

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRSEL FİNAL KALİTE KONTROL SİSTEMLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Deniz TOKLU

Anabilim Dalı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

Programı : KONTROL VE OTOMASYON MÜHENDİSLİĞİ

SUBAT 2006

GÖRSEL FİNAL KALİTE KONTROL SİSTEMLERİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Deniz TOKLU
(504021143)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Şubat 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 1 Şubat 2006**

**Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. M. Turan SÖYLEMEZ (İ.T.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Salman KURTULAN (İ.T.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. Osman Kaan EROL (İ.T.Ü.)**

ÖNSÖZ

Kalite kontrol günümüz üretim sektöründe gittikçe çok daha önemli olmaya başlamış durumdadır. Müşteriler her zaman ucuz fakat yüksek kalitede ürün talep ederler. Verimli ve başarılı bir üretim için imalatçılar mutlaka güçlü bir kalite kontrol sistemine itimat etmek zorundadırlar. Bu tür kalite kontrol sistemleri mevcut fabrika otomasyonuna adapte edilerek üretim hatlarında hatalı ürün ayıkma işlemi üretim hattında otomatikman yapılırken hatasız ürün ayrımı da engellenmektedir. İnsan gücüyle yapılan otomatik kalite kontrol sistemleri ile otomatik görsel kalite kontrol sistemleri karşılaştırılırsa günde yirmi dört saat durmaksızın çalışabilme, çok daha hızlı ve güvenilir sonuçlar elde etme gibi çok sayıda avantajları olduğu görülmektedir. Bunlara ek olarak otomatik kontrol sistemine eklenen bilgisayar kontrolüyle beraber bu tür sistemler imalatçılara istatistiksel proses kontrol sistemlerine kolay entegrasyon sağlamaktadır. Yapay görme (Machine Vision) tabanlı kontrol sistemleri modern kalite kontrol sistemlerinde gün geçtikçe daha çok ihtiyaç duyulan ve büyüyen bir rol oynamaktadır. Bu hızlı büyüme ve ihtiyaç nedenini açıklayan bir neden temassız kesin ölçme özelliği ve kompleks detay analizinin düşük maliyetli yapay görme sistemleri ile kolayca gerçekleştirilebilmesidir. Bu çalışmada, ülkemizde gittikçe artan otomatik yapay görme tabanlı kalite kontrol sistemlerinin incelenmesi ve bu konuda bir uygulama örneği Procter & Gamble ACE tesislerinde gerçekleştirilerek sistem tasarımı, kurulumu ve mevcut fabrika otomasyonu entegrasyonu yapılmış ve sistemin ilgili üretim tesisine getirdiği faydalar incelenmiştir.

Bu çalışmayı gerçekleştirmemdeki katkılarından ve yardımlarından dolayı Procter & Gamble ACE tesisi yetkililerine, bana sunduğu çalışma ortamı ve kaynaklardan dolayı E3TAM A.Ş. firmasına, çalışmamın hazırlanmasında bana destek olan, bilgi ve birikimini benimle paylaşan tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Turan SÖYLEMEZ'e, sabır ve desteklerinden ötürü aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

Aralık, 2005

Deniz TOKLU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Araştırması	1
1.3. Çalışmanın Amacı	4
1.4. Çalışmanın Kapsamı	4
BÖLÜM 2. SİSTEM TASARIMI	6
2.1. Giriş	6
2.2. Sistem Bileşenleri	6
2.2.1. Kamera	7
2.2.1.1. Kamera Çeşitleri ve Kullanım Alanları	7
2.2.1.2. Yeni Nesil Akıllı Kameralar	8
2.2.2. Lens	8
2.2.3. Görüntü Toplama Kartı	10
2.2.3.1. Görüntü Toplama Kartı Çeşitleri	10
2.2.4. Aydınlatma Sistemleri	10
2.2.5. Sistem Bilgisayarı	12
2.3. Görüntü İşleme Yazılımları	12
2.4. Uygulama Projesi Donanım Seçimi	13
2.4.1. İhtiyaçların ve İsteklerin Belirlenmesi	13
2.4.1.1. Üretim Tesis İhtiyaçlarının ve Yetkili İsteklerinin Belirlenmesi	13
2.4.1.2. Kalite Kontrolü Yapılacak Ürün Özelliklerinin incelenmesi	15
2.4.2. Sistem Bileşenlerinin Seçimi ve Sistem Tasarımı	16
2.4.2.1. Kamera Seçimi	17
2.4.2.2. Tetikleme Sinyali	18
2.4.2.3. Elektriksel Bağlantı Şemaları	19

BÖLÜM 3. GÖRÜNTÜ İŞLEME YAZILIMI	20
3.1. Giriş	20
3.2. Kullanılan Görüntü İşleme Programı FrameWork	20
3.3. Kullanılan Görüntü İşleme Operasyonları	21
3.3.1. Kullanılan Görüntü Ön İşleme Algoritmaları	22
3.3.1.1. Genleşme Süzgeci	22
3.3.1.2. Kemirme İşlemi	23
3.3.1.3. Açma ve Kapama İşlemleri	24
3.3.2. Kullanılan Görüntü İşleme Algoritmaları	26
3.3.2.1. Eşikleme	26
3.3.2.2. Gri Ton Histogramı	26
3.3.2.3. Ayrıt Sezimi	26
3.4. Uygulama İçin Geliştirilen Kontrol Algoritması	30
3.4.1. Uygulama İçin Geliştirilen Kontrol Algoritması Ana Yapısı	30
3.4.2. Analiz İşlemleri	33
3.4.2.1. Referans Noktasının Elde Edilmesi	33
3.4.2.2. Etiket Pozisyon ve Kayıklık Kontrolü	34
3.4.2.3. Etiket Var-Yok , Doğruluk ve Deformasyon Kontrolü	36
3.4.2.4. Etiket Yapışma Kontrolü	38
3.4.2.5. Kapak Var-Yok ve Pozisyon Kontrolü	39
3.4.2.6. Kontrolü Yapılacak Ürün Olmama Durumu	40
3.4.3. Hatalı Ürünün Hattan Ayrılması İşlemi	42
BÖLÜM 4. KULLANICI ARAYÜZÜ	43
4.1. Giriş	43
4.2. Labview Yazılım Geliştirme Ortamı	43
4.3 Kullanıcı Arayüz Programı Blok Diyagramının Oluşturulması	45
4.3.1. Seçilen Ürün Bilgisinin ve Ürün Parametrelerinin Siteme Yüklenmesi	46
4.3.2. Kameradan Görüntülerinin Kullanıcı Arayüzünde Görüntülenmesi	50
4.3.3. Kameradan Analiz Sonuç Değerlerinin Alınması ve Görüntülenmesi	51
4.3.4. Kullanıcı Arayüzünden Yazmaç Değerlerinin Değiştirilmesi	53
4.3.5. Alınan Analiz Sonuç Değerleri ile İstatistikel Sonuçların Çıkarımı	54
4.4. Kullanıcı Arayüz Ön Panelinin Oluşturulması	56
4.4.1. Göstergeler	57
BÖLÜM 5. SONUÇLAR, GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER	60
5.1. Sistem Tasarımı Esnasında Karşılaşılan Zorluklar ve Öneriler	60
5.2. Genel Değerlendirme ve Sonuçlar	61
KAYNAKLAR	62

EK-A	64
EK-B	75
ÖZGEÇMİŞ	80

KISALTMALAR

THF	: Tetrahidrofuran
LALGN	: Etiket hiza parametresi
LTPOS	: Etiket üst pozisyon parametresi
LBPOS	: Etiket alt pozisyon parametresi
TOL	: Tolerans
LGLUE	: Etiket yapışkan kontrol parametresi
LINT	: Etiket yüzey kontrol parametresi
CPOS	: Kapak pozisyon parametresi
CINT	: Kapak kontrol parametresi
CREF_RTOL	: Şişe sağ kenar yakalama referansı
COR1HOR	: Alt köşe noktasının bulunması için yatay eksen bulma
COR1VER	: Alt köşe noktasının bulunması için düşey eksen bulma
COR1	: Alt köşe noktası
COR2HOR	: Üst köşe noktasının bulunması için yatay eksen bulma
COR2VER	: Üst köşe noktasının bulunması için düşey eksen bulma
COR2	: Üst köşe noktası
CAP	: Kapak yakalama
GLUEREFF	: Etiket yapışma noktası referansı
GLUE	: Etiket yapışma yüzeyi ölçümü
CAPINT	: Kapak alan ölçüm parametresi
LABELINT	: Etiket yüzey ölçümü
SCR	: Karar yazılımı
CREF	: Şişe orta nokta referansı
CREFLTOL	: Şişe sol kenar yakalama referansı
BOT1	: Etiket alt kenar bulma alanı 1
BOT2	: Etiket alt kenar bulma alanı 2
TOP1	: Etiket üst kenar bulma alanı 1
TOP2	: Etiket üst kenar bulma alanı 2

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : 1,1Lt ürün resmi.....	16
Şekil 2.2 : 2,75Lt ürün resmi.....	16
Şekil 2.3 : 2,75Lt ürünler için önceden belirlenmiş tetikleme açıları.....	18
Şekil 2.4 : 1,1Lt ürünler için önceden belirlenmiş tetikleme açıları.....	19
Şekil 3.1 : Framework kullanıcı arayüzü.....	20
Şekil 3.2 : Genleşme süzgeci uygulanmış ikili imgede oluşan değişim.....	23
Şekil 3.3 : Kemrime işlemi uygulanmış ikili imgede oluşan değişim.....	24
Şekil 3.4 : Açma işlemi uygulanmış ikili imgede oluşan değişim.....	25
Şekil 3.5 : Kapama işlemi uygulanmış ikili imgede oluşan değişim.....	25
Şekil 3.6 : 3x3 pikselden oluşan imge bölgesi.....	28
Şekil 3.7 : Roberts.....	28
Şekil 3.8 : Perwitts.....	28
Şekil 3.9 : Sobel.....	29
Şekil 3.10 : 1,1Lt ürün resmi.....	30
Şekil 3.11 : 2,75Lt ürün resmi.....	30
Şekil 3.12 : 1,1Lt farklı etiketli ürün resmi.....	31
Şekil 3.13 : 1,1Lt üründe referans noktası.....	33
Şekil 3.14 : 1,1Lt üründe kenar çizgileri bulma alanları.....	34
Şekil 3.15 : Kemrime operatörü uygulanmadan elde edilen kenar çizgisi.....	35
Şekil 3.16 : Kemrime operatörü uygulanmışken elde edilen kenar çizgisi.....	35
Şekil 3.17 : Etiket pozisyon hatası bulunan ürün örneği.....	36
Şekil 3.18 : Eşikleme işlemi yapılmış etiket bölgesi.....	37
Şekil 3.19 : Etiket yüzey hatası olan ürün örneği.....	38
Şekil 3.20 : Etiket yapışma alanı kontrolü.....	38
Şekil 3.21 : Hatalı yapışma.....	39
Şekil 3.22 : Kapak pozisyon kontrolü.....	39
Şekil 3.23 : Kapak alanı kontrolü.....	40
Şekil 3.24 : Şişe olmama durumu.....	41
Şekil 3.25 : Şişe belirleme alanı.....	42
Şekil 4.1 : Labview önpanel ve blok diyagram paneli.....	44
Şekil 4.2 : Veri tabanından parametrelerin okunması ve gönderime hazırlanması.....	46
Şekil 4.3 : Konfigürasyon bilgisi açma işlemcisi.....	47
Şekil 4.4 : Dizgi okuma işlemcisi.....	47
Şekil 4.5 : Dizgi-tamsayı dönüştürme işlemcisi.....	47
Şekil 4.6 : DVT 3246 portunu açılması.....	47
Şekil 4.7 : Kameraların aktif ve inaktif konuma getirilmesi.....	48
Şekil 4.8 : Verilerin gönderilmesi.....	49
Şekil 4.9 : Verilerin yazmaçlara yazdırılması.....	49
Şekil 4.10 : Ana programda veri yükleme bölümü.....	50
Şekil 4.11 : Kamera görüntüsünün aktarımı.....	51

Şekil 4.12	: Kamera görüntüsünün kullanıcı arayüzünde görüntülenmesi.....	51
Şekil 4.13	: Kamera yazmaçlarından veri okuma işlemi.....	52
Şekil 4.14	: Kamera yazmaçlarından alınan değerlerin görüntülenmesi.....	53
Şekil 4.15	: Parametrelerin değiştirilmesi ve saklanması.....	54
Şekil 4.16	: Parametrelerin veri tabanına kaydedilmesi.....	54
Şekil 4.17	: İstatistiksel verilerin elde edilmesi.....	55
Şekil 4.18	: İstatistiksel verilerin grafik ekranında gösterimi.....	56
Şekil 4.19	: Kullanıcı arayüz önpaneli.....	57
Şekil 4.20	: Sayaçlar.....	58
Şekil 4.21	: İstatistiksel grafik ekranı.....	58
Şekil 4.22	: Parametre göstergeleri.....	59
Şekil 4.23	: Kamera durum göstergeleri.....	59
Şekil 4.24	: Analiz sonuç göstergeleri.....	59

SEMBOL LİSTESİ

D	: Cisim ile mercek arası uzaklık
d2	: Mercek ile görüntü arasın uzaklık
d1	: CCD ile mercek arası uzaklık
FOV	: Görüntü alanı
f	: Mercek odak uzaklığı
V	: Cisim yükseklik ölçüsü
v	: İmge yükseklik ölçüsü

GÖRSEL FİNAL KALİTE KONTROL SİSTEMLERİ

ÖZET

Bu çalışmada, üretim hatlarında gün geçtikçe önem kazanan kalite standartlarının yakalanmasında etkin rol oynayan yapay görme tabanlı görsel final kalite kontrol sistemleri açıklanmış, bu tür sistemlerin tasarım aşamaları açıklanarak uygulama açısından en uygun sistemin nasıl tasarlanabileceğinin üzerinde durulmuş, bu tür sistemlerde kullanılan yapay görme veya makine görme olarak adlandırılan teknik açıklanarak başarılı bir yapay görme sisteminin baştan sona tüm basamakları incelenmiştir. Bu tür kalite kontrol sistemlerinin üretici firmaya kazandırdığı avantajlar belirlenerek sonuçları tartışılmıştır.

Endüstride her üretici kalite kontrol işlemine ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde halen ülkemizde bu işlemler insan faktörüne bağlı çözümlerle yapılmaya devam edilmesine karşın özellikle yüksek hızlı, fazla fiziksel özellikteki sürekli üretim hatlarında kullanılması en uygun çözüm yapay görme tabanlı sistemlerdir.

Bir yapay görme tabanlı kalite kontrol sistemi yazılım ve donanım açısından iki bölümden oluşmaktadır. Özellikle bu tür sistemlerde uygun donanım seçimi sistem performansını ve yazılım kolaylığını birebir etkilemektedir. Bu neden ile bu tür yapay görme tabanlı sistemlerin tasarımında ilk önce bilinmesi gereken donanım detaylarıdır ve uygulamaya göre kamera, lens, aydınlatma sistemi gibi en uygun donanım konfigürasyonunun çıkartılması gerekmektedir. Donanım seçimlerinde yapılacak hatalar, kullanılacak yazılım kabiliyeti ne kadar üstün olursa olsun göz ardı edilemeyecek boyutlarda sonuçlar doğurabilir.

Bu çalışma içerisinde anlatılan tüm detaylar ve özellikler ışığında Procter & Gamble ACE üretim tesislerinde tesis ihtiyaçlarına ve kullanıcı isteklerine bağlı kalınarak uygulama projesi gerçekleştirilmiş ve sistem tasarımı ve kurulum basamakları anlatılmıştır.

Uygulama projesinde geleneksel yöntemler dışında sistem performansını oluşabilecek tüm olumsuzluklara rağmen en üst seviyede tutacağı ve tesisteki tüm olumsuz ortam koşullarından zarar görmeden geleneksel yöntemlere nazaran çok daha uzun ömürlü olacağı tespit edilen endüstriyel akıllı kamera sistemi kullanılmıştır. Geleneksel yöntemlere nazaran yeni nesil sistemlerin avantajları ve dezavantajları incelenmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda görsel final kalite kontrol sistemlerinin nasıl geliştirilebileceği ve kontrol sistemlerine robot kontrol opsiyonlarının eklenmesi konusunda çalışılmalıdır.

Yapılan bu çalışma yapay görme teknolojisi ve endüstriyel kullanım alanları konusunda çalışan araştırmacılara bir kaynak olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Makine görme, kalite kontrol sistemleri, makine görme tabanlı ölçüm, akıllı endüstriyel kameralar, Labview uygulamaları.

VISUAL QUALITY CONTROL SYSTEMS

SUMMARY

In this study, the machine vision based systems used for achieving quality control standards which are getting more important day by day for production lines are explained. How a system like this can be designed is discussed, giving information on machine vision technologies that are used for quality control systems and study on the steps for successful machine vision system are studied. The advantages of these visual quality systems for the manufacturers are also determined and discussed.

Human based solutions are still being used almost all manufactures need visual final quality control systems. Although in our country for such processes, for the high speed lines and for the products that have complex physical features at continuous production lines machine vision based systems are the best choices.

A machine vision control system can be separated into two sections as software and hardware. Especially in these kind of systems hardware selection process is very critical for system performance and software development complexity. That's why at the beginning of designing such systems it is important to have good knowledge about hardware choices and form the most compatible hardware configuration for the application such as camera, lens and lightening equipment. By using powerful software and strong techniques, wrong choices for hardware selection can not be tolerated.

The details of this project are materialized at Procter & Gamble ACE production foundation considering the actual demands of the factory and customer requirements. All the steps of designing and installing the system are explained.

In the project instead of traditional hardware and techniques, new generation intelligent industrial cameras are used to prevent the system performance at the highest level against all negativeness of foundation and environmental conditions the endurance of the new generation system is determined to be better in comparison to classic design. At last the advantages and disadvantages of the new generation and traditional choices are discussed.

This topic mentioned in this study about using machine vision technologies for final quality control applications are more effective rather than human beings or the other techniques.

This study can be a source of information for the people who will use or study about machine vision techniques and its usage at industrial applications.

Keywords: Machine Vision, Quality Control Systems, Machine Vision based measurement, intelligent industrial cameras, Labview applications.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1 Giriş

Günümüzde yaşanan hızlı rekabet şartları bir ürünün satışında Fiyat-Performans ilişkisini, üretiminde ise maliyet ve kalite ilişkisini sürekli ön planda tutmaktadır. Bir diğer deyişle endüstriden istenen düşük maliyetle üretime karşılık yüksek ürün kalitesidir. Modern üretim endüstrilerinde üretilen her ürün başlangıcından son kullanıcıya ulaşana kadar oldukça çeşitli süreç ve kontrollerden geçirilir. Bu yollarla yaratılan iyi bir tasarım kalitesine paralel olarak test, ölçüm ve otomasyon teknolojileri üretim süreci boyunca vazgeçilemez uygulamalardır. Bu sürecin adına genel tanımıyla endüstriyel otomasyon denmektedir. Bilgisayar tabanlı test, ölçüm ve otomasyon sistemlerinin ayrı olarak ya da birlikte bir tümleşik sistem olarak kullanılmasıyla üretimde verimlilik ve kalite yükseltilmekte, maliyet giderleri azaltılarak rekabet gücü arttırılmaktadır. Günümüzde kalitenin tanımı evrenseldir ve bunun doğal sonucu olarak üretim standartları da evrenselleştirilmiştir. Amaç son kullanıcı diye tanımlanan tüketiciyi tatmin etmek ve korumaktır. İşte bu nedenle endüstriyel üretim sistemlerinde bir dizi kalite standartları getirilmiştir. Türkiye’de TSE’nin şartlarına ilave olarak dünyada ortak bir standart olan ve ISO kalite güvence standardı diye bilinen koşullar bulunmaktadır. Bu standardizasyonlar çoğu kez modern test ve ölçüm teknolojileri olmadan uygulanamazlar [1].

Bugün bu tekniklerden en popüler olanı makine görme ya da diğer adıyla görüntü tanıma teknolojisidir. Bu süreç çok kaba olarak, üretilen her ürünün istenen ya da planlanan fiziksel özelliklerle uyumunun karşılaştırılması şeklinde tanımlanabilir. Bu tekniğin en yaygın uygulama alanlarından biri final kontrol denilen süreçtir ve ürünün paketlenme, ambalajlama safhasını da içine alabilen bir üretim aşamasıdır. Genelde bazı küçük işletmelerde ya da modernize edilmemiş üretimlerde bunu sağlamanın en basit yolu insanın algılama, dikkat ve hafıza özelliklerinden yararlanmaya yönelik emek yoğun bir yöntemle olmaktadır. Bu durum özellikle bazı üretimler için rekabet, kozmetik, maliyet ve kalite organizasyonu gibi faktörler

açısından pek istenmez. Ayrıca fiziksel detayların fazla olduğu ve üretim hızının da yüksek olduğu üretim bantlarında bu tip bir kontrol imkansızlaşır. Ancak elbette unutulmamalıdır ki insan emeğine alternatif olarak bu gün ulaşılan en yeni teknolojik buluşlarla bile bir insanın yapabildiklerinin yalnızca çok sınırlı bir bölümü gerçekleştirilebilir. İnsan beyni değişik nesneleri farklı koşullarda rahatlıkla ayırt edebilir (Rus bilim adamı P.Anokhin, bir insanın yaşamı boyunca 1 saniyede 7 farklı nesneyi öğrenebildiğini ispatlamıştır). Ancak bu biyolojik özelliğimiz her insanda farklı olabilen alt kültür, ekonomik yapı, dikkat ve hafıza gibi biyolojik niteliklere, coğrafi ve çalışma ortamı koşullarına, ve nihayet motivasyon gibi faktörlere bağlı olarak sınırlı kalmaktadır. Endüstrileşmiş ülkelerde bu konuda yapılan bilimsel araştırmalarda gözle kontrol yapan bir insanın ortalama bir dikkatle işe olan konsantrasyonunun yaklaşık 2.5 - 3 saatle sınırlı olduğu saptanmıştır. Bu hesaba göre her bir üretim bandı ve aynı tip ürün için bu çeşit bir kontrolde günlük ortalama 2-3 kişilik insan gücüne ihtiyaç duyulacaktır. Her ne kadar bazı işletme kollarında bu tür işçilikler ucuz olsa da bu durum orta ve uzun vadede üretim maliyetlerini artırır. Üstelik gözle kalite kontrol her üretim ve işletme için hedeflenen ideal hata yüzdesini de sıfıra yaklaştıramaz. İlaç gibi kritik ve elektronik sanayi gibi pahalı üretim süreçlerinde insan gözü ile kontrole güvenilemez. Bu sebeple makine görme veya diğer adıyla görüntü tanıma kontrol sistemleri tekrarlanabilir güvenilirlik ve hassaslığın önemli olduğu uygulamalarda sıklıkla ve güvenle kullanılmaktadır. Daha önce söylendiği gibi kontrol işleminin gerçekleştirilmesi sırasında ne amaçla ve ne yapması istendiğinin doğru saptanması sistemden beklenen başarının tanımı açısından son derece önemlidir.

