm VI'lar CD'de verilmiştir.

EK- B

PLC PROGRAMI

Block: MAIN

Created: 06/01/2012 05:37:40 pm

Last Modified: 09/04/2012 12:26:04 pm

Network 1

```
LD    SM0.1
S      Alarm0_0:V46.7, 1
Symbol    Address    Comment
Alarm0_0  V46.7      Enable bit for Alarm 0
```

Network 2

```
LD    I0.2
O      F1:V57.0
=      M0.1
Symbol    Address    Comment
F1        V57.0      Symbol for keypad button 'F1' pressed (Momentary Contact)
```

Network 3

```
LD    M0.1
A      I0.3
S      Q0.1, 1
```

Network 4

```
LD    Q0.1
A      I0.4
EU
R      Q0.1, 1
S      M0.2, 1
S      Q0.2, 1
S      Alarm0_2:V46.5, 1
R      Alarm0_1:V46.6, 1
R      Alarm0_0:V46.7, 1
Symbol    Address    Comment
```

Alarm0_0	V46.7	Enable bit for Alarm 0
Alarm0_1	V46.6	Enable bit for Alarm 1
Alarm0_2	V46.5	Enable bit for Alarm 2

Network 5

LD M0.2
TON T37, 50

Network 6

LD I0.6
S M1.0, 1

Network 7

LDW>= T37, 20
AW<= T37, 50
A M1.0
S Alarm0_5:V46.2, 1
S M1.3, 1
R Alarm0_2:V46.5, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_2	V46.5	Enable bit for Alarm 2
Alarm0_5	V46.2	Enable bit for Alarm 5

Network 8

LD M1.3
TON T39, 30

Network 9

LD T39
R Alarm0_5:V46.2, 1
R M1.3, 1
S Alarm0_2:V46.5, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_2	V46.5	Enable bit for Alarm 2
Alarm0_5	V46.2	Enable bit for Alarm 5

Network 10

LDW>= T37, 20
AW<= T37, 50
AN M1.0

S Alarm0_6:V46.1, 1
 S M1.4, 1
 R Alarm0_2:V46.5, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_2	V46.5	Enable bit for Alarm 2
Alarm0_6	V46.1	Enable bit for Alarm 6

Network 11

LD M1.4
 TON T40, 30

Network 12

LD T40
 R Alarm0_6:V46.1, 1
 R M1.4, 1
 S Alarm0_3:V46.4, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_3	V46.4	Enable bit for Alarm 3
Alarm0_6	V46.1	Enable bit for Alarm 6

Network 13

LD M1.0
 A T37
 S Q0.1, 1
 R M0.2, 1
 S M0.3, 1
 R Q0.2, 1
 S Alarm0_1:V46.6, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_1	V46.6	Enable bit for Alarm 1

Network 14

LD T37
 AN M1.0
 S Q0.0, 1
 R Q0.2, 1
 R M0.2, 1
 S M1.2, 1

Network 15

LD Q0.1
A M0.3
A I0.5
R Q0.1, 1
S M0.4, 1
R M0.3, 1
R Alarm0_1:V46.6, 1
R M1.0, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_1	V46.6	Enable bit for Alarm 1

Network 16

LD M0.4
S Q0.0, 1
S Alarm0_3:V46.4, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_3	V46.4	Enable bit for Alarm 3

Network 17

LD M0.4
O M1.2
A I0.3
A Q0.0
S M0.5, 1
R Q0.0, 1
R M0.3, 1
R M0.4, 1
R Alarm0_3:V46.4, 1
S Alarm0_4:V46.3, 1
R M1.0, 1
R M1.2, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_3	V46.4	Enable bit for Alarm 3
Alarm0_4	V46.3	Enable bit for Alarm 4

Network 18

LD M0.5
TON T38, 50

Network 19

LD T38
S Q0.1, 1
R M0.5, 1
R Alarm0_4:V46.3, 1
Symbol Address Comment
Alarm0_4 V46.3 Enable bit for Alarm 4

Network 20

LD Q0.1
S Alarm0_1:V46.6, 1
R Alarm0_0:V46.7, 1
R Alarm0_2:V46.5, 1
R Alarm0_3:V46.4, 1
R Alarm0_4:V46.3, 1
Symbol Address Comment
Alarm0_0 V46.7 Enable bit for Alarm 0
Alarm0_1 V46.6 Enable bit for Alarm 1
Alarm0_2 V46.5 Enable bit for Alarm 2
Alarm0_3 V46.4 Enable bit for Alarm 3
Alarm0_4 V46.3 Enable bit for Alarm 4

Network 21

LD Q0.0
R Alarm0_0:V46.7, 1
R Alarm0_1:V46.6, 1
R Alarm0_2:V46.5, 1
Symbol Address Comment
Alarm0_0 V46.7 Enable bit for Alarm 0
Alarm0_1 V46.6 Enable bit for Alarm 1
Alarm0_2 V46.5 Enable bit for Alarm 2

Network 22

LDN I0.1
O F2:V57.1
O F3:V57.2
R Q0.0, 3
R M0.0, 6
S Alarm0_0:V46.7, 1
R Alarm0_3:V46.4, 3
R Alarm0_4:V46.3, 1
R M1.0, 1

Symbol	Address	Comment
Alarm0_0	V46.7	Enable bit for Alarm 0
Alarm0_3	V46.4	Enable bit for Alarm 3
Alarm0_4	V46.3	Enable bit for Alarm 4
F2	V57.1	Symbol for keypad button 'F2' pressed (Momentary Contact)
F3	V57.2	Symbol for keypad button 'F3' pressed (Momentary Contact)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yusuf Turgut
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmir / 26.05.1988
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta : turgut_mk@hotmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Elektronik Bölümü	Turgutlu Anadolu Meslek Lisesi	2006
Üniversite	Mekatronik Öğr.	Marmara Üniversitesi	2010