1980'lerin başlarında ilk görme sistemleri uygulama alanı bulmaya başladığında bu gelişme yüksek kurulum maliyetleri ve esnek olmayan tasarımlarla gölgelenmişti. Bu işlemler yalnızca görüntü işleme konusunda uzman sistem mühendisleri tarafından ve sadece OEM ürünlerin kullanımıyla ve birkaç kısıtlı uygulama için mümkün olmaktaydı. Yüksek matematik ağırlıklı mühendislik bilgisine haiz uzmanların bu tür sistemleri kurmaları hem uzun zaman almakta hem pahalı olmakta ve sonrasında sürekli bakım gerektirmeleri birer olumsuzluk olarak nitelenmekteydi. Yeni ürün tanımlamaları veya üretim hattı değişikliklerine uyum sağlamak için yapılan düzenlemeler ise çoğu zaman uzayıp giden üretim aksaklıklarına sebep olmaktaydı. Bugün bilgisayar teknolojisinde yaşanan son

gelişmeler, bütün bu olumsuzlukların değişmesine neden olmuştur. Yüksek performanslı Pentium işlemcilerin neredeyse her gün yeni bir gelişme göstermesi, bilgisayar tabanlı makine görüş sistemlerinin gereksindiği işlem hızını fazlasıyla sağlamaktadır. PCI veri yolunun ortaya çıkmasına paralel olarak yüksek teknolojiye dayalı yeni jenerasyon “Görüntü Yakalama” kartlarının geliştirilmesiyle daha önce mümkün olmayan veri iletişim hızları olanaklı hale gelmiştir. Son olarak 32-bit Windows işletim sistemi de esnek bir kullanıcı ara birimine sahip standart yazılım geliştirme ortamını sağlamaktadır . Bütün bu gelişmeler sonucu sistemin kurulması her ne kadar genelde yüksek matematik bilgisi ve uzmanlık gerektirse de, esnek, hızlı, düşük maliyetli, bilgisayar tabanlı, çok fonksiyonlu; endüstriyel ve bilimsel amaçlı makine görüş sistemlerinin gerçekleştirilmesi olanaklı hale gelmiştir. Artık standart bilgisayarlarda endüstriyel ve bilimsel imgeleme işlemlerini gerçekleştirmek hala sofistike bir işlem sayılsa da eskisi kadar zorluk ve olumsuzluklar içermemektedir [2].

1.2 Literatür Araştırması

Endüstride yapay görme, inceleme ve analiz işlemini kamera ve görüntü işleme yazılımını kullanarak fabrika otomasyonunda kullanılan bir bilgisayar görme uygulamasıdır. Bir yapay görme sistemi temel olarak bir görüntü üzerinde yapılan analizler neticesinde karar veren bir bilgisayar sistemidir. Genellikle yüksek hız ve yüksek doğruluk gerektiren insan gözünün kullanılamayacağı uygulamalarda tercih edilirler [3].

Üretim sektöründe özellikle paketleme safhasında üreticiler günümüzde yoğunlaşılacak güçlü yapay görme çözümleri kullanarak paketleme kalitesini artırmak ve piyasaya hatalı ürün gönderme riskini tamamen ortadan kaldırmayı amaçlamaktadırlar. Ayrıca bu sistemler kullanılarak üretim hatlarında insan gücü ile yapılan kalite kontrol çalışmalarının ürün hattını yavaşlatmasını ortadan kaldırarak tüm üretim hattı performansını artırmayı amaçlamaktadırlar [4].

Yeni nesil bilgisayardan bağımsız yapay görme sistemleri özellikle sisteme bilgisayar entegre etmek istenilmeyen uygulamalarda yapısal olarak küçüklüğü, eş zamanlı çalışan programlama mantığı sayesinde yüksek hızda analiz yeteneği, kullanım kolaylığı ve endüstriyel şartlarda dayanıklılık nedeni ile daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Bu tip sistemlerde genellikle bulunan geniş dijital giriş

çıkış opsiyonları ve hazırda bulunan haberleşme portları sayesinde endüstride çoğunlukla ihtiyaç duyulan diğer birçok otomasyon aygıtına ve mevcut sistemlere kolay bağlantı sağlarlar. Fakat geleneksel bilgisayar tabanlı sistemlere nazaran limitli işleme yeteneğine sahiptirler [5].

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, üretim sektöründe gittikçe daha çok gereklilik haline gelen yapay görme tabanlı görsel final kalite kontrol sistemleri incelenmiştir. Bu bakış açısıyla tasarlanan ve Procter&Gamble ACE üretim tesislerinde gerçekleştirilen yapay görme tabanlı görsel final kalite kontrol sistemi mevcut paketleme hattı etiket makinesi içine adapte edilerek öncelikle çamaşır suyu şişelerinin şişe, etiket ve kapak detaylarının yapay görme teknolojisi kullanılarak incelenmesi ve hatalı olan ürünlerin sevkini engellemesi için tasarlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, bu bakış açısıyla tasarlanan ve kurulan sistemde başta geleneksel görüntü işleme sistem bileşenlerinin mevcut fiziksel koşullar nedeni ile kullanılamadığı ortamlarda yeni nesil akıllı kamera olarak adlandırılan bileşenlerin çoklu halde kullanılarak üretim hattında tam ve eş zamanlı otomasyona geçer ek üretim hattındaki tüm insana bağımlılık engelini kaldırmak ve üretim hattının tüm performans analizini otomatikman kalite kontrol aşamasında yaparak istatistiksel tüm verileri yetkililere otomatik olarak sunmaktır.

1.4. Çalışmanın Kapsamı

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. BÖLÜM 1’de, çalışma hakkında genel bilgiler, çalışmanın amacı ile kapsamı hakkında görüş ve düşünceleri aktaran bir giriş bölümü yer almaktadır.

BÖLÜM 2’de, yapay görme tabanlı görsel final kalite kontrol sistemleri ana yapısı ve geleneksel ve yeni nesil donanım ve görüntü işleme yazılımları sınıflandırılarak açıklanmıştır. Uygulama örneğinde sistem tasarımı, bileşen seçimi ve uygulama örneğinin özellikleri açıklanmıştır.

BÖLÜM 3'te, Uygulama örneğinde tasarlanan yapay görme tabanlı kalite kontrol sisteminde yapılan görsel kontrol algoritmaları ve bu algoritmaların detayları açıklanmıştır. Ayrıca tasarlanan sistemin mekanizması detaylandırılarak açıklanmıştır.

BÖLÜM 4'te, Tasarlanan ve gerçekleştirilen sistemde gerçekleştirilen kullanıcı ara yüzünün hazırlandığı LabVIEW programının açıklaması yapılmış, kurulan algoritma açıklanarak bilgisayarsız çalışan akıllı kameralar ile entegrasyonu ve haberleşme yapısı açıklanmıştır. Hazırlanan kullanıcı ara yüzünün üreticiye getirdiği yararlar ve kolaylıklar detaylandırılarak açıklanmıştır.

BÖLÜM 5'te, Elde edilen sonuçlar ve yapılan performans testlerini açıklanarak sistemin üretici firmaya kazandırdığı avantajlar açıklanmıştır.

BÖLÜM 2. SİSTEM TASARIMI

2.1. Giriş

Sekiz bitlik bir çözünürlükte ve 512x512 piksel formatında alınan resim görüntüleri 30 resim/s tarama için diskte büyük yer kaplar ve bunun işlenmesi CPU da çok uzun hesaplama zamanı gerektirir. İşte bu sebeple görüntü işleme tekniklerinin endüstride bire bir kullanımı imkansızlaşır. Zira endüstriyel uygulamalarda kontrol hızı kritiktir ve çok kısadır. Bu ve benzer diğer nedenlerden dolayı resmin yalnızca gerekli olan bölümü kontrol edilir. Bu tekniğin adı SME tarafından makine görme yada yapay görme olarak adlandırılmıştır. Görüntü işleme ve makine görme terminolojilerinin arasındaki ana fark budur [6]. Makine görüş sistemlerinin kullanım alanları çok farklı olabilir. Bu nedenle kullanılan sistem bileşenleri de her uygulamaya özel olarak değişiklikler göstermektedir. sistemin kalitesi ve gücü seçilen sistem bileşenlerinin ayrı ayrı ve yeterince güçlü olmalarıyla doğrudan orantılıdır. Seçimde yapılacak herhangi bir hata, özellikle uygulanması kolay gibi gözüken optik ve görüntüleme yolunda, sistemin etkinliğinin büyük oranda azalmasına neden olacaktır. Bu nedenle malzemeleri tasarım aşamasında sınıflara ayırmak ve ayrı ayrı ele alarak ama mutlaka tümleşik bir yapı içinde tasarlamak gereklidir. Her malzemenin seçimi bir diğerinin seçimiyle doğrudan bağıntılıdır. Bir makine görüntü sistemi yalnızca en zayıf olan bileşeni kadar iyidir ve aldığı bilgi kadar hassastır. Sistemi doğru kurmak için analiz aşamasında harcanacak emek ve zaman verimli çalışan sorunsuz bir görüntü kontrol sistemiyle sonuçlanacaktır. Bir konuda yapılacak bir yanlışlık tasarlanan sistemde verimin düşmesine yol açacaktır.

2.2. Sistem Bileşenleri

Endüstride pek çok farklı kullanım alanı bulan Yapay Görme sistemleri, kullanım amacına göre malzemelerde de farklılıklar gösterir. Ancak gene de her tip uygulama için genel bir malzeme sınıfını tanımlamak mümkündür. Bu öğelerin her biri tasarım

aşamasında son derece önemlidir. Her uygulama tipi ve beklenen farklı kabiliyet için bu bileşenler çeşitli özelliklerde seçilir. Örneğin genel olarak ürüne bakılma uzaklığı merceğin seçiminde; ürünün ölçüsü ve akış hızı kameranın ve bilgisayar seçiminde; cismin geometrisi ışıklandırmanın tasarımında büyük önem taşır.

Tasarlanan en mükemmel yapay görme sistemi bile yalnızca programlandığı kadar iyi ve bileşenleri kadar mükemmel bir performansta çalışabilir [1].

2.2.1. Kamera

2.2.1.1. Kamera Çeşitleri ve Kullanım Alanları

Görüntüleme performansı kamera karakteristiklerinin sistem ihtiyaçları ile ne kadar örtüştüğü ile belirlenir. Kamera seçiminde bir çok etken vardır. Özellikle belirlenmesi gereken detaylar vardır.

Analog kameralar dijital kameralara göre daha düşük maliyete sahip olmasına nazaran çözünürlük, görüntü toplama hızında esneklik ve gürültü etkeni olarak dijital kameralardan çok daha zayıftırlar. Analog kameralar özellikle hızlı görüntü toplanması gereken uygulamalarda kullanılamazlar.

Kameralar Renkli yada Siyah Beyaz sinyal üretebilirler. Bu konudaki seçim tamamen uygulama detaylarına ve işlenecek görüntüye bağlıdır. Analog sinyale renk bilgisi eklenerek siyah beyaz sinyalden komposit renkli sinyal elde edilebilir. RGB renkli sinyaller üç renkli panelden alınan üç sinyalin birleşmesi ile elde edilir. RGB renkli sinyalleri çok daha doğruluğa sahiptir fakat üç kanal girişi ihtiyaç duyarlar.

Alan tarama kameralar görüntü yakalamak için iki yönlü dizi sensöre sahiptirler. Her tür uygulamada kullanılabilirler. Çizgi tarama kameralar ise bir dizi sensöre sahiptirler ve her taramada sadece bir çizgi görüntü sağlayabilirler. Hareketli sistemlerde kullanılabilirler.

Görüntü toplama hızı olarak analog kameralar standart olarak RS-170 veya NTCS çıkışlı kameralarda 30 görüntü/s, CCIR yada PAL çıkışlı kameralarda ise 25 görüntü/s'dir. Dijital kameralar analog kameralara oranla çok daha hızlı görüntü toplama hızına sahip olabilirler. Görüntü toplama hızı uygulamalarda kullanılacak kameralar için belirleyici bir özellik olup uygun görüntünün yakalanabilmesi için önem taşımaktadır.

Kamera seçiminde diğer bir özellik çözünürlüktür. Yüksel piksele sahip kameralar yüksek çözünürlüğe sahip anlamına gelmektedir. Analizde detayların yakalanabilmesi ve istenilen analize uygun görüntü yakalanabilmesi için çözünürlük bir numaralı özelliktir [7].

2.2.1.2. Yeni Nesil Akıllı Kameralar

Geleneksel kameralardan alınan görüntünün bilgisayara aktarılıp işlenebilmesi için görüntü yakalama kartı denilen bir ara yüz kullanılmaktadır. Yeni nesil olarak ortaya çıkan akıllı endüstriyel kameralar ise görüntü toplama işleme ve analiz sonucunda karar verme işlemini hiç bir bilgisayar bağlantısına gerek olmadan görüntü yakalama kartına ihtiyaç duymadan kendi üzerinde bulunan mikroçipte yapmaktadır.

Bu tür kameralar için genellikle daha önceden üretici firma tarafından hazırlanmış kendine özgü Windows tabanlı program geliştirme platformu bulunmaktadır ve fabrika çıkışı bu program yüklenmiş olarak piyasaya sürülmektedirler.

Kendine uygun program tarafından tasarlanan analiz ve karar algoritmaları kamera üzerine harici bir bilgisayar bağlantısı ile yüklenerek çalışmaya hazır hale getirilirler.

2.2.2. Lens

Yazılım ve donanım özellikleriyle veya sadece kameraların özellikleriyle görüntü kalitesi ancak bir yere kadar iyileştirilebilir. Bu aşamada uygun mercek seçilmesi büyük önem taşır ve sistemin kalitesini belirleyen çok önemli özelliktir. Günümüzde kullanılan çoğu lensler güvenlik amaçlı uygulamalar için tasarlanmışlardır ve bazen endüstrinin kısıtlı uygulamalarına cevap verebilirler. "Standard merceklerde boşlukların hesabı yapıp sabitlenerek odaklamaları yapılır. Kısa mesafede odaklanabildikleri zaman üretim hattı boyunca doğru ve esnek çalışmayı sağlarlar. Bazı firmalar sanayi uygulamalarında kullanılmak üzere özel tasarlanan Çift Gauss Makro görüntüleme lensleri üretmektedirler. Ayrıca uygulamanın şekline göre kalitenin korunmasına yönelik özel filtre mercek kullanılması gerekebilir. Yapay görme sisteminde hangi merceklerin kullanılacağıının belirlenmesi bir dizi hesaplama sonucu bulunur. Bu hesaplama çok kısaca aşağıda belirtilmiştir.

Bir cismin görüntüsünün doğru olarak algılanabilmesi için merceğin görme açısının doğru olarak bilinmesi önemlidir. Görme açısı, kameradaki görüntü boyutu ve merceğin odak uzaklığıyla değişir. (2.1)’de verilen formül Odak uzaklığının görüntüyü kapsaması için kullanılır. Denklem (2.1)’de kullanılan f, odak uzaklığı bir merceğin seçiminde en önemli parametredir. Denklem (2.1)’de f mercek odak uzaklığını, V cisim yükseklik ölçüsünü, v imge yükseklik ölçüsünü, D cisim ile mercek arası uzaklığı göstermektedir.

$$f = v \times \frac{D}{V} \quad (2.1)$$

Odak uzaklığı kısa olan merceklerle geniş görme açısı, uzun odak uzaklığı olan merceklerle ise dar bir görüş açısı sağlanır. Uzak mesafelerden görüntü almak için kullanılan bu mercekler genel olarak telefoto objektif ya da telesentrik mercek denir. Görece bir odak uzaklığına sahip olan normal bir görüş açısı çıplak gözle görülebilen açıdır ve görülmesi istenen imge ya da cismin köşeden köşeye olan uzaklığına eşittir. Mercek üreticileri farklı değerlere sahip odak uzaklığında çeşitli mercekler üretmektedirler. Bu nedenle hesaplanan odak uzaklığına aynen uyan bir mercek bulunması zordur. Bu durumda yapılacak seçimde hesaplanan f değerine en yakın büyüklüğe sahip mercek seçilmelidir.

Son olarak odak uzaklığı bilinen merceğin sahip olduğu f değerine göre CCD mercek arası ve mercek ile cisim arası mesafeler (2.2)’deki formüle göre hesaplanır. Formülde, d2 mercek ile görüntü arasın uzaklığı, d1 CCD ile mercek arası uzaklığı, FOV görüntü alanını göstermektedir.

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{FOV}{A} \quad (2.2)$$

$$d_2 = f \left(1 + \frac{FOV}{A} \right) \quad (2.3)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \quad (2.4)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_2} \left(1 + \frac{FOV}{A} \right) \quad (2.5)$$

Bu parametre dışında, kullanılan kameranın CCD boyutları kameranın görüş açısını, dolayısıyla da alınacak görüntünün mercekle bağlantılı olarak görece boyutunu belirleyecektir. Bu sayede incelenmesi istenen cisme daha yakından bakarak daha geniş bir alanın incelenmesi mümkün olur. Böyle bir durumda en önemli avantaj yerden tasarruf etmek ve daha hassas bir görüntü kalitesi elde etmek olacaktır. Bu arada unutulmamalıdır ki CCD boyutları büyük olan kameralar oldukça pahalıdır ve bazen gereksiz yere maliyetin artmasına ve alınan görüntünün işlem zamanının uzamasına sebep olabilir. Ayrıca bu tip bazı kameralarda ısınma problemlerinin çözümü ayrı bir işlem gerektirir. Bu arada seçilen merceğin kameraya takılmasını uygunlaştıran ara parçanın başlangıçta belirlenmesi gerekir. Bu ara parçanın doğru olarak C ya da CS tipi seçilmesi görüntünün kalitesinde, özellikle netliğinde büyük önem arz eder. Modern kameralar CS tipi montaj biçimine sahiptirler ve CS ve/veya C tipi seçilen merceklerin montajına imkan tanırırlar. Fakat tersi için durum aynı değildir. C tipi lensler bu durumda 5 mm kalınlıktaki adaptör bir yüzüğüne gerek duyarlar. Bu nokta netliğin maksimum sağlanması için başlangıçta mutlaka dikkate alınmalıdır [8-9].

2.2.3. Görüntü Toplama Kartı

Bir makine görme işleminde tasarımın kalbi görüntü toplama kartı sayılabilir. Genelde görüntü yakalayıcı olarak adlandırılan bu elektronik kart analog ya da dijital bir kameradan gelen görüntüyü alarak bilgisayar kullanımı için mümkün olan en az kayıp ve bozulmayla sayısal veriye çevirir ve işlenecek hale getirir [10]. Bilgisayar içine yerleştirilirler ve çeşitli kamera tiplerini ve veri yolu platformlarını desteklemek için farklı konfigürasyonlara sahip olabilirler. İyi kalitedeki bir görüntü yakalama kartı 10 nano saniyeden az jittire sahip olmalıdır. 100 nano saniyelik örnekleme hızına sahip bir görüntü yakalama kartı, 1/10 piksel ya da daha azdır [11].

2.2.3.1. Görüntü Toplama Kartı Çeşitleri

PCI veri yolu kameralarla en çok kullanılan haberleşme veri yoludur. Bunun yanında IEEE1394 ya da firewire, kamera link gibi yeni nesil veri yolu tiplerinde kullanılmaktadır. Görüntü yakalama kartının amaca uygun seçilememiş olması durumunda kameradan alınan görüntü işaretlerine gürültü eklenir. Bu yanlışlık, görüntü işlenmesi sırasında daha da büyüyerek kontrol işleminin istenen doğrulukta gerçekleşmemesine sebep olur. Kameranın görme alanı ve hassasiyeti, imgenin bant

üzerindeki hareket hızı, geometrisi ve amaca göre seçilen kameranın, dolayısıyla işlenecek görüntünün renkli ya da siyah beyaz olması bir kartın seçiminde belirleyici rol oynar [12].

2.2.4. Aydınlatma Sistemleri

Kontrol amaçlı bir görüntü sistemi tasarlanırken genellikle kameranın özellikleri üzerinde yoğunlaşılır. Eğer incelenmek istenen nesne yeterli ve dikkatli şekilde aydınlatılamazsa alınan görüntü ile amaçlanan doğru sonuca ulaşamaz [13]. Bu hayati gereksinimlere genellikle gereken özen çoğu kez gösterilmez. Kötü ışıklandırma ya da yanlış optik elemanlar kullanıldığında en iyi şekilde tasarlanmış bir görüntü sistemi dahi kapasitesinin çok altında bir performans gösterecektir. Nesnenin gerektiği şekilde aydınlatılması mümkün olan en iyi görüntünün yakalanabilmesi için ön koşuldur. Işıklıdırırmada yeterli derecede bir aydınlık olmalı ve cismin üstüne homojen bir şekilde dağıtılmalıdır.

Elde edilecek görüntülerin hassasiyeti parlaklık ve alan hassasiyeti olacak biçimde ölçülür. Parlaklık hassasiyeti genel uygulamaların çoğu için sekiz bittir. Buna göre 256 farklı parlaklık adımına sahiptir. Sıfır tam siyah ve iki yüz elli beş tam beyaz olarak kabul edilir. Bir görüntünün örneğın RS170 standardında yani saniyede 485 satırla yatay ve dikey taranması sırasında toplanan örnek sayısı alan hassasiyetini belirler. Resmi oluşturan elemanların sayısı ne kadar fazla olursa görüntü o kadar gerçeğe yaklaşır. Sayısallaştırma hızı genel uygulamalar için PAL sistemlerde 25 resim/s ve NTSC sistemlerde 30 resim/s' dir.

Bu nedenlerle iyi bir görüntü kalitesi elde etmek için seçilecek lambanın tipi görüntü kalitesinde ciddi etkiler yaratır. Örneğın Flüoresan lamba akkor flamanlı lambadan daha fazla ışık tayfına yakındır. Düzgün olmayan bir ışıklandırma sonucunda doğacak efektler görüntüde bozulmalara sebep olacak ve bunların yok edilmesi bilgisayara ve kameraya gereksiz ilave işlemler yükleyecektir.

İncelenmek istenen nesnenin geometrisi aydınlatma tercihlerinin yönlendirilmesindeki en önemli faktördür.

Bir aydınlatma sistemi kameranın görüş alanındaki birimlere mümkün olduğunca düzenli ışık vermelidir. Aynı zamanda aydınlatma sırasında gölgelerin ve yansımaların kontrol edilebilmesi gereklidir. Değışik geometrili alanlar için farklı yoğunlukla aydınlatma yapabilen birçok özel tasarım ışık sistemi bulunmaktadır.

Genelde en çok kullanılan ışık tipleri titreşmesiz flüoresan, neon, LED ve yüksek yoğunluklu ışıktır. Aydınlatma sisteminin tasarlanmasında bazı aydınlatma kurallarına dikkat edilmesi performans açısından önemlidir. Örneğin nesne üzerindeki parlak yansımalar CCD kamerada doyuma ve körleşmeye sebep olur. Nokta kaynak gibi bazı ışıklandırma sistemleri ise nesne üzerinde gölgeler oluşturarak bir kameranın detayları görmesini zorlaştırabilirler. Bu nedenle özel uygulamalar hariç nokta kaynak kullanılmaz. Dağınık ışık kaynakları aydınlatmayı geniş bir alana yayarak ve cismi pek çok açıdan aydınlatarak istenmeyen yansıma ve gölgeleri önlerler. LED grupları bu iş için oldukça idealdirler. Bir başka tip uygulama için LineScan kamera seçilmiş olabilir. LineScan kamera bilgiyi satır satır okur ve satırları bilgisayara gönderir. Çizgi ışık kaynağı linescan kameranın taradığı satırı parlak,ince bir ışıkla aydınlatır [11-13].

2.2.5. Sistem Bilgisayarı

Bir makine görüş sisteminin önemli bir diğer üyesi de seçilecek bilgisayardır. Sistemin herdir parçayı incelemek için ne kadar zamana ihtiyaç duyacağı uygulamanın en temel noktasıdır. Bu hem CPU seçimini hem de üretim hattının hızını belirleyecektir. Böyle bir uygulama için seçilen bir bilgisayarın olabildiği kadar hızlı bir Pentium işlemciye ve yeterli PCI yuvasına sahip olması istenir. Hız önemlidir. Çünkü hareket eden bir nesnenin birim zamandaki her bir görüntüsünü işlemek için gerekecek zaman işlemci hızlandıkça azalır. (Bu gün için üretilen Pentium IV/2.2GHz CPU ile saniyede 4.4 milyar operasyon gerçekleştirilebilmektedir) Bu da hattın daha hızlı ilerlemesi ve daha çok noktanın daha kısa sürede kontrolü demektir. Böyle bir sistem bir üretim hattına kurulduğunda genel olarak ortamdaki toz, nem, sıcaklık, titreşim ve elektro manyetik girişimlere karşı dayanıklı olan ve IP standartlarına sahip endüstriyel bilgisayarlar kullanılır. Bu tip bir bilgisayarın seçilmemiş olduğu endüstriyel ortamlarda sistem nedenli başarılı kurgulanırsa kurgulansın uzun süreli ve verimli çalışmaz.

2.3. Görüntü İşleme Yazılımları

Tasarlanan sistemde işin en zor kısmı bu bölümdür. Diğer bir deyimle uygulamanın kalbi bu kısımdır. Bu konuda bir standart yoktur. Her uygulama en iyisidir diye düşünülür. Doğal olarak her uygulamanın özellikleri birbirinden çok farklı olabilir. Nesnenin şekli, üretim yapılan ortam, İstekler, ilaveler ve programı yapan kişi veya

kişiler uygulamanın belirleyicisidir. Tasarlanan yazılım istenen programı uygular, gelen veriyi işleyerek kararları verir. Bu tür yazılım paketleri bir zamanlayıcıya sahiptir. Bu işlemin her aşamasının izlenebilmesini sağlar. Bu veriler kullanılarak parçanın hareketine göre ve istenen zamanlama kriterlerine göre programlama yapılır. Bilgisayar tabanlı analog kameralı sistemlerde görüntü alma hızı genel olarak saniyede yirmi beş resme kadar çıkabilir. Ancak dijital kamera uygulamalarında hız 500 resim civarına kadar çıkmaktadır. Değişik uygulamalar için özel paket yazılımlar bulunmaktadır. Ancak bunlar son derece pahalıdır ve maliyeti artırır.

Yazılımlardan beklenen bazı temel özellikler :

- a) Köşe bulma, ölçekleme, hizalama fonksiyonları.
- b) Uzunluk, çap, açı ve kritik boyutları ölçebilme yeteneği.
- c) Gri tonda örnek eşleştirme, şekil eşleştirme fonksiyonları.
- d) ROI, eşik değeri ve kenar yakalama fonksiyonu.
- e) Alan ,çevre ve yer hesaplamalarında tanecik analizi.
- f) RGB, HSL, HSV imgelerin renk işleme.
- g) Hizalama, ölçüm ve inceleme uygulamaları için arama ve şekil eşleştirme.
- h) Dosyadan, analog ve dijital kameralardan imge toplama
- ı) OCR yazılım fonksiyonu ile en sık kullanılan fontları tanıma, karakterleri çözme.

2.4. Uygulama Projesi Donanım Seçimi

2.4.1. İhtiyaç ve İsteklerin Belirlenmesi

Uygulama projesinin Procter & Gamble ACE üretim tesislerinde yapılmasına karar verilmiştir. Uygulama proje tasarımında ilk önce üretim tesisi incelenerek ihtiyaçlar belirlenmiş ve yetkililerin istekleri belirlenerek sistem tasarımının tüm bu istekleri ve ihtiyaçları yüzde yüz karşılayabilecek şekilde yapılması öngörülmüştür.

2.4.1.1. Üretim Tesis İhtiyaçlarının ve Yetkili İsteklerinin Belirlenmesi

Üretim tesisi ziyaretleri ve yetkililer ile yapılan toplantılar sonucunda üretim hattında ayrıca bir kalite kontrol makinesinde üretim hattında yer olmaması dolayısı ile tasarlanacak görsel kalite kontrol sisteminin ACE üretim hattı üzerinde paketleme makinesi içine adapte edilmesine karar verilmiştir. Bu kararın donanım seçiminde etkileri arasında özellikle adaptasyon nedeniyle ortaya çıkan hat hızı, kamera konum bilgisi, titreşime dayanıklılık ve etkilenmeme gibi fiziksel özellikler büyük önem taşımaktadır.

Paketleme makinesinde her ürün kendi ekseninde üç tur attıktan sonra makineden çıkmaktadır. Makine içine giren her ürüne ilk turda yapışkan püskürtülür. İkinci turda etiketleme işlemi gerçekleştirilir. Ve son üçüncü turda makine içindeki fırçalara sürünerek geçen ürünlerin üzerindeki etiketin tamamen yapışması sağlanmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak kurulacak kalite kontrol sisteminin paketleme makinesi içinde etiketleme prosesinin tam çıkışından başlayarak makineden çıkmadan önceki son ana kadar olan 120 derecelik kısmında kurulmasına karar verilmiştir. Ürünün silindirik yapısal özelliği nedeni ile ürünlerin yüzde yüz tüm kısmının düz konveyör akışı üzerinde yapılabilme olanağı bulunmamaktadır. Ürün şişelerinin mutlaka kendi etraflarında 360 derece tam tur atması gerekmektedir.

Kalite kontrol sisteminde paketleme hattı içinde kurulumu yapılacak hiç bir aygıtın makinede oluşabilecek ürün fırlatma, ürün patlaması, kapaksız gelen üründen meydana gelecek sıvı akışından etkilenmemesi gerekmektedir. Bu nedenle tüm makine içine yerleştirilecek tüm donanımın suya ve darbeye dayanıklı veya suya ve darbeye dayanıklılık sağlayacak özel kutulara konması gerekmektedir.

Hat özellikleri dışında yetkililerle yapılan toplantılar sonucunda istenilen kalite kontrol sisteminin aşağıda belirtilen detaylarının kontrol edilmesi istendiği saptanmıştır.

- a) Şişe üzerinde eziklik veya deformasyon kontrolü
- b) Etiket var/yok kontrolü
- c) Etiket pozisyon kontrolü
- d) Etiket kayık yapışma kontrolü
- e) Etiket üzeri yırtık veya hasarlı bölge kontrolü

- f) Etiket üzerinde herhangi bir yapışma kontrolü
- g) Bayrak etiket kontrolü
- h) Kapak var/yok kontrolü
- i) Kapak pozisyon kontrolü

Sistemin kontrol fonksiyonunun yanı sıra hatta yapılan kalite kontrolün istatistiksel sonuçlarının raporlanması ihtiyacının olduğu ve hat performans alan izlerinde kullanılmak istenildiği sonucu çıkmıştır. Bu ihtiyaç sonucunda sistemde kalite kontrol sisteminden alınacak bilgilerin analiz edilerek statiksel sonuç üretebilecek bir bir bilgisayar taban ihtiyacı olduğu ortaya çıkmıştır.

Kullanılacak kamera boyutsal özelliklerinin paketleme marinası içinde kullanılabilecek boyutlarda seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca kameranın endüstriyel koşullara dayanımının yüksek olması büyük önem taşımaktadır. İkinci bir fiziksel koşul kalite kontrol sisteminin paketleme makinesi hızında çalışıyor olması gerekmektedir. Yetkililerden alınan bilgiler doğrultusunda paketleme makinesi fiziksel özellikleri ele alınarak tasarlanacak sistemde kameranın üründen maksimum 20cm uzağa konulabilmeği ve kalite kontrol hızının saniyede en az 10 ürünü kontrol edebilecek düzeyde olması gerekmektedir.

2.4.1.2. Kalite Kontrolü Yapılacak Ürün Özelliklerinin İncelenmesi

Üretim hattında üretimi yapılan ürün 1,1litre ve 2,75litre olmak üzere iki farklı boyuta ve yedi farklı etiket tipine sahiptir. İki farklı boyuttaki üründe silindirik yapıdadır ve her ürün paketleme hattı içinde kendi etrafında üç tur atarak makineden çıkmaktadır.

Aşağıda Şekil (2.1)'de görülebileceği gibi bir kamera ile tek seferde sadece bir şişenin üçte birlik bir bölümü olan 120 derecelik alan görüntülenebilmektedir. Bu bilgi ışığında ürünleri tek tek tam tur döndürebilecek sistem mevcut olmadığından dolayı sistemin eşlenik ve senkronize şekilde çalışabilecek üç kameradan oluşması gerektiğine karar verilmiştir.

Ürün ve kontrol detayları ve istenilen hassasiyet göz önüne alındığında kullanılacak kameranın çözünürlüğünün minimum 640x480 piksel olması gerektiğine karar verilir [16]. Kamera görüntü yakalama hızının üretim hızına bağlı olarak hattı asla

yavaşlatmayacak ve her ürünü kontrol edecek şekilde olması gerektiğinden en az 25 resim/s olacak şekilde olmasına karar verilmiştir.



Şekil 2.1: 1.1 Litrelik Ürün Resmi



Şekil 2.2: 2.75 Litrelik Ürün Resmi

Ürün özelliklerinin incelenmesi neticesinde istenilen kontrol detaylarının hepsinin siyah beyaz kamera ile yapılabilineceğine ayrıca bir renk analizi yapılmasına ihtiyaç olmadığına karar verilmiştir.

2.4.2. Sistem Bileşenlerinin Seçimi ve Sistem Tasarımı

Hat incelemesinden ve yetkililer ile yapılan toplantılardan elde edilen ve yukarıdaki bölümlerde açıklanan detaylar sonucunda tasarlanacak kontrol sisteminin üç kameradan oluşması, ürünlerin dört üst dört alt olmak üzere sekiz LED dizisi

sayesinde aydınlatılarak optimum aydınlatma koşullarının sağlanması ve bu üç kameranın bağlı bulunacağı sistemde operatörlerin kolay kullanımı, veri toplayabilmesi ve sistemi izleyebilmesi ve yöneticilere üretim performans ve istatistiksel kontrol bilgilerini sunmak için etiket makinesinin yanına kurulacak bir bilgisayar sisteminde sisteme özel geliştirilmiş bir ara yüz tasarlanması düşünülmüştür.

Analiz sonucuna göre hatalı bulunan ürünlerin hattan atılma işlemleri, etiket makinesi mevcut PLC sistemini tarafından sistem yazılımının PLC' ye her kameradan göndereceği ayrı üç hatalı ürün sinyali aracılığı ile yapılacaktır. Hattan ayırma işlemi şişelerin etiket makinesinden çıktığı noktada mevcut bulunan pnömatik kol aracılığı ile yapmaktadır.

2.4.2.1 Kamera Seçimi

Uygulama detayları ve hattaki fiziksel koşullar göz önüne alınarak sistemin sürekliliği de göz önünde bulundurularak sistemde analizin yeni nesil akıllı kameralar ile yapılmasına karar verilmiştir. Seçimin bu şekilde yapılmasının en büyük nedeni yedi gün yirmi dört saat çalışan üretim hattında olası bilgisayar hatalarında ya da kamera arızalarında sistem çalışabilirliğini en yüksek düzeyde tutmaktır. Üç akıllı endüstriyel dijital kamera ile tasarlanacak sistemde kameralar bilgisayar hatalarında ya da bozulmalarında analiz işlemlerini yapmaya devam edebilecekler ve üretim hattından hatalı ürün kaçma riski ortadan kaldırılacaktır. Bilgisayar hatalarında sadece kullanıcı ara yüzü devreden çıkacak ve istatistiksel verilere ulaşamayacaktır.

Ayrıca senkronize şekilde çalışacak olan üç kamera birbirinden bağımsız olarak her biri için temelde aynı fakat analizlerde her birinin etiketin farklı bölümüne bakacağı göz önüne alınarak kurulacak analiz algoritmaları kendi üzerlerindeki işlemcilerle gömülecek ve bu şekilde herhangi bir kamerada oluşabilecek hasar yada bozulmadan tüm sistem etkilenmeyecek sadece arızalanan kamera devreden çıkacak ve bu şekilde kalite kontrol sisteminin yüzde altmışaltı performansla çalışmaya devam edecektir.

Sistem akıllı endüstriyel kamera sektöründe en güvenilir ve en büyük üretici olan DVT firmasının ürünlerinden orta çözünürlükte siyah beyaz ve görüntü yakalama hızı 75 resim/s olan Legend 510 modeli ile çalışılmıştır.

Legend 510, düşük maliyetli ve yüksek hızda bir endüstriyel dijital kameradır. Ethernet bağlantı özelliğine sahip bu kameralarda veri alış verişi Ethernet portu üzerinden yapılmaktadır. Bu modelde işlemci olarak Motorola Power PC kullanılmıştır ve 32Mb RAM/16 Mb flash hafızaya sahiptirler. Çalışabilmesi için 24V DC , 210mA ihtiyaç duyar. Standart bağlantı bloğu üzerinde 8 dijital giriş çıkış opsiyonu bulunmaktadır.

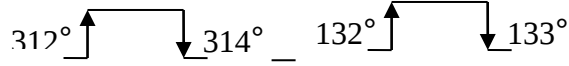
Yapay görme tabanlı görsel final kalite kontrol sistemimizde seçilen kamera özelliklerine bağlı olarak üç kamera bilgi alışverişi için sistem bilgisayarına Ethernet üzerinden bağlanacaktır. Hatta verilecek hatalı ürün sinyalleri ve hattan kameraların senkronizasyonunu ve gerektiği yerde görüntü almasını sağlayacak tetikleme sinyalleri bağlantı blokları üzerinden dijital giriş çıkış bağlantılarından yapılacaktır.

2.4.2.2. Tetikleme Sinyali

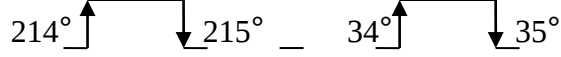
Kameraların görüntü toplama işlemini her şişenin etiket yapıştıktan sonra makineden çıkana kadar %100 görüntülenebilmesi için, şişeler ilgili kameranın önünden uygun pozisyonda geçerken verilen tetikleme sinyali ile yapılmaktadır. Tetikleme sinyali etiketleme makinesi üzerine yerleştirilen kodlayıcı tarafından daha önceden uygun konumlar için belirlenmiş açılarda gönderilmektedir.

2.75Kg'lık ve 1.1Kg'lık iki tip ACE şişeleri için kameraların tetikleme açıları farklıdır. İki tip şişe için 3 farklı tetikleme sinyali alınan kodlayıcıdan şişe tiplerine göre verdiği sinyallerin birbirine karışmaması ve donanıma zarar vermemesi amacıyla sinyaller röle üzerinden geçirilerek kameralara bağlanmıştır. Röle sayesinde boyut değişim işlemi sırasında röleye verilecek kontak uygun tetikleme sinyallerinin kameralara ulaşması sağlar.

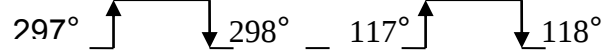
➤ Sol Kamera (DVT_1)



➤ Orta Kamera (DVT_3)

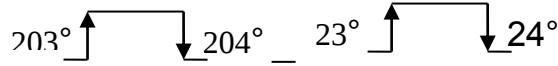


➤ Sağ Kamera (DVT_2)

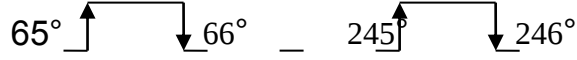


Şekil 2.3: 2,75 Litrelik ürünler için önceden belirlenmiş tetikleme açıları

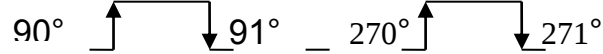
➤ Sol Kamera (DVT_1)



➤ Orta Kamera (DVT_2)



➤ Sağ Kamera (DVT_3)



Şekil 2.4: 1,1 Litrelik ürünler için önceden belirlenmiş tetikleme açıları

2.4.2.3. Elektriksel Bağlantı Şemaları

Sistemin tüm elektriksel bağlantıları EK-A'de gösterilmiştir. Elektriksel bağlantı şemaları EPLAN programı kullanılarak tasarlanmış ve çizilmiştir.

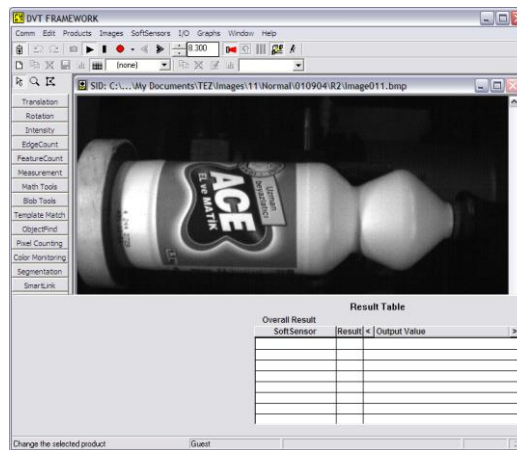
BÖLÜM 3. GÖRÜNTÜ İŞLEME YAZILIMI

3.1. Giriş

Bir yapay görme sisteminin beyni yazılımıdır. Kurulan algoritmaya göre programlanan yazılım, sistemin nasıl çalışacağına dair tüm işlemler zincirini uygular, gelen veriyi işleyerek kararları verir. Uygun yazılım platformunun seçilmesi ve bunu programlayan mühendisin algoritma kurma ve yazılım kabiliyeti ve bu konudaki iş tecrübesi sistemin işleyişinde etkin rol oynar.

3.2. Kullanılan Görüntü İşleme Programı FrameWork

Bu çalışmada sistem tasarımında kamera olarak seçilen DVT akıllı endüstriyel kameralar fabrika çıkışından FrameWork yazılımı yüklenmiş olarak piyasaya sürülürler. Sistem ana mantığında kalite kontrol işlemlerini kamera üzerinde özel olarak hazırlanacak ve kamera işlemcisine gömülecek programda yapmak istediğimizden dolayı. Görüntü analiz programı FrameWork programı ile hazırlanacaktır. DVT akıllı endüstriyel kameraları yöneten ve çalıştıran yazılım olan FrameWork, öğrenimi ve kullanımı kolay ve Windows tabanlı bir programdır.



Şekil 3.1 : FrameWork Kullanıcı Ara yüzü

FrameWork programı genel özellikleri arasında bulunan Ürün yönetimi opsiyonu çok kontrollü uygulamaların kurulmasına ve kamera belleğinde saklanmasını sağlar. Bu çalışmada iki farklı boyda ve 7 farklı etiket seçeneğine sahip üretim hattında tasarlanan sistem için ideal bir özelliktir. Gerçek zamanlı geri besleme uygulama sırasında ince ayar yapılabilmesi için grafiksel olarak veri sağlar. FrameWork istenirse otomatik olarak hattan aldığı görüntüleri kaydetme ve saklama opsiyonu sunmaktadır. Kaydedilen görüntüler ileride simülasyon programında üretim hattı simüle edilmesi için kullanılabilir. Framework ayrıca her analiz için kullanılan seçenek için ayrı bir rapor görüntüler ve grafiksel gösterimler ile programlama açısından kolaylık sağlar.

FrameWork programında görüntü işleme için hazırlanmış görüntü işleme aygıtları bulunmaktadır. Hazırlanacak analiz programı bu aygıtlar kullanılarak oluşturulur. Bu aygıtlar ; öteleme (translation), dönme (rotation), yeğinlik (intensity), kenar sayma (edge count), özellik sayma (feature count), ölçüm (measurement), obje bulma aygıtları (blob tools), obje bulma (object find), piksel sayma (pixel counting), renk izleme (color monitoring), ve senaryo olarak kümelenebilirlerdir.

Bu aygıtlar hazır algoritmalarla oluşurken sadece senaryo aygıtı işlemleri ve izleme durumunu kontrol etmek için kullanıcının özgün algoritmalar ve tanıma kriterleri geliştirmesine olanak verir. Karmaşık programlamaya başvurmadan üretimdeki her problemi esneklikle çözmeyi sağlar.

FrameWork programındaki simülasyon seçeneği de bulunmaktadır. Framework üzerinden önceden kaydedilmiş görüntüleri çevrimdışı çalıştırarak bir DVT kamerayı taklit eder. Eğitimler, sunumlar, uygulama geliştirme ve dünya çapında herhangi bir yerden destek için idealdir.

3.3. Kullanılan Görüntü İşleme Operasyonları

Yapılacak olan analiz ürün özelliklerine ve karşılaştırılan kontrol detaylarına göre kullanılması tasarlanan algoritmalar aşağıda sıralanmıştır.

Pozisyon Parametreleri: İşlenecek görüntü içerisinde obje konumunu belirlemede kullanılan bu yöntem sayesinde x ve y koordinatlarında bulunan kenar değerleri daha sonraki inceleme detaylarında referanslama için kullanılır.

Matematiksel İşlem aygıtları: Pozisyon parametrelerinden elde edilen sonuçları kullanarak iki paralel kenar noktası arası orta nokta bulma, iki birbirine dik pozisyon almış kenarlar için köşe noktası bulma gibi matematiksel sonuç elde etmekte kullanılır.

Ölçüm aygıtları: Özellikle bu çalışmada verilen belli konumlarda kenar bulma ve bulunan kenar konumlarının tek ekseninde konum bilgisini elde etmek amaçlı kullanılmıştır.

Yoğunluk ölçüm aygıtı: Belirlenen bölgelerde verilen eşik değerine göre ne kadar sıfır değerinde piksel olduğunun sonucunu vermekte kullanılırlar.

3.3.1. Kullanılan Görüntü Ön İşleme Algoritmaları:

3.3.1.1. Genleşme Süzgeci

Genleşme Süzgeci matematiksel morfoloji alanında iki ana işlemciden bir tanesidir. Tipik olarak ikili imgelere uygulansalar da gri tonlu imgelere uygulanabilen versiyonları bulunmaktadır. İkili imge üzerindeki ana etkisi önalan piksel bölgesindeki sınırları genişletmesidir. Böylece önalan piksel alanı büyür, beyaz alan artar ve diğer bölgeler küçülür.

Genleşme süzgeci giriş olarak iki veri alır. Birincisi genleşme işleminin uygulanacağı imge, ikinci veri ise çekirdek (kernel) olarak bilinen koordinat noktalarıdır. Bu çekirdek genleşme işleminin imgeye etkisini belirler.

Matematiksel tanımında, $f(x,y)$ gri tonlu imgeye, $b(x,y)$ yapısal eleman genleşme süzgeci uygulanması durumunda sonuç $f \oplus b$ denklem (3,1)'deki gibi tanımlanır. Denklemde D_f, D_b sırası ile f ve b 'nin tanım kümesidir.

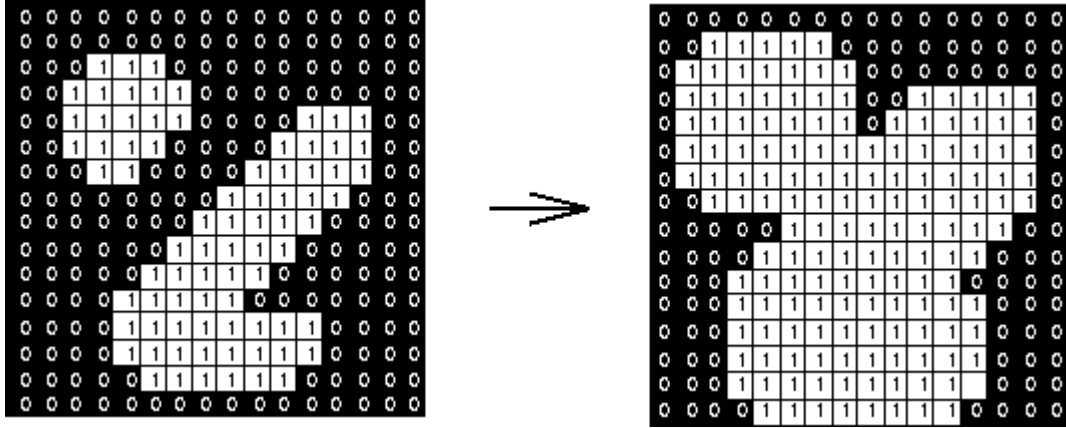
$$(f \oplus b)(s,t) = \max\{f(s-x, t-y) + b(x,y) \mid (s-x, t-y) \in D_f; (x,y) \in D_b\} \quad (3,1)$$

Yukarıdaki (3,1) denkleminin ikili imgeye uygulanması için düzenlemiş hali denklem (3,2)'de verilmiştir.

$$(f \oplus b)(s) = \max\{f(s-x) + b(x) \mid (s-x) \in D_f; x \in D_b\} \quad (3,2)$$

Genleşme süzgecinin gri tonlu imge üzerindeki etkisi iki yönlüdür. Birincisi yapısal elemanlardaki tüm değerler pozitif ise imgede işlem sonrasında elde edilen imde giriş imgesinden daha aydınlık olur. İkinci şekilde koyu detaylar, değerlerine ve keskinliklerine göre azalır yada tamamen kaybolur.

3x3 yapısal element ile genleşme süzgeci uygulanmış bir ikili imgedeki değişim sonucu şekil (3,2)'de gösterilmiştir. [15]



Şekil 3.2 : Genleşme Süzgeci uygulanmış ikili imgede oluşan değişim

3.3.1.2. Kemirme İşlemi

Kemirme işlemi matematiksel morfoloji alanındaki iki ana işlemciden bir tanesidir. Tipik olarak ikili imgelere uygulansalarda gri tonlu imgelere uygulanabilen versiyonları bulunmaktadır. İkili imge üzerindeki ana etkisi önalan piksel bölgesindeki sınırları daraltmasıdır. Böylece önalan piksel alanı küçülür, beyaz alan azalır ve diğer bölgeler büyür.

Kemirme işlemi giriş olarak iki veri alırlar. Birincisi genleşme işleminin uygulanacağı imge, ikinci veri ise çekirdek (kernel) olarak bilinen koordinat noktalarıdır. Bu çekirdek kemirme işleminin imgeye etkisini belirler.

Matematiksel tanımında, $f(x,y)$ gri tonlu imgeye, $b(x,y)$ yapısal elemanı kemirme işlemi uygulanması durumunda sonuç $f \ominus b$ denklem (3,3)'deki gibi tanımlanır. Denklemde D_f, D_b sırası ile f ve b 'nin tanım kümesidir.

$$(f \ominus b)(s,t) = \min\{ f(s+x, t+y) - b(x,y) \mid (s+x, t+y) \in D_f; (x,y) \in D_b \} \quad (3,3)$$

Yukarıdaki (3,3) denkleminin ikili imgeye uygulanması için düzenlemiş hali denklem (3,4)'de verilmiştir.

$$(f \ominus b)(s) = \min\{ f(s+x) - b(x) \mid s+x \in D_f; x \in D_b \} \quad (3,4)$$

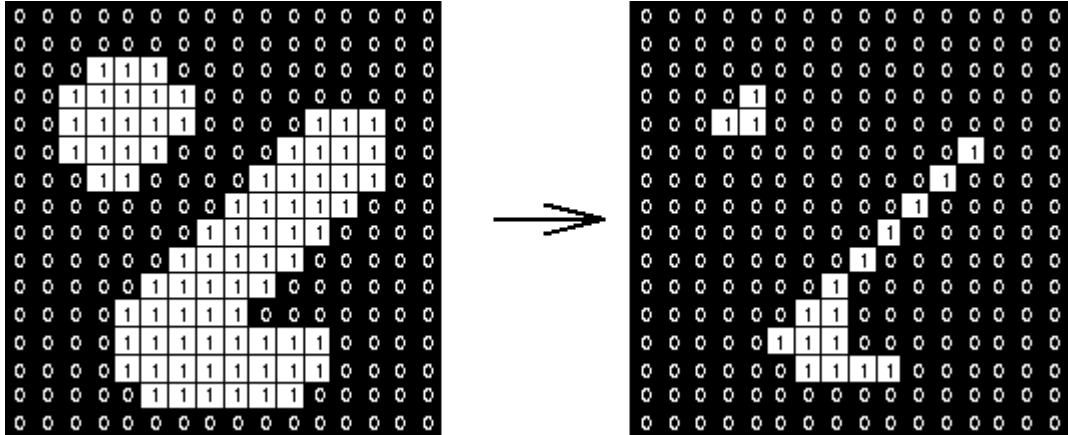
$$f^c = -f(x, y) \quad (3,5)$$

$$b' = b(-x, -y) \quad (3,6)$$

$$(f \ominus b)^c(s, t) = (f^c \oplus b')(s, t) \quad (3,7)$$

Kemirme işlemi gri tonlu imge üzerindeki etkisi genişleme süzgeci etkisinin tam tersidir. Kemirme işlemi uygulanmış imge koyulaşır, küçük parlak bölgeler kaybolur.

3x3 yapısal element ile kemirme işlemcisi uygulanmış bir ikili imgedeki değişim sonucu şekil (3,3)'de gösterilmiştir. [15,16]



Şekil 3.3 : Kemirme işlemi uygulanmış ikili imgede oluşan değişim

3.3.1.3. Açma ve Kapama İşlemleri

Açma ve kapama işlemcileri matematiksel morfoloji alanındaki ikinci önemli işlemcilerdir. İki işlemcide genişleme süzgeci ve kemirme işlemi olan iki esas işlemciden üretilmişlerdir. Açma işlemi kemirme işlemcisine benzer şekilde önalan piksellerin oluşturduğu kenar bölgelerdeki beyaz pikselleri ortadan kaldırır. Fakat genelde kemirme işleminden daha az alanda etkili olur. Kapama işlemi ise genişleme süzgecine benzer ve beyaz piksel sınırlarını genişletir. Fakat genişleme süzgeci kadar

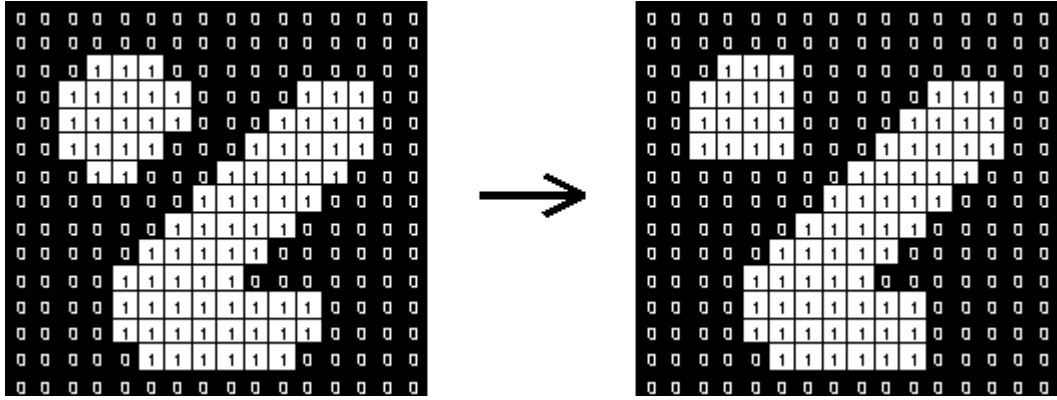
etkili değildir. Açma işlemi basitçe imgeye aynı yapı elemanı ile ilk önce kemirme işlemi sonrada genişleme işlemcisinin uygulanması olarak tanımlanır.

Matematiksel tanımında, $f \circ b$ açma işlemi için, $f \bullet b$ kapama işlemi için gösterilirse; açma işleminin matematiksel tanımı denklem (3,8)'deki gibi kapama işlemcisinin tanımı ise denklem (3,9)'daki gibi olmaktadır.

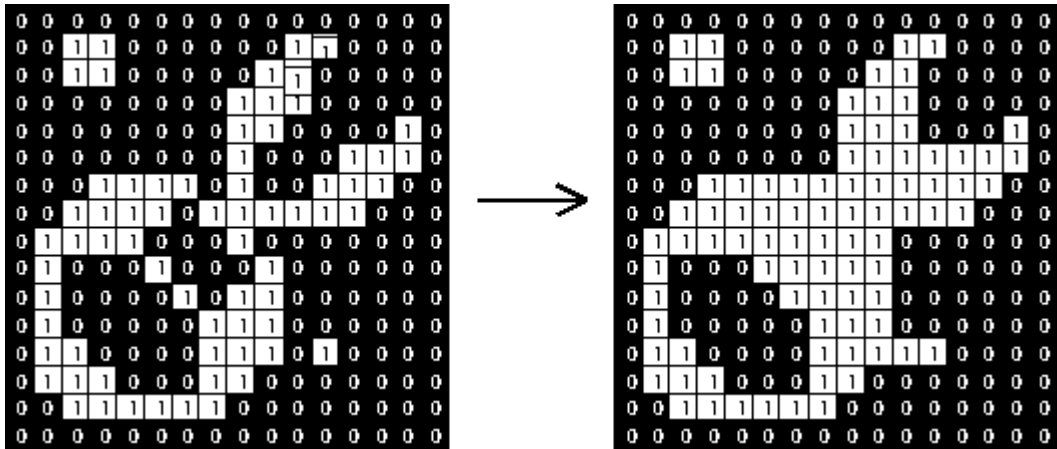
$$f \circ b = (f \ominus b) \oplus b \quad (3,8)$$

$$f \bullet b = (f \oplus b) \ominus b \quad (3,9)$$

3x3 yapısal element ile açma işlemcisi uygulanmış bir ikili imgedeki değişim sonucu şekil (3,4)'de kapama işlemcisi uygulanmış ikili imgedeki, değişim sonucu Şekil (3,5)'de gösterilmiştir. [21,23]



Şekil 3.4 : Açma işlemi uygulanmış ikili imgede oluşan değişim



Şekil 3.5 : Kapama işlemi uygulanmış ikili imgede oluşan değişim

Açma işlemi gri tonlu imge üzerindeki etkisi orijinal koyu renkli alan boyutlarında fark edilir bir değişim olmaksızın küçük aydınlık bölgelerde azalmaya yol açmaktadır. Kapama işlemi ise aydınlık bölgelerde çok az etki etmekle beraber küçük koyu detaylarda boyutsal küçülmeye neden olmaktadır.

3.3.2. Kullanılan Görüntü İşleme Algoritmaları:

3.3.2.1. Eşikleme

Kısaca bir gri tonlamalı imgeden, belirli bir eşiğin üzerindeki piksellere 1 altındaki değerlere 0 değerini atayarak, ikili imge elde etmektir. $f(x, y)$ gri tonlu imge, T eşik değeri olduğu var sayılırsa, eşiklenmiş imge fonksiyonu olan $g(x, y)$ matematiksel olarak denklem (3,10)'daki gibi tanımlanır.[15-17]

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (3,10)$$

3.3.2.2. Gri Ton Histogramı

İmgelerde gri tonların örnekleme dağılımı olarak ta adlandırılan gri ton histogramı imge içerisinde farklı yeğinlik düzeyindeki piksellerin sayısını gösteren grafikdir. 8-bitlik gri ton imgesinde 256 farklı yeğinlik düzeyi bulunabilir. Renkli imgeler içinde kullanılabilen yeğinlik dağılımı bu tür imgeler için kırmızı, mavi ve yeşil olarak üç kanaldan oluşur.[17]

Endüstride genellikle örnekleme dağılımı alınan imgede belirlenen eşik değeri altında yada üstünde yeğinlik düzeyinde bulunan piksel sayısının elde edilmesinde kullanılmaktadır.

3.3.2.3. Ayrıt Sezimi

Ayrıt sezimi çoğu görüntü işleme uygulamalarında süreksizlik noktalarını belirlemede ve obje şekil bilgisi elde etmek için kullanılan temel işlemlerden biridir.[18] Bu proses obje ve arka plan arasındaki geçişleri belirler. İmge ayrıt sezimi işlemine sokulmadan önce Bölüm 3.2.12de belirtilen önışleme proseslerinden geçirilebilir.[16]

Temel ayrıt sezimi operatörleri farklı pikseller arasında karşıtlık seviyesi belirleyen matris-alan gradyan operatörlerdir. Ayrıt sezimi operatörü matris alanında merkez

seçilen piksel üzerine oluşturulan ve bu piksele merkezlenenerek oluşturulan bir matris ile hesaplanır. Bu matris alanının değeri verilen eşik değerinin üzerinde ise merkez piksel ayırt olarak sınıflandırılır. Gradyan tabanlı ayırt sezim operatörler rnekleri Roberts, Prewitt ve Sobel operatörleridir. Tüm gradyan tabanlı algoritmaların genellikle dikey ve yatay olan birbirlerine ortagonal yönlerdeki eğimin sertliğini hesaplayan çekirdek operatörleri vardır. Sonra, eğimin farklı komponentlerinin katılımı birleştirilerek toplam ayırt şiddeti değeri bulunur. [15-17]

Bir diğital imgenin birinci seviye türevleri iki yönlü gradyanın farklı yaklaşımlarına dayanır. (x,y) noktasındaki $f(x,y)$ imgesinin gradyanti denklem (3,11)'de verilmiştir.

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (3,11)$$

Vektör analizinden bilindiği gibi gradyan vektör noktaları (x,y) koordinatlarında f 'nin maksimum değişim oranının olduğu yöndedir.

Ayırt seziminde önemli değer, bu vektörün büyüklüğüdür. Bu vektörün büyüklüğünün hesaplanması denklem (3,12)'de gösterilmiştir. Gradyan vektörünün yn $\alpha(x,y)$ olarak alınırsa vektör analizinden denklem (3,13) elde edilir. Bu noktada ayırt yn (x,y) noktasında bulunan gradyan vektör yönüne diktir.

$$\nabla f = mag(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \quad (3,12)$$

$$\alpha(x,y) = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right) \quad (3,13)$$

Bir imgenin gradyantının hesaplanması $\partial f / \partial x$ ve $\partial f / \partial y$ parçalı türevlerinin her piksele lokasyonuna uygulanarak bulunmasına dayanır. şekil (3,6)'da bir imgenin 3×3'lk komşu piksel matris alanını simgelemektedir P piksellerin gri ton değerlerini simgelemektedir.. Bu durumda P_5 noktasının parçalı türevini almanın en basit yolu Roberts Cross gradyan operatörünü kullanmaktır. Robert Cross gradyan operatörü çekirdek matrisleri şekil (3,7)'de gösterilmiştir.

P_1	P_2	P_3
P_4	P_5	P_6
P_7	P_8	P_9

Şekil 3.6 : 3x3 pikselden oluşan imge bölgesi

-1	0	0	-1
0	+1	+1	0

Şekil 3.7 : Roberts

$$G_x = (P_9 - P_5) \quad (3,14)$$

ve

$$G_y = (P_8 - P_6) \quad (3,15)$$

Bu türevler şekil (3,8) ve şekil (3,9)'da gösterilen maskeler kullanılarak tüm imgeye uygulanabilir.

-1	-1	-1	-1	0	+1
0	0	0	-1	0	+1
+1	+1	+1	-1	0	+1

Şekil 3.8 : Perwitts

-1	+2	-1	-1	0	+1
0	0	0	-2	0	+2
+1	+2	+1	-1	0	+1

Şekil 3.9 : Sobel

2x2 boyutundaki maskeler kesin bir merkez noktası olmadığından uygulama açısından kullanılması zor hatta imkansız olabilmektedir. 3x3'lük bir maske kullanımına Perwitts operatörü kullanılarak yapılan yaklaşım denklem (3,16) ve denklem (3,17)'de verilmiştir.

$$G_x = (P_7 + P_8 + P_9) - (P_1 + P_2 + P_3) \quad (3,16)$$

ve

$$G_y = (P_3 + P_6 + P_9) - (P_1 + P_4 + P_7) \quad (3,17)$$

Aynı imge parçası üzerine Sobel operatörünün uygulanması durumunda G_x ve G_y değerleri denklem (3,18) ve (3,19)'da gösterilmiştir.

$$G_x = (P_7 + 2P_8 + P_9) - (P_1 + 2P_2 + P_3) \quad (3,18)$$

$$G_y = (P_3 + 2P_6 + P_9) - (P_1 + 2P_4 + P_7) \quad (3,19)$$

Perwitts operatörünün uygulanması Sobel operatörünün uygulanmasından daha kolaydır. Fakat Sobel operatörünün kullanılması görüntü etkisini azaltma yönünden türevlerin karşılaştırılmasında daha kalitelidir.

Bu çalışmada Laplas , sıfır-geçiş yöntemi ve Canny ayırıt sezimi yöntemi, Marr ve Hildreth's ayırıt sezim yöntemi ve sinyal modelleme tabanlı ayırıt sezim yöntemleri kullanılmadığından bu yöntemlere değinilmemiştir [18,19].

3.4. Uygulama İçin Geliştirilen Kontrol Algoritması

3.4.1. Uygulama İçin Geliştirilen Kontrol Algoritması Ana Yapısı

Uygulama için geliştirilen kontrol algoritması ürün özellikleri nedeni ile temel analiz kriterleri aynı olmak üzere iki farklı boyuttaki ürün grubu için iki farklı ana farklı programdan oluşmaktadır. İki farklı ana program oluşturulmasının nedeni her ürünün üç kamera aracılığı ile görüntülenmesi sırasında silindirik yapıdaki ürünlerin çapsal farkları nedeni ile etiket boylarının farklı olması ve kameralara etiketlerin farklı parçalarının görüntülenmesidir. Örnek olarak şekil (3,10) ve şekil (3,11) sol kameradan alınan görüntüdür. Bu neden ile 1,1Litrelük ürün için sol kamera için hazırlanacak analiz programı 2,75Litrelük ürünler için geçersiz olacaktır.



Şekil 3.10: 1.1 Litrelük Ürün Resmi



Şekil 3.11: 2.75 Litrelük Ürün Resmi

Algoritma tasarım aşamasında dikkate alınması gereken bir diğer önemli nokta üretim hattında dört farklı ürün etiketi bulunmasıdır. Yapısal olarak fark göstermeyen bu etiketlerde yazılar, yazı fontları, yazı boyutları, simgeler ve özellikle renkler gibi birçok görsel detaylar farklılık içermektedir. Farklı etiket çeşitlerine yapılacak analizlerin sonuçları da farklı olacaktır. Şekil (3,12)'da görülen farklı etiket çeşitleri incelenmesi sonucunda varılan sonuç analiz seçeneklerinin teker teker ürün hakkında hatalı-hatasız kararı vermesinin işlem hızını yavaşlatacağı nedeni ile uygun olmayacağına karar verilmiştir.

Üretim hattında karşılaşılan diğer bir engel ise Procter & Gamble firmasının etiketleri farklı üreticilerden temin etmesi nedeni ile aynı ürün etiketlerinde bile tonaj farklarına rastlanmasıdır. Tonaj farklarının sabitlenme olasılığı olmaması nedeni ile analizin karar aşamasında kullanılacak karar parametrelerinin değişkenliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu neden ile karar aşamasında kullanılacak parametrelerin operatörler tarafından çevrim içi çalışma sırasında gözlenebilmesine ve değiştirilebilir olmasına karar verilmiştir. Bu konuda sistemde kullanılan üç kamera için üç farklı parametre listesinin sürekli okunabilir ve değiştirilebilir sağlanması parametre veritabanının oluşturulması ve sistem bilgisayarı üzerinden bu veritabanına sürekli erişilebilir olup yazma ve okuma işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu istenen özellik kullanılan DVT marka Legend 510 modelinde yazmaçların (register) kullanılması ile sağlanabilmektedir. Sonuç olarak analiz algoritmaları her alınan görüntüye uygulanacak ve elde edilen sonuçlar DVT yazmaçlarına kaydedilerek sistem bilgisayarında hazırlanan program sayesinde sürekli okunacak ve kullanıcı ara yüzünde görüntülenecektir.



Şekil 3.12: 1,1 Litrelik Farklı Etiketli Ürün Resimleri

Son olarak göz önüne özellikle alınması gereken detay iki farklı boyutta ve dört farklı etiket tipine sahip üretim hattında kullanıcı operatörlerin çalışacak ürün için kalite kontrol sisteminin ayarlarını otomatik kamera analiz programlarına girmeden

kullanıcı ara yüzünden olarak yapması için ürün seçim opsiyonun kullanıcı ara yüzüne eklenmesi gerekmektedir. Bu seçeneğin gerçekleştirilmesi için DVT ürünleri ve yazılımı framework'te hazırda bulunan komut dağarcığı kullanılarak üç kameraya da gerekli bilgileri otomatik olarak yollayacak ve sistemi tek tuşla çalıştıracak opsiyon kullanıcı ara yüzüne eklenmesine karar verilmiştir.

Kullanıcı ara yüzü ile ilgili tüm detaylar bölüm 4'te detaylı olarak anlatılacaktır.

Kontrol yazılımı tasarım aşamasında hazırlanarak kameraların üzerindeki işlemcilere gömülecek analiz detayları son halinde, üç kamerada iki farklı boy ve dört farklı tip etiket için toplamda 16 analiz programı bulunacaktır. Yapısal olarak birbirinden farklı olan iki değişik boy için tasarlanan yazılım dışında 1,1 Litrelik her ürün için analizler aynı olacak fakat veritabanından karar mekanizması için parametre alışverişi olması gerekeceğinden her etiket için ürün boyuna göre farklı isimde analiz programı olacaktır. 1,1 Litrelik ürünler için sol ve orta kameraların etiket pozisyonlarının konumlarının uygunluğu nedeni ile yazılımları inceleme alan farkları dışında birebir aynıdır fakat sol kamerada etiket birleşme noktası görüntülediği için yazılımda ufak farklılıklar göstermektedir. Bu uygulamanın aynısı 2,75 Litrelik ürünlerde de geçerlidir fakat 2,75 Litrelik ürünlerde etiket yapışma noktası orta kameraya denk gelmesi nedeniyle sağ ve sol kameraların analiz yazılımları benzerdir.

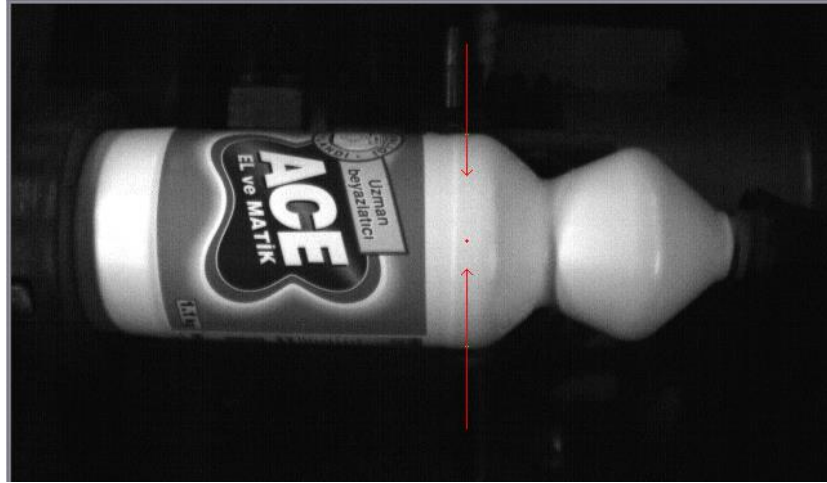
Her ürün için alınan görüntü ilk önce analiz edilerek alınan sonuçlar senaryo (script) seçeneği altında toplanarak çeşitli matematiksel işlemlerden geçirilecek ve sistem bilgisayarının ürün seçimi sırasında sisteme veritabanından alıp gönderdiği ve kameralar üzerinde belirli yazmaçlara yazılmış karar parametre değerleri ile karşılaştırılarak istenilen tüm kontrol detaylarının istenilen değerlerde ve toleranslar içinde olduğu taktirde hatasız ürün kararı, her hangi bir detayın toleranslar ve limitler dışında kalması neticesinde hatalı ürün kararı verilecektir.

Üç kameranın her bir ürün için vereceği tüm kararlar ve analiz sonuçları sistem bilgisayarına Ethernet üzerinden iletilerek sistem bilgisayarında hazırlanacak program sayesinde üretim istatistiksel sonuçları çıkartılarak kullanıcı ara yüzünde görüntülenecektir.

3.4.2. Analiz işlemleri

3.4.2.1. Referans Noktasının Elde Edilmesi

Uygulama yazılımının gerçekleşmesine ilk başta ürünü görüntü içinde bulma işlemi ile başlanmıştır. Bu çalışmada bu işlemin kamera sistemleri tetikleme yöntemi ile çalışmasına rağmen ileride oluşabilecek küçük kaymaların tolere edilebilmesi amacıyla referanslama yöntemi kullanılmıştır. Referanslama işlemi ilk önce ürünün alt ve üst sınırını pozisyonlarsak alınan pozisyon bilgilerinden şişe orta noktası hesaplanmaktadır. Bu uygulama için ürün özelliği nedeniyle kenarların paralel ve yatay olması sebebiyle tek eksenle kenar aramanın yeterli olacaktır. Değişken x noktalarında kenarı oluşan konturların her noktası sürekli sabit bir y noktasına denk gelecektir. Bu nedenle işlem hızı en yüksek kenar nokta bulma işlemi kullanılmıştır. Şekil (3,13)'de görüntü üzerinde işlemin uygulandığı bölgeyi ve elde edilen orta nokta sonucu görülmektedir.



Şekil 3.13: 1,1 Litrelik Üründe Referans Noktası

Kenar noktası bulma operatörlerinden elde edilen sonuçlara göre üst kenarın $K_t = (353,206)$ noktasında alt kenar ise $K_b = (353,372)$ noktasındadır.

Elde edilen bu sonuç noktalarına denklem (3,20)'de gösterilen orta nokta bulma işlemi uygulanırsa elde edilen sonuç $R_c = (353,289)$

$$R_c = \left(\frac{K_b - K_t}{2} \right) + K_t \quad (3,20)$$

Ürün üzerinde her yapılacak kontrol uygulaması R_c referans noktasına referanslanacaktır. Böylece şişenin görüntü içerisinde kayması durumunda kullanılan tüm algoritmaların belirlenmiş konumları R_c 'in kayma derecesi kadar kayacaktır. Fakat bu kayma bir kaç derecenin üzerine çıkması durumunda etiketin görüntülendiği alan değişeceğinden referanslamanın etkisi olmayacaktır.

Tetikleme sinyali veya hatta meydana gelecek fiziksel aksaklıklar olmadıkça değişmeyecek olan bu referans orta nokta her ürün için olası olabilecek aksaklıkları engellemek amacıyla tekrarlanacaktır. Referans orta noktanın kayması veya değerin değişmesi hatta tetikleme sinyalinde veya fiziksel yapılarda bir bozukluk olduğunu gösterecektir.

İlerde sistemde tetikleme sinyalinden kaynaklana bilecek kaymalar veya kamera konum açılarının bozulması referans noktaları kontrol edilerek anlaşıla bilecektir.

3.4.2.2. Etiket Pozisyon ve Kayıklık Kontrolü

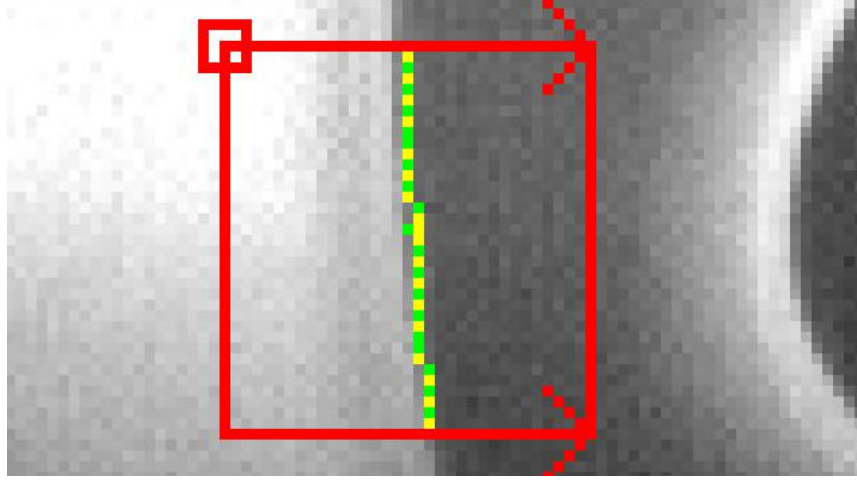
Etiketın pozisyon ve kayıklık kontrolü için ilk önce etiketın konum bilgilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Bu işlem için etiketın dört köşe bölgesinde belirlenen alanlarda ayırt sezimi algoritması uygulanarak belirlenen alanlar içerisinde kenar çizgisi bulunur. Şekil (3,14)'de ayırt sezimi algoritmasının uygulanacağı alanlar gösterilmiştir.



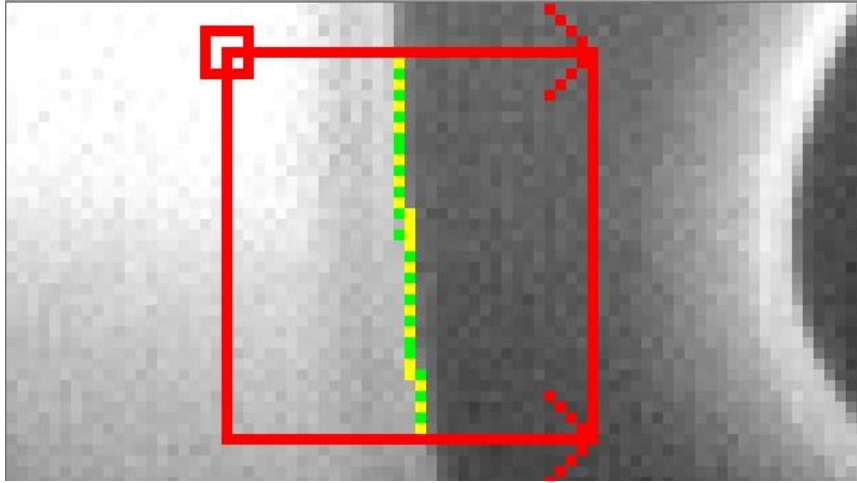
Şekil 3.14: 1,1 Litrelik Üründe Etiket Kenar Çizgileri Bulma Alanları

Uygulanan ayırt sezimi algoritmaların orijinal görüntüde birebir kenarları bulamadığı şekil (3,15)'dende görüldüğü gibi sapmalar olduğu görülmüştür. Bu nedenle her

belirlenen alana ayırıt sezimi algoritması uygulamadan önce kemirme operatörü uygulanarak ayırıt sezimi algoritmasının tam sonuç vermesi sağlanmıştır. Kemirme operatörü uygulandıktan sonraki ayırıt sezimi algoritmasının sonucu şekil (3,16)'de gösterilmektedir.



Şekil 3.15: Kemirme Operatörü uygulanmadan elde edilen kenar çizgisi



Şekil 3.16: Kemirme Operatörü uygulandıktan sonra elde edilen kenar çizgisi

Kamera yazılımı üzerinde dört köşede yapılan kenar çizgisi bulma işlemi sırası ile Top1, Top2 üst kenar çizgisi değerlerini, Bot1 ve Bot2 alt kenar çizgisi değerlerini vermektedir. Alınan bu değerler yazılımın senaryo kısmında ilgili bölümde yazılan hesap algoritması sayesinde hesaplanmış ve karar verilmesi için ilgili yazmaçtaki değerle aşağıda görüldüğü gibi karşılaştırılarak sonuç bilgisi elde edilmiştir.

Bu değerler ile etiket in st kenar hizası, alt kenar hizası, etiket yapışmasında kayıklık olup olmadığı hesaplanmış denklem (3,21)'den yararlanılarak ve ilgili yazmaçlardaki değerler ile karşılaştırılarak hatalı ya da hatasız kararı verilmiştir.

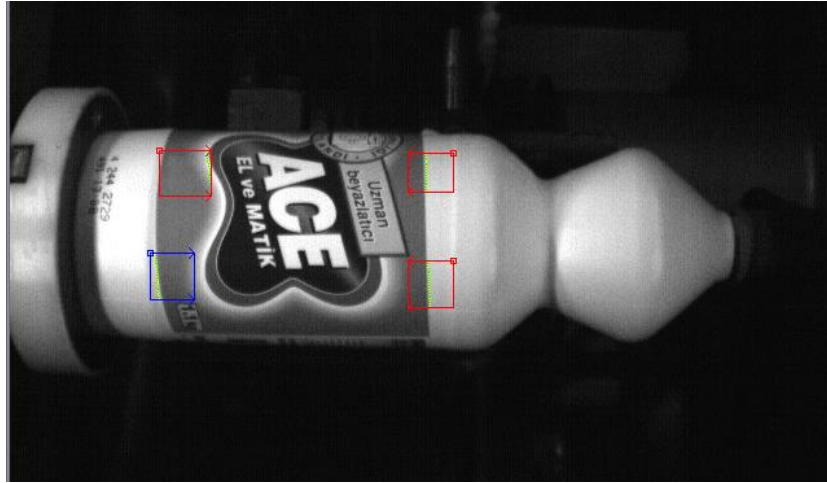
$$Labelalign = (Top1_{Position} - Top2_{Position}) \quad (3,21)$$

Kenar hiza kontrolleri için matematiksel bir işlem uygulanmamış değerlerin ilgili yazmaçlarda verilen limitler içinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

İlgili işlemlerin yapıldığı senaryo yazımı Ek-B'de baştan sona verilmiştir.

Etiket kenar kontrollerinde incelemenin dört köşeden yapılmasının başlıca nedenleri algoritma uygulama alanını küçölterek işlem hızını artırmak ve kayıklık sonuçlarını elde etmede kolaylık sağlamasıdır.

Etiket pozisyon hatası olan ürün rneği Şekil (3,15)'de görülmektedir. Elde edilen değerlerin senaryo yazılımında işlenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda ürüne hatalı ürün kararı verilmiştir.



Şekil 3.17: Etiket Pozisyon hatası bulunan ürün rneği

3.4.2.3. Etiket Var-Yok , Doğruluk ve Deformasyon Kontrolü

rn üzerinde var-yok, doğru etiket ve deformasyon kontrolü ürün etiket bölgesinde gri ton histogramı çıkartılarak her etiket için belirlenecek bir eşik değeri sonrasında histogramdan inceleme alanı içindeki yüzde beyaz alan bilgisi alınarak yapılır. Kullanılan etikete ait eşik değerine göre eşiklenmiş etiket bölgesi Şekil (3,18)'de gösterilmektedir.



Şekil 3.18: Eşikleme işlemi yapılmış etiket bölgesi

Bu alanda beyaz piksel saydırılarak alana göre yüzde oranı hesaplanarak elde edilen değer her farklı etiket için karakteristik bir değerdir. Bu değerden yararlanılarak elde edilen değer verilen limitler arasında olup olmadığı senaryo yazılımı içerisinde ilgili bölümde karşılaştırılarak etiket doğrulaması yapılır.

Aynı şekilde ve aynı yöntemle etikette oluşacak deformasyon beyaz alan yüzdesinde farklılık yaratacaktır.

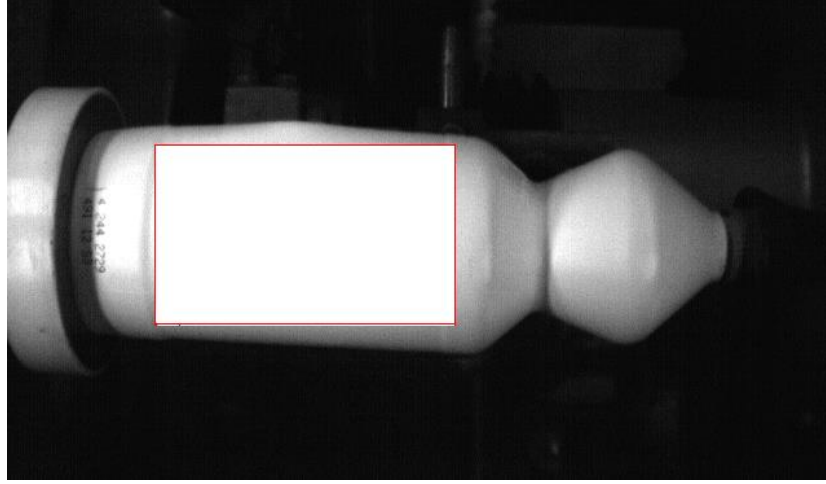
En son olarak etiketin olmaması durumunda elde edilen yüzde beyaz alan oranı %100 olacağından ve verilen limitlerin dışına çıkmış olacağından etiket var-yok kontrolü de aynı yazılım tarafından yapılır.

Etiket yüzey kontrolleri için matematiksel bir işlem uygulanmamış değerlerin ilgili yazmaçlarda verilen limitler içinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

İlgili işlemlerin yapıldığı senaryo yazılımı Ek-B’de baştan sona verilmiştir.

Sistem sonuç olarak yeğlilik açısından limitler dışında kalması durumunda etiket yüzey hatası vermektedir.

Etiketsiz yakalanan hatalı ürün örneği Şekil (3,19)’ da görülmektedir. Senaryo yazılımında karşılaştırılan değerler sonucunda üründe etiket yüzey hatası verilmiştir.



Şekil 3.19: Etiket Yüzey hatası olan ürün örneği

3.4.2.4. Etiket Yapışma Kontrolü

Etiket yapışma kontrolü öncelikle hatta kayık yapışmalar olabilmesi nedeni ile ayrıca referanslanarak yapışma bölgesinde yapılan beyaz alan kontrolü ile yapılmıştır Şekil (3,18). Testler ile belirlenmiştir ki özellikle yapışma bölgesinde yapışmama durumunda gölge oluşturulacak şekilde tasarlanmış aydınlatma ekipmanları sayesinde yapışmama durumunda yapışma alanında belirlenen eşik değerine göre yapılan eşikleme sonrasında uygulanan yeğinlik histogramında normalde %100 beyaz alan olması gereken alanda azalmalar görülür.



Şekil 3.20: Etiket yapışma alanı kontrolü

Etiket yapışma alanı kontrolü için matematiksel bir işlem uygulanmamış değerlerin ilgili yazmaçlarda verilen limitler içinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

İlgili işlemlerin yapıldığı senaryo yazımı Ek-B’de baştan sona verilmiştir.

Hat çevrim içi çalışırken alınan görüntüler arasında hatalı yapışma hatası olan ürün örneği Şekil (3,21)’de görüldüğü gibi analiz alanı beyaz alan oranı %100’den farklı bir değerdir.



Şekil 3.21: Hatalı yapışma

3.4.2.5. Kapak Var-Yok ve Pozisyon Kontrolü

Kapak pozisyon kontrolü ve var-yok kontrolü ilk önce ilgili alanda ayırıt sezimi algoritması uygulanır. İlgili alanda siyahtan beyaza keskin bir geçiş bulunduğu için kullanılan ayırıt sezim algoritması önışleme algoritmalarına gerek duymadan kapak alt kenarını bulmuştur Şekil (3,22).



Şekil 3.22: Kapak pozisyon kontrolü

Kapağın sağlam ve tam olduğunun kontrolü etiket yüzey kontrolünde kullanılan yöntemlerle yapılmaktadır. Kapakta olabilecek fiziksel bozukluklar ilgili alandaki beyaz alan yüzdesinde değişikliklere sebep olacaktır Şekil (3,23).



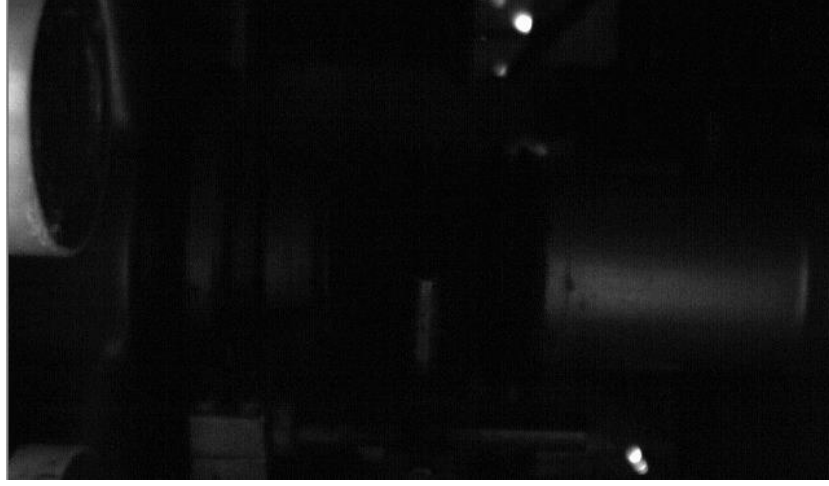
Şekil 3.23: Kapak alan kontrolü

Etiket yüzey kontrolleri için matematiksel bir işlem uygulanmamış değerlerin ilgili yazmaçlarda verilen limitler içinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

İlgili işlemlerin yapıldığı senaryo yazımı Ek-B’de baştan sona verilmiştir.

3.4.2.6. Kontrolü Yapılacak Ürün Olmama Durumu

Hattan bir kodlayıcı aracılığı ile alınan tetikleme sinyalleri tarafından çalışan kontrol sistemi hatta şişe yokken ya da şişeler aralıklı gelirken kolda şişe bulmadığı halde de kamera sistemlerini tetikleyecektir. Bu durumda alınan görüntü Şekil (3,24)’deki gibi olacaktır.



Şekil 3.24: Şişe olmama durumu

Bu durumda tüm analiz değerleri limitler dışında değerlendirilecek ve hatalı sinyali üretilecektir. Fakat pnömomatik kolun boş yere sinyal alması işletme tarafından ve sistem performansı açısından istenilen bir davranış değildir.

Bu davranışı engellemek amacıyla görüntü içerisinde şişe olup olmadığını algılayacak ayrı bir algoritma eklenmiştir. Bu amaçla etiket yüzey kontrol algoritmasının aynısı kullanılır ve bu durumda sadece şişenin olup olmadığını algılamak için uygulanan bölge şişe yokken tamamen siyah şişe varken tamamen beyaz olacak şekilde ayarlanır. Uygulama alanı şekil (3,25)'de gösterilmiştir. Bu durumda bu uygulamadan alınacak veri ile senaryo yazılımında en başta görüntü içerisinde şişe olup olmadığı alınan değer %75 ile karşılaştırılması ile belirlenerek, şişe yoksa hiç bir karar verme algoritması çalışmaz. Ve ayrıca normalde inceleme değerlendirme sonuçlarının görüntülediği alanda şişe yok uyarısı yazdırılır.

İlgili işlemlerin yapıldığı senaryo yazımı Ek-B'de baştan sona verilmiştir.



Şekil 3.22: Şişe belirleme alanı

3.4.3. Hatalı Ürünün Hattan Ayrılması İşlemi

Hat izlemeleri sonucunda görülmüştür ki ürünlerin silindirik yapısı nedeni ile hatalı ürünlerin hatalı bölümleri üç kamerada da görüntülenebilmekte ya da sadece iki kameranın görüntü alanında hatalı bölge yakalanabilmekte veya hatalı bölüm tek kameranın görüntü alanında da kalabilmektedir. Kameralarda oluşabilecek bozulma sırasında hatta kontrol sisteminin tamamen yitirilmemesini sağlamak amacı ile kameralar hatalı sinyali birbirinden bağımsız ve otomatik olarak üretecekler ve ilgili bağlantı bloklarından direk mevcut hattan atma sistemine iletilecektir. Gönderilecek hatalı ürün sinyalleri mevcut hattan atma sistem PLC'sine gönderilmektedir.

Hattan ayırma işlemini gerçekleştiren pnömatik kol ile her bir kamera arasında kalan ürün sayısı sabittir. Sağ kameradan geçen ürün için bu sayı beş orta kamera için dört ve sol kamera için üçtür. Sistem pnömatik kol önüne takılmış bir sayıcı sensör yardımı ile sağ kameradan gelecek hatalı ürün sinyali sonrasında sayıcı sensör önünden beşinci ürün geçerken pnömatik kolu tetiklemekte ve hatalı ürün hattan hatalı ürün konveyörüne geçirilmektedir. Aynı işlem orta kamera için dördüncü üründe sol kamera için üçüncü üründe yapılmaktadır. Birden fazla kameradan aynı ürün için gelecek hatalı ürün sinyali durumunda sistem PLC'si en sağdaki kameradan gelen sinyali işleme almakta diğer sinyalleri görmezden gelmektedir.

BÖLÜM 4. KULLANICI ARAYÜZÜ

4.1. Giriş

Tasarlanan görsel final kalite kontrol sisteminde önceki bölümlerin ilgili kısımlarında belirtilen nedenlerden ötürü kamera sistemlerine Ethernet üzerinden bağlanarak kameralara ürün seçim bilgisini gönderecek, ilgili ürün parametreleri veri tabanından okuyup otomatik olarak kamera sistemine yükleyecek, kamera analiz detaylarını çevrim içi kullanıcı ara yüzünde görüntüleyecek, gerektiği takdirde parametreler üzerinde sistem çalışır durumdayken değişiklik yapılmasına imkan sunacak, gerektiği takdirde üç kamerayı birbirinden bağımsız olarak devreye alıp çıkartacak, kamera sistemlerinden alınan değer ve karar bilgilerini analiz ederek kullanıcılara hat performansı hakkında istatistiksel veri sağlayacak ve kameraların aldıkları görüntüleri kullanıcı ara yüzünde istenildiğinde görüntüleyecek bir programa ihtiyaç duyulmaktadır.

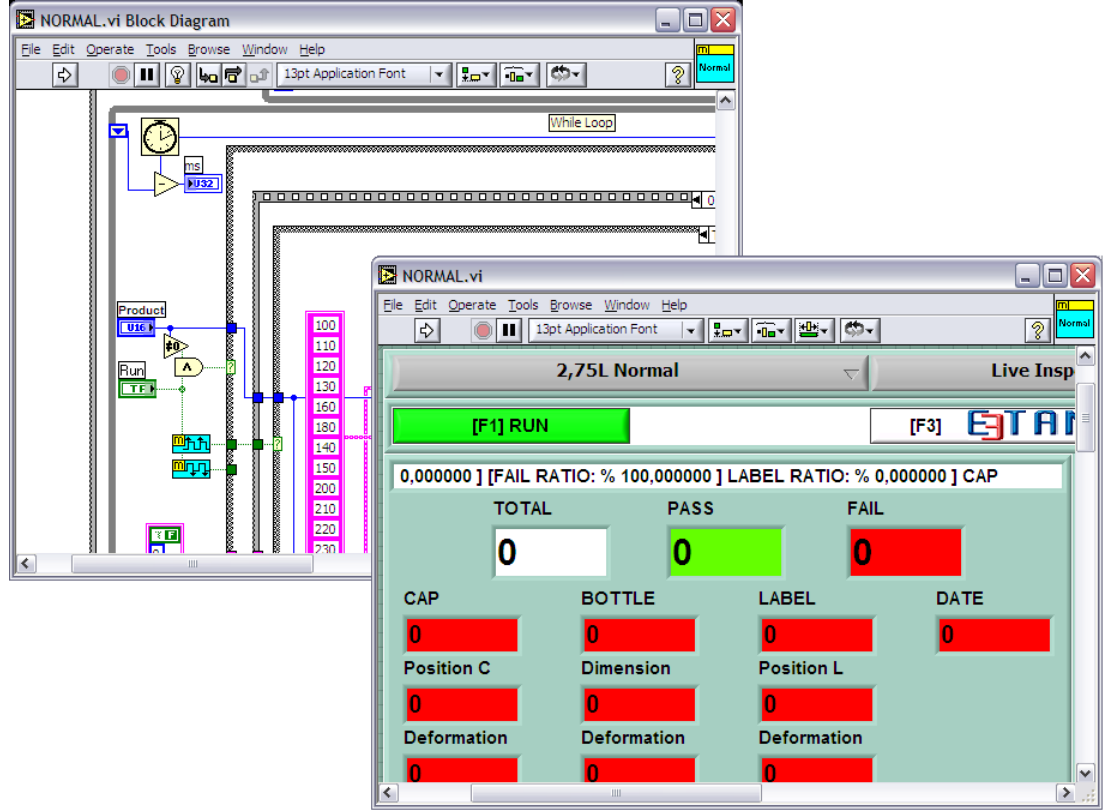
Bu işlemlerin sağlanması için hazırlanan yazılımın ileriki kısımlarda belirtilecek nedenlerden ötürü Labview yazılım geliştirme ortamında hazırlanmasına karar verilmiştir.

4.2. Labview Yazılım Geliştirme Ortamı

Labview National Instruments firması tarafından piyasaya sunulmuş çok kapsamlı, esnek, test ölçüm ve kontrol uygulamaları için hızlı bir grafiksel programlama dilidir. Diğer metin tabanlı programlama dillerine oranla karmaşıklıktan ve zorluktan uzak güçlü bir programlama yeteneği ve esnekliğine sahiptir. Test ve ölçme uygulamalarında, veri toplama ve kontrolünde, bilimsel araştırma ve çalışmalarında, işlem takibinde, fabrika otomasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Labview teknolojisi ile program geliştirmek için harcanan zaman fark edilir oranda azalır. Sistem tasarımında ihtiyaç duyulabilecek hemen hemen her tip fonksiyon Labview'da kullanıma hazırdır. Labview, üretkenliği dört ile on kat arasında arttırarak program geliştirmeye harcanan zamanı azaltır.

Ana iki pencereden oluşan Labview programında ön panel kullanıcı ara yüzünün görsel tasarımının yapıldığı bölüm olmaktadır. Blok diyagram paneli ise yazılımın algoritma kısmının oluşturulduğu bölümdür. Şekil (4.1)'de iki panel ve kullanım şekilleri gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Labview ön panel ve blok diyagram paneli

Labview programının önemli özelliklerinden biri veri akış programlama özelliğidir. Kullanılan ve G olarak adlandırılan patentli veri akış programlama modeli, metin tabanlı dillerin lineer mimarisinin karmaşıklığına nazaran son derece kullanışlıdır. İşletim sırası, arka arkaya metin sıraları şeklinde değil, bloklar arası veri akışı şeklindedir ve aynı anda paralel çalışan diyagramlar oluşturmak mümkündür. Labview ayrı yollardan farklı işler görebilen çok görevli yürütüm sistemidir.

Labview ile hazırlana programlara sanal enstrüman anlamına gelen VI adı verilmiştir. VI'ların tasarım modülerdir. Bu sayede tasarlanan VI'lar kendi başlarına koşturulabilir veya başka bir VI'nın parçası olarak kullanılabilir. Tasarlanan her bir VI için özgün ikon yaratılabilir. Böylece programlama akışı içinde değişebilecek ihtiyaçlara göre değişim imkanı veren bir yapı oluşur. Başka VI'larla birleştirilebilen

veya birbirleri ile değiştirilebilen VI'lar ve alt bölüm VI'ları bir hiyerarşı oluşturulabilir.

Pek çok uygulamada işletim hızı kritiktir. Labview, derlenmiş C programlama teknikleriyle karşılaştırılabilir işletim hızına sahip derleyicisi olan grafiksel programlamaya dayalı tek yazılım sistemidir. İçinde hazır bulunan profiller ile kodun kritik zamanlı bölümlerini analiz edip optimize edilebilmesi mümkündür. Sonuç olarak grafiksel programlama ile işletim hızından fedakarlık etmeden verimliliğin artırılmasına olanak sağlar.

Labview, ayrıca diğer uygulamalarla bağlantı kurmak için çok sayıda VI kütüphanesine de sahiptir. Herhangi bir DLL Labview'den ağrılabilceği gibi CodeLink kullanılarak C'de yazılmış senaryo dosyaları ve ActiveX kontrol veya dokümanına kolaylıkla ulaşılabilir. TCP/IP ve UDP network VI'lari ile uzaktan uygulamalarla bağlantı kurulabilir. Dinamik veri değişimi ile Labview da hazırlanan uygulama diğer Windows tabanlı uygulamalar ile entegre edilebilir.

4.3. Kullanıcı Arayüz Programı Blok Diyagramının Oluşturulması

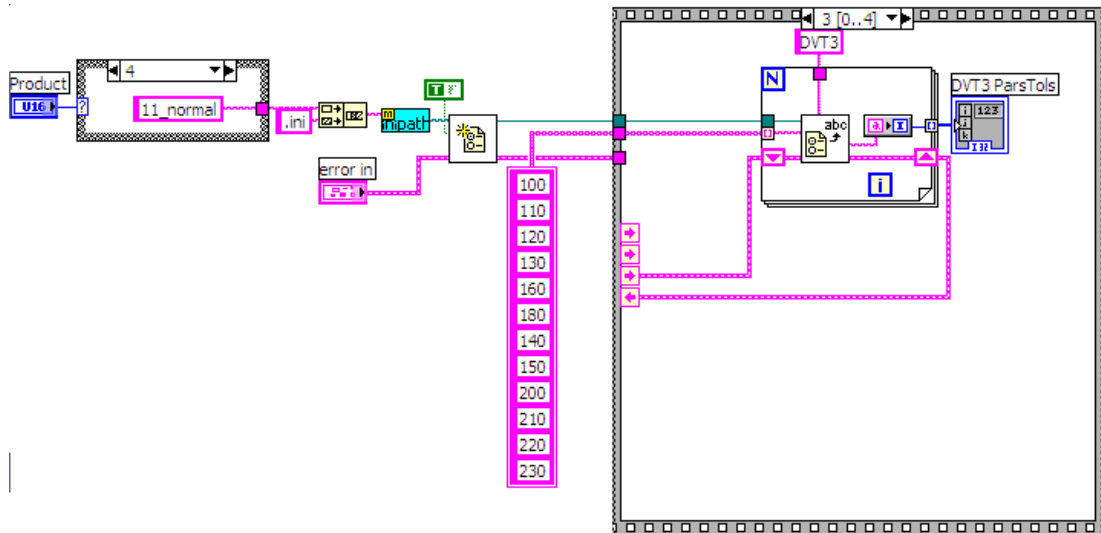
Kamera sistemleri sistem bilgisayarına ethernet üzerinden bağlanmaktadırlar. Sistem bilgisayarı ve üç kameranın kendilerine statik ait IP numarası bulunmaktadır. Bu numaralar sağ kamera için 192.168.0.1 orta kamera için 192.168.0.3 sol kamera için 192.168.0.2 ve bilgisayar için 192.168.0.4 olarak belirlenmiştir. Sistem yazılımında kolaylık sağlanması açısından sağ kameraya DVT1 adı sol kameraya DVT2 adı ve orta kameraya DVT3 adı verilmiştir. Veri yükleme ve veri alma işlemleri her kameraya sırasıyla seri şekilde uygulanmaktadır.

Sisteme veri yükleme ve sistemden veri alma işlemleri kamera özellikleri nedeniyle hazır komut listeleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu işlem sistem bilgisayarı tarafından ilgili kameraya ilgili komutun ethernet üzerinde gönderilmesi ve ardından cevabın okunması şekilde yapılmıştır.

Gönderilecek komutların kamera sistemleri tarafından anlaşılabilir formatta hazırlanıp yollanması gerekmektedir. Alınacak cevaplarda aynı şekilde alınan veri formatının açılımı yapılarak anlamlı hale getirilmektedir.

4.3.1. Seçilen Ürün Bilgisinin ve Ürün Parametrelerinin Sisteme Yüklenmesi

Kamera sistemlerine sistem bilgisayarından ürün seçiminin yapılması ve seçilen ürüne ait parametrelerin yüklenmesi aynı anda yapılmaktadır. Bu işlemin gerçekleştirilmesi için sistem ile yazılımı sistem ilgili ürün parametrelerini veritabanından alır. Şekil (4.2)'de görülen yazılım bölümünde kullanıcı arayüzündeki ürün seçim butonun seçimine istinaden ilgili ürün adı alınarak veritabanındaki ilgili dosyasına ulaşılır. Yazmaçlara yüklenecek parametreler sırasıyla alınarak kameralara gönderime hazır formata getirilir.



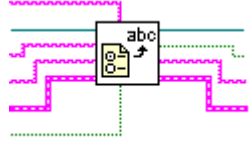
Veri tabanından parametrelerin okunması ve gönderime hazırlanması

üm bilgiler sistem yazılımının *ini* klasöründe kendi isimlerine sahip
turmaktadır. Ürün seçimi butonundan alına bilgi sayesinde ilgili ürün
ismi yazılım tarafından alınır .ini uzantısı ile birleştirilerek ürün parametre dosyası
ismi oluşturulur. Konfigürasyon bilgi açma işlemcisine Şekil (4.3) gösterildiği üzere
ürün ismi.ini dosyası sayesinde veritabanındaki ilgili dosyaya erişilir.

Şekil (4.2)'de görülen 100 ile 230 arasında değişen sayılar ilgili parametrelere ait yazmaç numaralarıdır. Alınan parametreler değerleri yazmaç numaraları ve ilgili kamera numaraları dizgi okuma işlemcisinde Şekil (4.4) giriş olarak verilir ve sonuçlar dizgiyi tam sayıya dönüştürme işlemcisinde Şekil (4.5) işlenerek bilgiler gönderilmeye hazır formata getirilir.



Şekil 4.3 : Konfigürasyon bilgisi açma işlemcisi

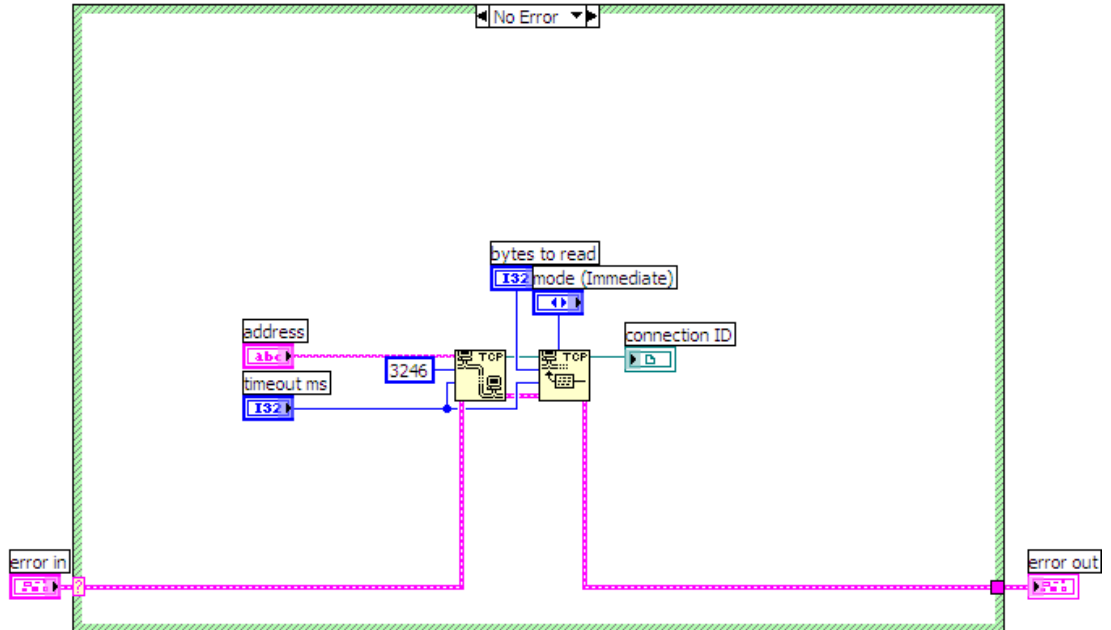


Şekil 4.4 : Dizgi okuma işlemcisi



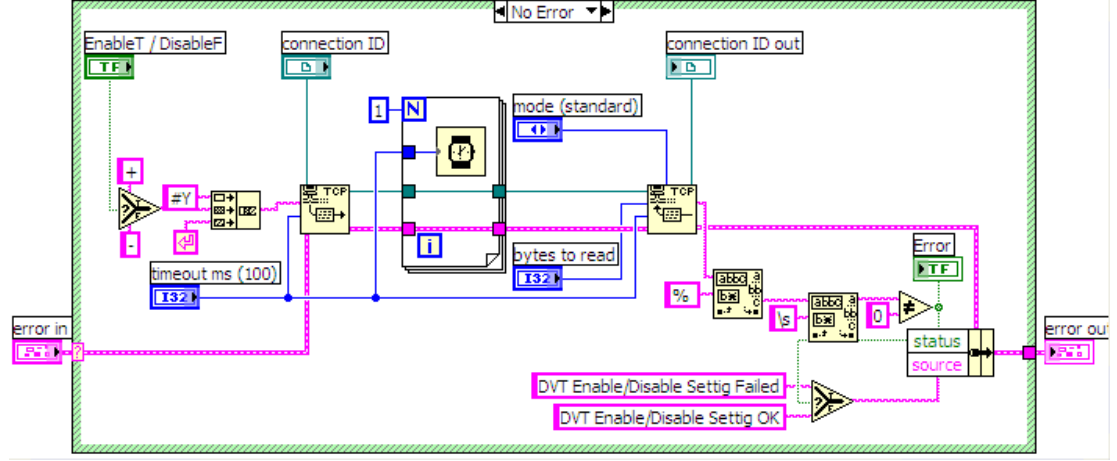
Şekil 4.5: Dizgi-tamsayı dönüştürücü işlemcisi

Hazırlanan verilerin komutla beraber kameraya gönderilebilmesi için ilk önce kameranın ilgili portu olan 3246 portunun açılması gerekmektedir. Bu işlem Şekil (4.6)'da gösterilmiştir.



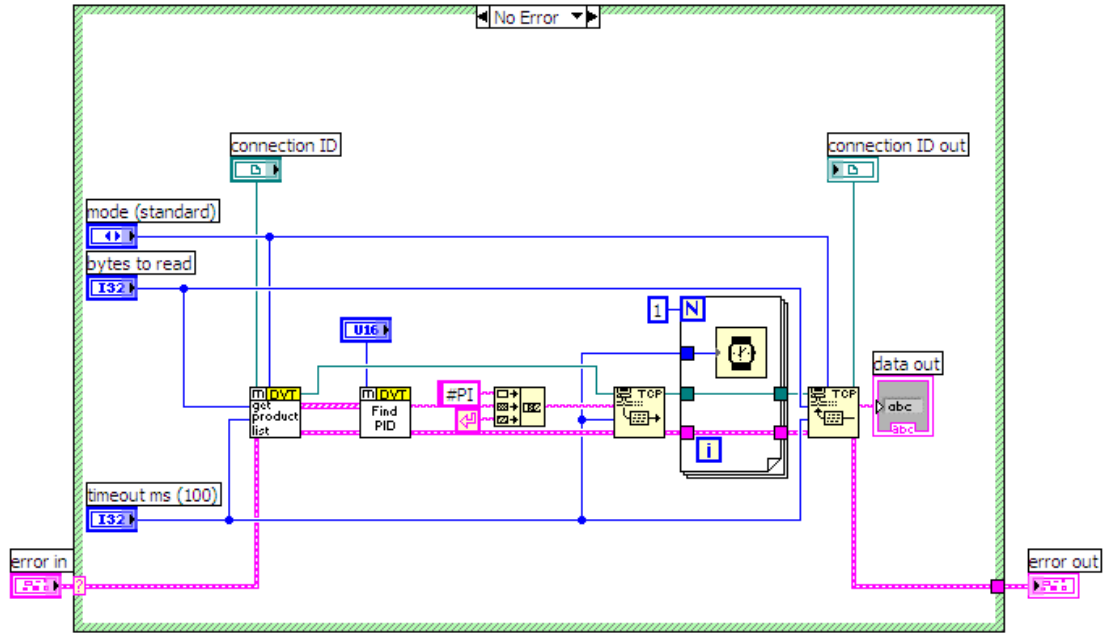
Şekil 4.6: DVT 3246 portunun açılması

3246 portunun açılmasından sonra kameraların gönderilecek veriyi alması ve işlemini sağlayabilmek amacıyla inceleme işlemi ilgili komut yollanarak durdurulur. İlgili komutun gönderilmesi görevini yapan alt program Şekil (4.7)'de gösterilmiştir. Aynı alt program ile verilerin gönderilmesi ve değerlerin set edilmesi sonrasında kameralar tekrar inceleme konumuna döndürülür.

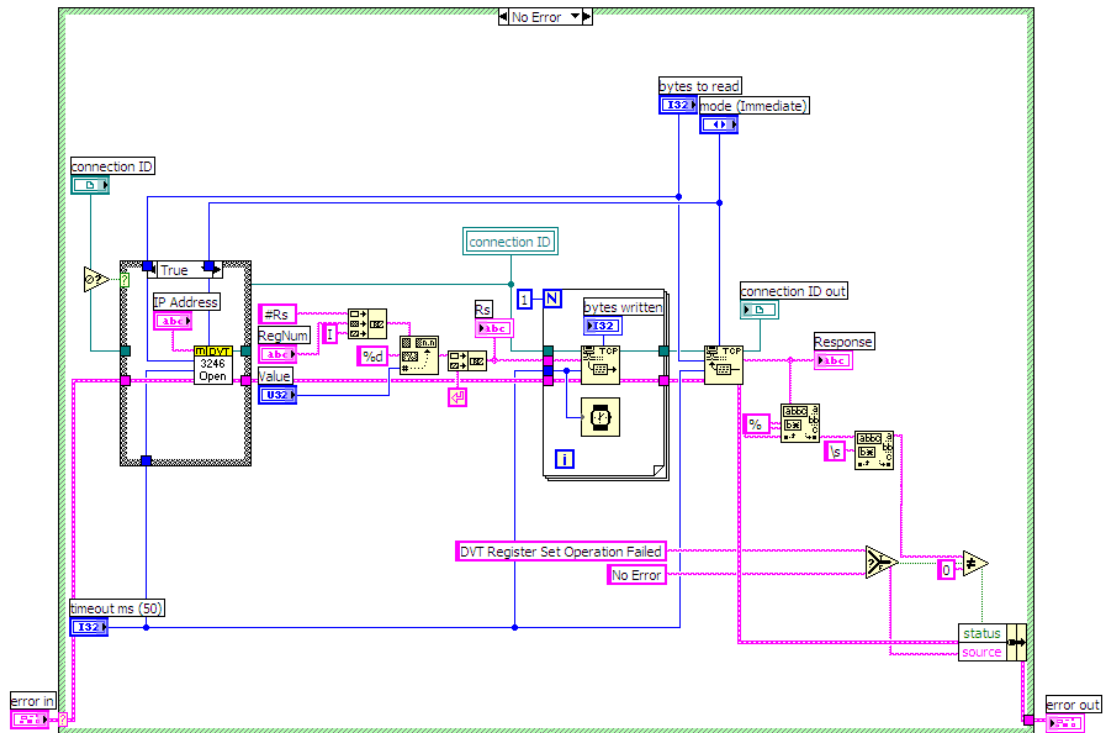


Şekil 4.7: Kameraları aktif ve pasif konuma getirme

Dördüncü basamak olarak veriler ürün seçim bilgisi ve ürün parametrelerini yazmaçlara yazılma komutları ile ilgili kameralara TCP yaz işlemcisi ile yollanır. Gönderim işleminin tamamlanması akabinde TCP okuma işlemcisi kullanarak gönderilen komutlara karşı kameraların vereceği cevaplar okunur. Bu veri gönderimi ve parametrelerin yazmaçlara yazılması işlemlerini gerçekleştiren alt programlar Şekil (4,8) ve Şekil (4,9)'da gösterilmiştir.



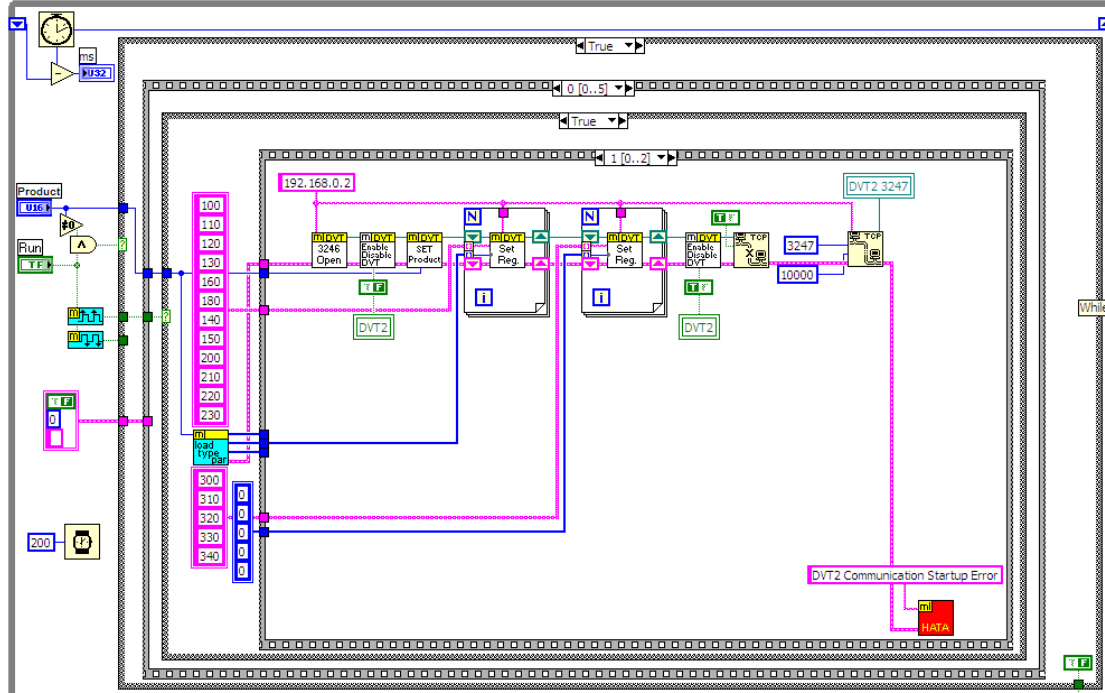
Şekil 4.8: Verilerin gönderilmesi



Şekil 4.9: Verilerin yazmaçlara yazdırılması

Verilerin yazmaçlara yazdırılması işlemi sonrasında kameralar tekrar aktif konuma getirilir, TCP bağlantısı kapatılır. Ve kameralardan veri alışının sağlanabilmesi için ilgili port 3247 ile TCP bağlantısı tekrar açılarak tüm sistemin seçilen ürün için çalışmaya hazır konuma getirilmesi işlemi tamamlanmış olur. Bu anlatılan işlem

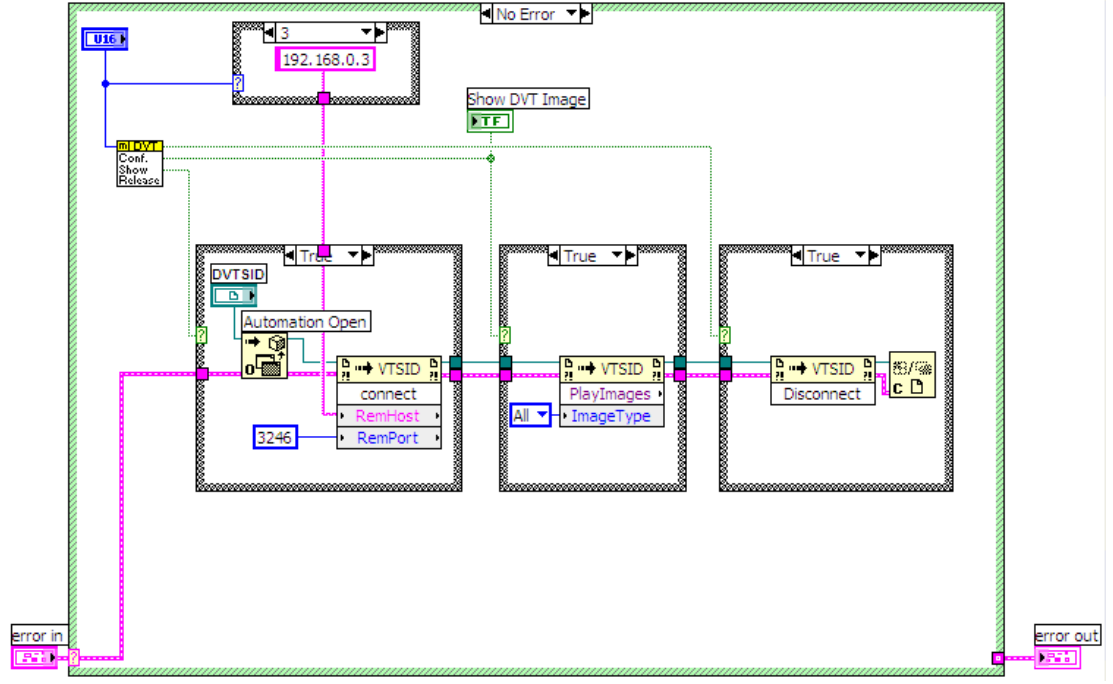
sırası sırasıyla DVT1 , DVT2 ve DVT3'e uygulanır. Ana programda yukarıda anlatılan alt programlar ile oluşturulmuş veri gönderme bölümünün ana hali Şekil (4.10)'da gösterilmiştir.



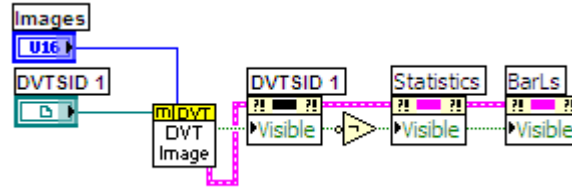
Şekil 4.10: Ana programda veri yükleme bölümü

4.3.2. Kameradan Görüntülerin Kullanıcı Arayüzünde Görüntülenmesi

Kullanılan kameraların bu işlemi gerçekleyebilmesi için hazırlanan opsiyon bulunmaktadır. Bu opsiyon kullanılarak kameradan görüntünün alınması ve kullanıcı ara yüzünde görüntülenmesi için hazırlanan alt program Şekil (4.11) ve Şekil (4.12)'de gösterilmiştir.



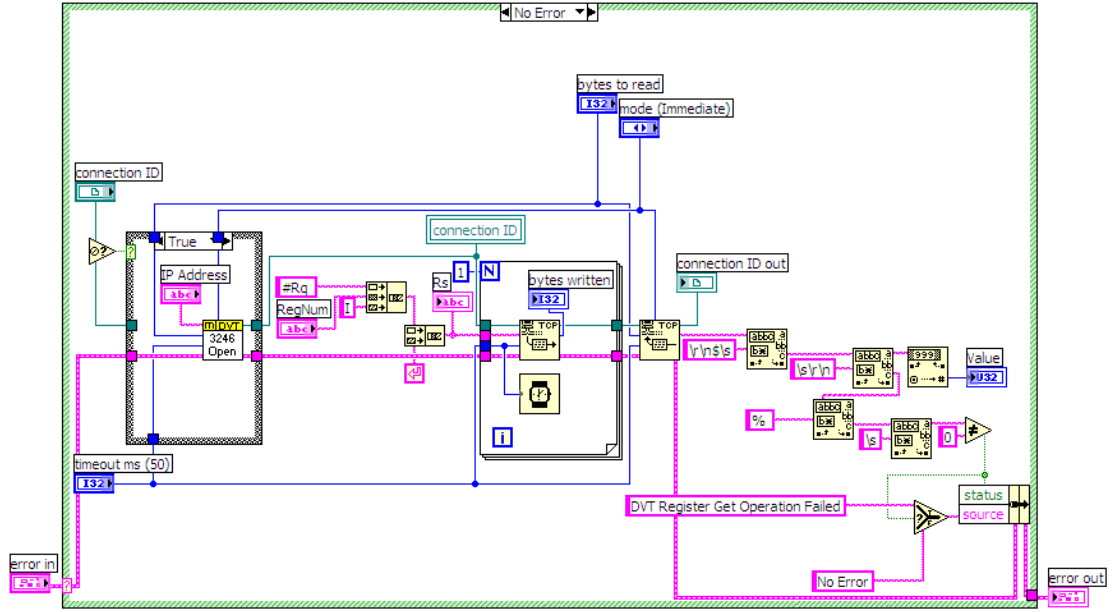
Şekil 4.11: Kamera görüntüsün aktarımı



Şekil 4.12: Kamera görüntüsün kullanıcı ara yüzünde görüntülenmesi

4.3.3. Kameradan Analiz Sonuç Değerlerinin Alınması ve Görüntülenmesi

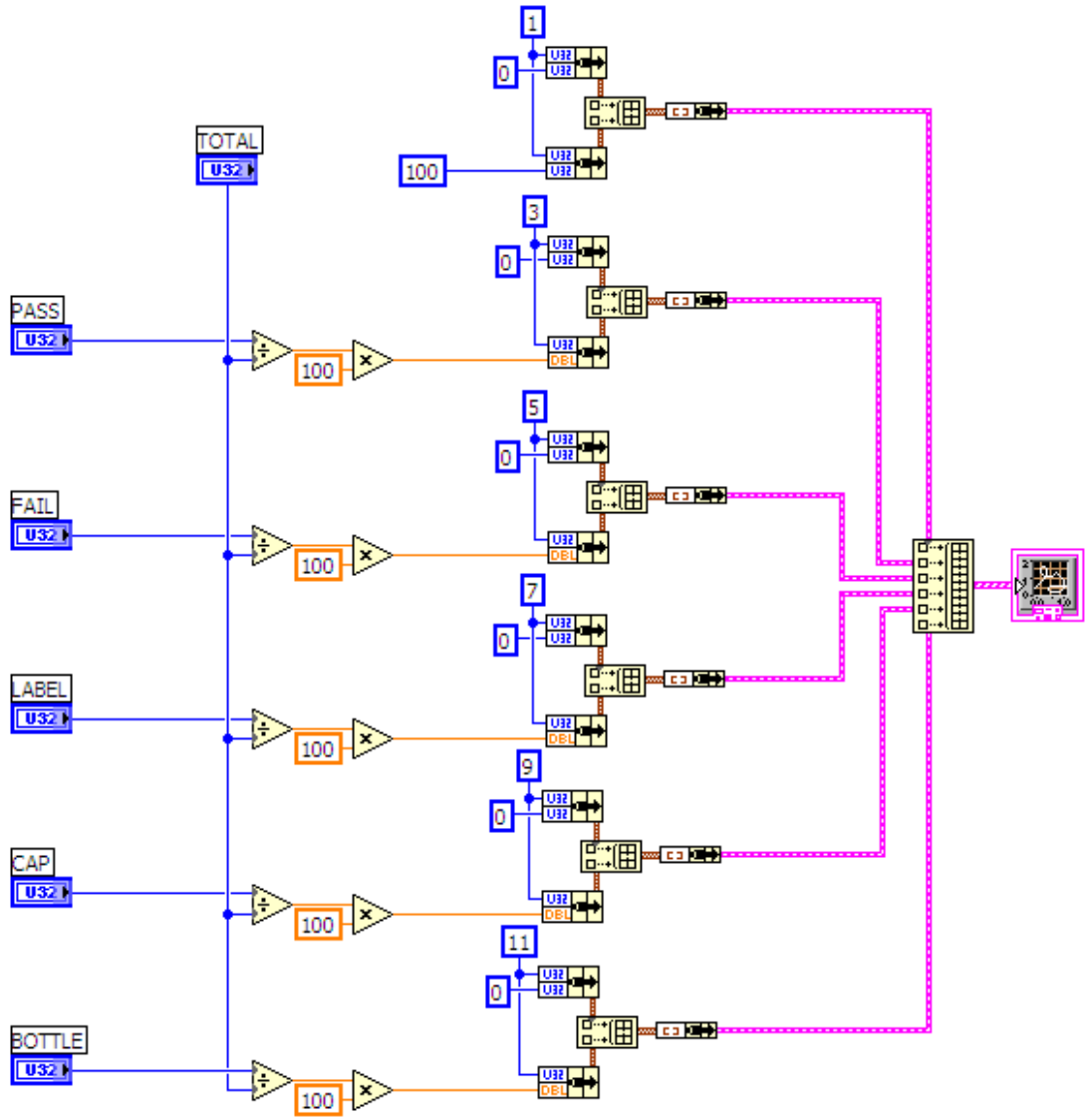
Kameraların inceleme sonuçlarında elde ettikleri değerler ilgili yazmaçlardan okunarak elde edilir. Bu işlem mekanizma olarak yazmaçlara veri yazmaya çok benzer tek farkı yazmaçlara veri yazmak için değil okumak için kullanılan komut kameralara gönderilir. Kamera yazmaçlarından veri okunması için hazırlanan alt program Şekil (4,13)'deki gibidir.



Şekil 4.13: Kamera yazmaçlarında veri okuma işlemi

Kısaca kameraların ilgili 3246 portları açılmış, yazmaçlardan veri okumayı sağlayan komut kameranın anlayabileceği formatta düzenlenerek TCP yaz işlemcisiyle kameralara gönderilmiş, ardından alınacak cevapların okuna ilmesi için TCP oku işlemcisi kullanılmıştır. Son olarak ta gelen cevap bilgisi anlaşılabilir formata dönüştürülerek kullanılabilir duruma getirilmiştir.

Okunan yazmaç değerlerinin kullanıcı ara yüzünde görüntülenmesi Şekil (4.14)'de gösterilen hazırlanmış alt program sayesinde yapılabilmektedir. Alınan yazmaç değerleri kullanıcı ara yüzünde kendilerine yer verilen alanlarda görüntülenmektedirler.

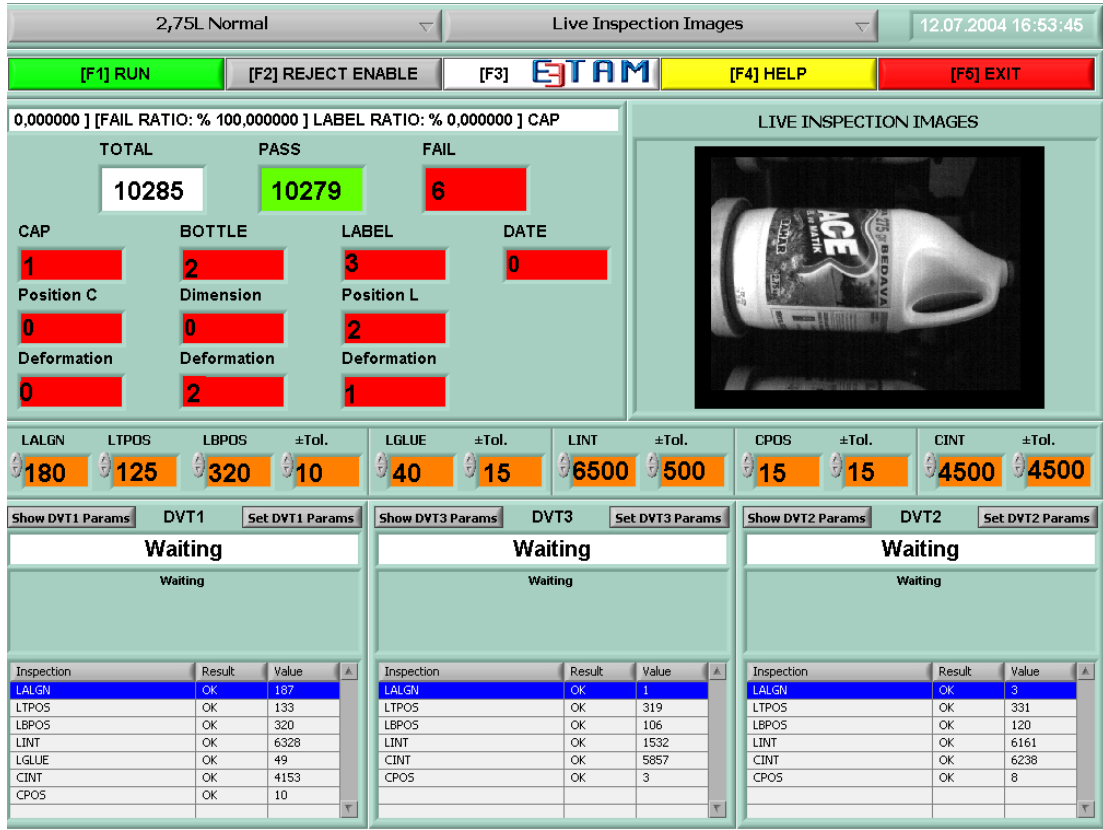


Şekil 4.18: İstatistiksel Verilerin Grafik Ekranda Gösterimi

4.4. Kullanıcı Arayüz Programı Ön Panelinin Oluşturulması

Kullanıcı ara yüz ön paneli sistem yazılımının kullanıcılar tarafından görülecek ve kullanılacak kısımdır. Kullanıcılara sistem çalışması hakkında bilgi verirken sisteme müdahale seçeneği de sunan bu kullanıcı ara yüzü ön panel görüntüsü Şekil (4.19)'daki gibi tasarlanmıştır.

Labview programının özelliği olarak blok diyagramda hazırlanan tüm tuş, buton, gösterge, grafik gibi elemanların ön panelde karşılıkları otomatik olarak çıkmaktadır. Ön panel elemanlarının ayrıca blok diyagram elemanlarına referanslanması gerekmemektedir. [21]

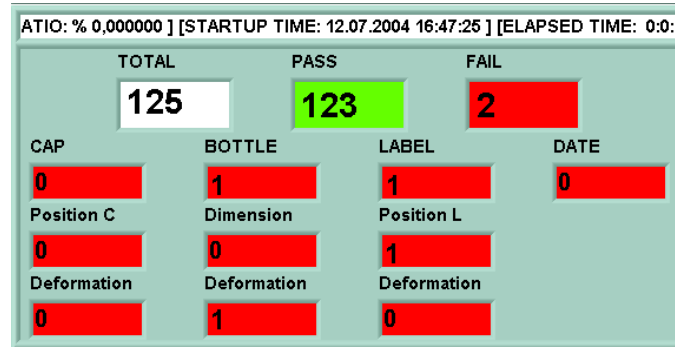


Şekil 4.19: Kullanıcı ara yüz ön paneli

4.4.1. Göstergeler

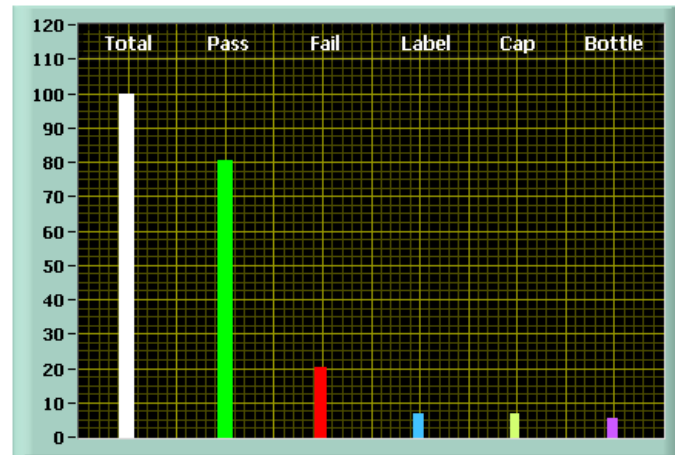
Sistem kullanıcı ara yüzü ön panelinde 4 gösterge bölümü bulunmaktadır. Sayaçlarda üç kameradan toplanan veriler yansıtılır ara yüz ön paneli sistem yazılımının kullanıcılar tarafından görülecek ve kullanılacak kısmıdır.

Birinci sayaçlar bölümü Şekil (4.20)'de gösterilmiştir. Kayan yazı şeklinde performans yüzdeleri gösterilmektedir. Toplam , hatasız ve hatalı isimli kutucuklarda sırasıyla, toplam incelemeden kaç şişe seçtiği, kaçının hatasız ve kaçının hatalı olduğu gösterilir. Bu bölümün altında yer alan kırmızı kutucuklarda ise sistemde yakalanan kapak hatası, kapak pozisyon hatası, kapak deformasyon hatası, şişe hatası, şişe boyut hatası, şişe deformasyon hatası,etiket hatası, etiket pozisyon hatası ve etiket deformasyon hata sayısı ayrı ayrı belirtilir



Şekil 4.20: Sayaçlar

Şekil (2.21)'de gösterilen istatistiksel grafik ekranında sayaçlardan alınan değerler istatistiksel olarak yorumlanır ve grafiksel olarak görüntülenir. Toplam, hatasız, hatalı, etiket, kapak, şişe (İncelenen toplam şişe, hatasız şişe , hatalı şişe, etiket hatası, kapak hatası, şişe hatası) değerleri yüzde olarak farklı renklerdeki çubuklarla gösterilir her çubuğun üstünde simgelediği değer ismi bulunmaktadır.



Şekil 4.21: İstatistiksel grafik ekranı

Sistemde her ürün incelemesi başlarken kameralar üzerindeki programlara ürüne özel parametreler yüklenir. Ürün seçimi sırasında bu işlemi sistem otomatik olarak yapmaktadır. Kameralara otomatik yüklenen bu parametrelerin kullanıcı ara yüzünde görüntülenmesi için ilgili kameranın kutusunda bulunan parametreleri göster butonu tıklanmalıdır. Her kameranın kendine ait parametre göster butonu bulunur. Hangi kameranın parametreleri gösteriliyorsa ilgili kamera tuşu yanıp söner. Parametrelerin gösterge alanı Şekil (4.22)'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22: Parametre göstergeleri

Her kameranın o anki durumunu eşzamanlı olarak gösteren şekil (4.24)'deki gibi 3 gösterge bulunur. Kamera durumları ilgili kamera ismi altında kamera analiz yapıyorsa incelemede, gelecek işiye beliyor ise beklemede, analiz sonucu belirlenmiş ise hatalı veya hatasız ürün durum isimleri gösterilerek operatöre bilgi verilir.



Şekil 4.23: Kamera durum göstergeleri

Kameralar her inceleme sonrasında analiz sonuçları ilgili kamera ismi altındaki sonuç tablolarından gösterilir. İnceleme noktası o noktada analiz sonucu değeri ve analiz sonuç kararı yer almaktadır. Üç kamera için üç ayrı sonuç tablosu bulunmaktadır. Tablo yanındaki buton kullanılarak sonuç tablosu aşağı ve yukarı hareket ettirilebilir. Şekil (4.24)

Inspection	Result	Value
LALGN	OK	2
LTPOS	OK	359
LBPOS	OK	99
LINT	OK	2946
CINT	OK	4995
CPOS	OK	11

Şekil 4.24: Analiz sonuç göstergeleri

BÖLÜM 5. SONUÇLAR, GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

5.1. Sistem Tasarımı Esnasındaki Zorluklar, Öneriler

Hazırlanan görsel final kalite kontrol sisteminin mevcut etiketleme makinesi içine adapte edilebilecek şekilde tasarlanmasının gerekliliği mevcut fiziksel koşullar sınırlayıcı bir etken olmuştur.

Etiketleme için özel üretilmiş makine içerisinde donanımın kurulumu için kısıtlı alan olması, özellikle makine başlıklarının ürün kapak bölümünün büyük bir parçasını kaplaması ve kafa başlıklarının geometrik şekli nedeni kapaksız ürünlerde kapak bölümünü tamamen kapaması gibi etkenler tasarım aşamasında zorluklar doğurmuştur.

Ayrıca makine içindeki sürekli sıcak yapışkan sıçraması ve ürün sıvısının dağılımı her ne kadar tüm ürünler su geçirmez dayanıklı özel konstrüksiyonlar ile korumaya alınmış olsalar da koruma kutularının üzerine sıçramakta ve kısa bir süre içerisinde kamera camlarında ve aydınlatma üzerlerinde lekeler oluşturmaktadırlar. Aydınlatma üzerinde oluşan kirlilik uzun zaman giderilmez ise aydınlatma parlaklığında bozulmalar yaratması sistem performansını düşürmektedir. Kamera camına gelen özellikle yapışkan damlaları kamera görüntüsünde yabancı madde olarak algılanması nedeniyle sistem performansını birebir etkilemekte ve sürekli kamera camları temizlenmez ise oluşan lekeler nedeni ile hatasız ürünlerde hatalı kararının verilmesine yol açmaktadır.

Yukarda belirtilen sebepler nedeni ile tasarlanacak kalite kontrol sistemlerinin mevcut etiket makinesi içine adaptasyonu yerine ayrıca bir kalite kontrol makinesinin tasarlanmasının edilmesinin sistem performansı ve sürekliliği için daha uygun olduğu görüşüne varılmıştır.

5.2. Genel Değerlendirme ve Sonuçlar

Bu çalışmada, uygulama projesi başarı ile tamamlanmış ve bir aylık test üretiminden yüzde yüz performans ile geçmiştir. Tasarlanan ve endüstriye uygulanan bu proje kullanıcı firmanın piyasaya hatalı ürün gönderme riskini sıfıra indirmekle beraber üretim hattı performansı içinde otomatik ve doğru veriler sağlamıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada yapay görme teknolojisi kullanılarak her paketleme sektörün her türlü ürünün etiket ve yapısal kalite kontrolünün başarılabileceğini gösterilmiştir. Bu tür bir proje her türlü plastik ve cam şişe üzerindeki hataları kolaylıkla algılayarak hatalı ürünlerin üretim hatlarından otomatik olarak kolaylıkla uzaklaştırılmasında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ömeroğlu, S., Akıncı, M., 2004. Yapay Görme Teknolojisi Nedir? - www.e3tam.com
Automation Days seminars, Yıldız Teknik Üniversitesi. ISTANBUL, 16-18 KASIM
- [2] Ömeroğlu, S., Akıncı, M., 2004. Makina Görme Sistemleri
-www.e3tam.com
Automation Days seminars, Yıldız Teknik Üniversitesi. ISTANBUL, 16-18 KASIM.
- [3] Gale Group, 2004. Eye of Industry
-www.findarticles.com
- [4] Gale Group, 2005. Machine Vision Provides Label Inspections
-www.findarticles.com
- [5] Suffi, R., Traxler, M., 2005. Packagers choose Machine Vision Quality Inspection -
-www.packaging.omron.com
Germany , Omron Electronics LLC..
- [6] Loehner, T., 2000. What is Machine Vision?
-www.dvtsensors.com
Germany , DVT Cooperation Support Center.
- [7] Toklu, D., 1999. Choosing a camera
-www.ni.com
USA , National Instruments.
- [8] Stack, J., 2002. Industrial Optics and Fundamentals
Sensors Magazine September 2002 Vol.22 No:12

- [9] **Adams, L.** , 2005. ,Imaging is the key for production lines
Advanced Imaging Magazine July/Agust 2005,,8-9.
- [10] **Wilson, A. ve Morse, F.**, 2005. Machine Vision speeds auto-parts inspection,
Vision System Design Dergisi Ekim 2005sayısı,syf.25.
- [11] **Wilson A.** , 2004. NIWeek machine-vision applications highlights of this year,
Vision System Design Dergisi Aralık 2004sayısı,syf47-55..
- [12] National Instruments Measurement and Automation Catalog 2004 Vision Part
- [13] **Ömeroğlu, S., Akıncı, M.**, 2004. Makina Görme Uygulamalarında Aydınlatma
-www.e3tam.com
Automation Days seminars, Yıldız Teknik Üniversitesi. ISTANBUL, 16-18 Kasım
- [14] **Shiver , A.**, 2003, Integrating Data acquisition tools to accomplish an automation course project.
2003 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. Prudue School of Engineering and Technology.
- [15] **Jain, R., ve Schunck, B.G.**, 1995. *Machine Vision*, New York : McGraw-Hill, 1995
- [16] **Wesley, E., ve Hairong, Q.i.**, 1994. *Machine Vision*, New York : Cambridge University Press, 2004
- [17] **Fisher, B.**, 2005 Image Processing learning resources 2005, School of Informatics
– [www.homepages. Inf.edu. ac.uk/rbf](http://www.homepages.inf.ed.ac.uk/rbf)
- [18] **Umbaugh, S.**, 1999, Computer vision and image processing, USA: Printes Hall PTR, 1999
- [19] **Klimger, T.**, 2003, Image processingwith Labview and imaq vision, USA: Printes Hall PTR 1999
- [20] **Gonzales C. R., ve Woods, E. R.**, 2002, Digital Image Processing, second detion, USA: Printes Hall PTR, 2002

[21] **Travis, J., ve Wells K. L.**, 1997, Laview for everyone, USA: Printes Hall PTR 1997

EK-A ELEKTRİKSEL BAĞLANTI ŞEMALARI

Elektriksel bağlantı şemaları E-PLAN programında hazırlanmıştır. Program üzerinde alına çıktılar ileriki sayfalarda bulunmaktadır.

EK-B KAMERA SİSTEMİNDE KULLANILAN SENARYO PROGRAMI

```
class scr
{
public void inspect()
{
long b=1<<24, startup, elapsed;
startup = clock();
// ÜRÜN BULUNMAMA DURUMUNDA HATALI ÜRÜN SINYALININ
VERILMASINI ÖNLEYEN BOLUM
if (BOTTLE.MaxIntensity < 75)
{
scr.Result = PASS;
scr.String = "Bottle_Not_Exist ";
SetOutputs(0,b);
sleep (200);}
else
{
if (((CRef_LtoR.Result>=0 && CRef_RtoL.Result>=0) && (CRef.Result>=0
&& Bot2.Result>=0))&&((Top2.Result>=0 && Cap.Result>=0) && (Top1.Result>=0
&& Bot1.Result>=0)))&&(LabelInt.Result>=0 && CapInt.Result>=0)){
////////////////////////////////////
//YAZMACLAR VE ILGILI YAZMAC DEĞERLERİ
//ETIKET YAZMACLARI
int
labelalignset,labeltopset,labelbotset,labelpostol,labelintset,labelinttol,labelglueset,labelgl
uetol;

labelalignset = RegisterReadInteger(100);
labeltopset = RegisterReadInteger(110);
labelbotset = RegisterReadInteger(120);
labelpostol = RegisterReadInteger(130);
labelintset = RegisterReadInteger(140);
labelinttol = RegisterReadInteger(150);
labelglueset = RegisterReadInteger(160);
labelgluetol = RegisterReadInteger(180);
//KAPAK YAZMACLARI :
int capposset,cappostol,capintset,capinttol;
capposset = RegisterReadInteger(200);
cappostol = RegisterReadInteger(210);
capintset = RegisterReadInteger(220);
capinttol = RegisterReadInteger(230);
```

```

//HATA YAZMACLARI
    int
labelposeerror,labelinterror,labelglueerror,capposeerror,capinterror;
    labelposeerror = RegisterReadInteger(300);
    labelinterror = RegisterReadInteger(310);
    capposeerror = RegisterReadInteger(330);
    capinterror = RegisterReadInteger(340);
////////////////////////////////////
    //ETIKET KAYIKLIK KONTROLÜ
        int labelalign, labelalignUL, labelalignAL;
        boolean labelalignSTAT;
        String LBLALGN;
labelalign = (Top1.Position.X - Top2.Position.X);
labelalignUL = labelalignset + labelpostol;
labelalignAL = labelalignset - labelpostol;
labelalignSTAT = ((labelalign<=labelalignUL)&&(labelalign>=labelalignAL));
        if (labelalignSTAT)
        {LBLALGN = "LALGN_" + "OK_" + DoubleToString(labelalign , 0);}
        else
        {LBLALGN = "LALGN_" + "NG_" + DoubleToString(labelalign , 0);}
////////////////////////////////////
    // ETIKET ÜST KENAR KONUM KONTROLÜ.
        int labeltop, labeltopUL, labeltopAL;
        boolean labeltopSTAT;
        String LBLtPOS;
labeltop = Top2.Position.X;
labeltopUL = labeltopset + labelpostol;
labeltopAL = labeltopset - labelpostol;
labeltopSTAT= ((labeltop<=labeltopUL) && (labeltop>=labeltopAL));
        if (labeltopSTAT)
        {LBLtPOS = "LTPOS_" + "OK_" + DoubleToString(labeltop , 0);}
        else
        {LBLtPOS = "LTPOS_" + "NG_" + DoubleToString(labeltop , 0);}
////////////////////////////////////
    // ETIKET ALT KENAR KONUM KONTROLÜ.
        int labelbot, labelbotUL, labelbotAL;
        boolean labelbotSTAT;
        String LBLbPOS;
labelbot = Bot2.Position.X;
labelbotUL = labelbotset + labelpostol;
labelbotAL = labelbotset - labelpostol;

```

```

        labelbotSTAT = ((labelbot<=labelbotUL) && (labelbot>=labelbotAL));
        if (labelbotSTAT)
        {LBLbPOS = "LBPOS_" + "OK_" + DoubleToString(labelbot , 0);}
        else
        {LBLbPOS = "LBPOS_" + "NG_" + DoubleToString(labelbot , 0);}
//////////
// ETIKET POZISYON KONTROLLERİNDA HATA VARSA BİR ARTIRILACAK
YAZMAC.
        if ((labelalignSTAT && labeltopSTAT) && labelbotSTAT)
        {
        }
        else
        {labelposerror += 1;RegisterWriteInteger(300,labelposerror);}
//////////
//ETIKET YEGINLIK KONTROLÜ.
        int labelint, labelintUL, labelintAL;
        boolean labelintSTAT;
        String LBLINT;
        labelint = LabelInt.Percent;
        labelintUL = labelintset + labelinttol;
        labelintAL = labelintset - labelinttol;
        labelintSTAT = ((labelint<=labelintUL) && (labelint>=labelintAL));
        if (labelintSTAT)
        {LBLINT = "LINT_" + "OK_" + DoubleToString(labelint , 0);}
        else
        {LBLINT = "LINT_" + "NG_" + DoubleToString(labelint , 0);labelinterror += 1;
        RegisterWriteInteger(310,labelinterror);}
//////////
//KAPAK POZISYON KONTROLÜ.
        int cappos, capposUL, capposAL;
        boolean capposSTAT;
        String CAPPOS;
        cappos = Cap.Distance;
        capposUL = capposset + cappostol;
        capposAL = capposset - cappostol;
        capposSTAT=((cappos<=capposUL)&&(cappos>=capposAL));
        if (capposSTAT)
        {CAPPOS = "CPOS_" + "OK_" + DoubleToString(cappos , 0);}
        else
        {CAPPOS = "CPOS_" + "NG_" + DoubleToString(cappos , 0); capposerror += 1;
        RegisterWriteInteger(330,capposerror);}
//////////

```

```

//KAPAK YEGINLIK KONTROLÜ.
int capint, capintUL, capintAL;
boolean capintSTAT;
String CAPINT;
capint = CapInt.Percent;
capintUL = capintset + capinttol;
capintAL = capintset - capinttol;
capintSTAT = ((capint<=capintUL) && (capint>=capintAL));
if (capintSTAT)
{CAPINT = "CINT_" + "OK_" + DoubleToString(capint , 0);}
else
{CAPINT = "CINT_" + "NG_" + DoubleToString(capint , 0);capinterror += 1;
RegisterWriteInteger(340,capinterror);}
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//SONUCLARIN GOSTERIMI
String LBLCNT = "£LBLposCNT"+"_" +DoubleToString(labelposeerror , 0)+"
£LBLintCNT"+"_" +DoubleToString(labelinterror , 0);
String CAPCNT = "£CAPposCNT"+"_" +DoubleToString(capposerror , 0)+"
£CAPintCNT"+"_" + DoubleToString(capinterror , 0);
scr.Distance = (100 - (clock() - startup));
sleep (100 - (clock() - startup));
if (((labelalignSTAT && labeltopSTAT)&&(labelbotSTAT
&&labelintSTAT))&&(capintSTAT && capposSTAT))
{
scr.Result=PASS;
scr.String=LBLALGN +" " + LBLtPOS +" " + LBLbPOS +" " + LBLINT + " " + CAPINT
+" " + CAPPOS +" " + LBLCNT +" " + CAPCNT ;
}
else
{
scr.Result=FAIL;
scr.String=LBLALGN +" " + LBLtPOS +" " + LBLbPOS +" " + LBLINT + " " + CAPINT
+" " + CAPPOS +" " + LBLCNT +" " + CAPCNT ;
SetOutputs(b,0);
sleep(100);
SetOutputs(0,b);
}
}
else
{
scr.Distance = (100-(clock() - startup));

```

```

sleep (100 - (clock() - startup));
int labelposerror,labelinterror,labelglueerror,capposerror,capinterror;
labelposerror = RegisterReadInteger(300);
labelinterror = RegisterReadInteger(310);
capposerror = RegisterReadInteger(330);
capinterror = RegisterReadInteger(340);
labelposerror += 1;
RegisterWriteInteger(300,labelposerror);
String LBLCNT = "£LBLposCNT"+"_" +DoubleToString(labelposerror , 0)+"
£LBLintCNT"+"_" +DoubleToString(labelinterror , 0);
String CAPCNT = "£CAPposCNT"+"_" +DoubleToString(capposerror , 0)+"
£CAPintCNT"+"_" + DoubleToString(capinterror , 0);
scr.Result=FAIL;
scr.String="LALGN_NG_-1 LTPOS_NG_-1 LBPOS_NG_-1 LINT_NG_-1
LGLUE_NG_-1 CPOS_NG_-1 CINT_NG_-1"+" "+ LBLCNT +" "+ CAPCNT ;
SetOutputs(b,0);
sleep(100);
SetOutputs(0,b);
}
}
}
}
//Etiketin yapıştığını kontrol eden intensy sensordeki dark field bu aralıkta olmalı.
    int labelglue, labelglueUL, labelglueAL;
    boolean labelglueSTAT;
    String LBLGLUE;
    labelglue = Glue.Percent;
    labelglueUL = labelglueset + labelgluetol;
    labelglueAL = labelglueset - labelgluetol;
    labelglueSTAT = ((labelglue<=labelglueUL) && (labelglue>=labelglueAL));
    if (labelglueSTAT)
    {LBLGLUE = "LGLUE_" + "OK_" + DoubleToString(labelglue , 0);}
    else
    {LBLGLUE = "LGLUE_" + "NG_" + DoubleToString(labelglue , 0);labelglueerror += 1;
RegisterWriteInteger(320,labelglueerror);}

```

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İstanbul’da doğdu. 1998 yılında Ümraniye Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. Lisans eğitimini 1998-2002 yılları arasında, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümünde tamamladı. 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği ’inde yüksek lisans eğitimine başladı.