T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE KUTU İÇERİSİNDEKİ ÜRÜNLERİN TANIMLANMASI VE HATALI ÜRÜNLERE RET İŞLEMİNİN UYGULANMASI

UFUK KÖROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gürkan TUNA

EDİRNE-2023

UFUK KÖROĞLU'nun hazırladığı "**Görüntü İşleme İle Kutu İçerisindeki Ürünlerin Tanımlaması Ve Hatalı Ürünlere Ret İşleminin Uygulanması**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından **Mekatronik Mühendisliği** Anabilim Dalında bir **Yüksek Lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Prof. Dr. Gürkan TUNA	……
Doç. Dr. Hayrettin TOYLAN	……
Dr. Öğr. Üyesi Özcan ÇETİNKAYA	……

Tez Savunma Tarihi: 06/07/2023

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Gürkan TUNA
Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

……

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

06/ 07 / 2023

Ufuk KÖROĞLU

İmza

Yüksek Lisans Tezi

Görüntü İşleme İle Kutu İçerisindeki Ürünlerin Tanımlanması Ve Hatalı Ürünlere Ret İşleminin Uygulanması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Görüntü işleme sistemi, görüntüleme cihazları aracılığıyla elde edilen görüntünün bilgisayarlar tarafından istenen şekilde işlenerek hedeflenen çıktının elde edilmesini sağlayan bir sistemler bütünüdür. Bu çalışmanın amacı, meyveli yoğurt dolum makinesinde ürünlerin kutulara aktarılmasından sonra hatalı, eksik veya askıda kalmış ürünlerin tespit edilerek reddedilmesidir. Yapılan çalışma ile, programlanan görüntü işleme sisteminin, koli içerisindeki ürünleri farklı özelliklere göre algılayarak gruplandırmasına odaklanılmaktadır.

Görüntü işleme sistemi endüstriyel işletmelerin ihtiyaçları ve güncelliği göz önünde bulundurularak özgün bir şekilde tasarlanmıştır. Bu projenin hedefi, meyveli yoğurt dolum makinesindeki koli, ürün, kişi, zaman ve enerji sarfiyatını azaltmaktır. Aynı zamanda malzeme tasarrufu, plastik ve metal kullanımının azalması gibi katkılar sağlayarak meyveli yoğurt dolum makinesinin verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Alınan sonuçlara göre hatalı kolilerin tespitinde ki doğruluk %100 olarak gerçekleştirilmiştir.

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 96

Anahtar Kelimeler : Matlab, Arduino Mega, Görüntü İşleme, GUI

Master Thesis

Defining The Products in The Box By Image Processing And Applying the Rejection Prosess to the Defective Products

Trakya University Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Mechatronic Engineering

ABSTRACT

An image processing system is a collection of systems that allows the obtained image through imaging devices to be processed by computers in the desired way to achieve the desired output. The purpose of this study is to detect and reject faulty, missing, or suspended products after the transfer of products to boxes in a fruit yogurt filling machine. With the conducted study, the focus is on the programmed image processing system's ability to detect and classify products in the box based on different features.

The image processing system is designed in an original way, taking into account the needs and up-to-dateness of industrial enterprises. The aim of this project is to reduce the cost of boxes, products, personnel, time, and energy in the fruit yogurt filling machine. It also aims to increase the efficiency of the fruit yogurt filling machine by providing contributions such as material savings and reducing the use of plastic and metal. According to the results obtained, the accuracy of detecting faulty boxes has been achieved as 100%.

Year : 2023

Number of Pages : 96

Keywords : Matlab, Arduino Mega, Image Proses, GUI

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasına başladığım tarihten itibaren, desteklerini esirgemeyen ve sürekli olarak yaptığı yönlendirmeler ile tez çalışmasının şekillenmesini sağlayan, değerli danışman hocam Prof. Dr. Gürkan TUNA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının, deneme aşamalarında, işletme içerisindeki yoğurt dolum makinesi hattında verileri toplamamda yaptıkları yardımlardan ve desteklerden dolayı işletme çalışanlarına ve bu tez çalışmasında gerekli bilgileri paylaştıkları için özellikle fabrika müdürü olarak görev yapan Sayın Fatih BAŞARAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmasının oluşmasında yaptıkları katkılardan ve yönlendirmelerden dolayı ICONIQ Makine ve Otomasyon kurucu ortaklarından Cüneyt OTMAR'a teşekkür ederim.

Son olarak, tez çalışmasının oluşması sürecinde tüm desteklerini sunarak yanımda ve hayatımda olan eşim Seren KÖROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ufuk KÖROĞLU

Edirne, 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
ÇİZELGELER DİZİNİ xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xii
BÖLÜM 1 1
1.GİRİŞ 1
1.1.Tezin Amacı 2
BÖLÜM 2 3
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Görüntü İşleme 3
2.1.1. Görüntü İşlemenin Adımları 4
2.1.2. Görüntü İşlemenin Temel Kavramları 5
2.2. Matlab 6
2.3 Mikrodenetleyici 7
2.4.Sensörler 9
BÖLÜM 3 11
3. ÇALIŞMA HAKKINDA BİLGİLER 11
3.1.1. Yoğurt Dolum Makinesi Polistiren Besleme 13
3.1.2. Yoğurt Dolum Makinesi Isıtma Plâkaları 15
3.1.3. Yoğurt Dolum Makinesi Şekil Verme ve Folyo Besleme 16
3.1.4. Yoğurt Dolum Makinesi Dolum, UV ve Gramaj Kontrol 17
3.1.5. Yoğurt Dolum Makinesi Yapıştırma, Kesme, Folyo Besleme ve Operatör Paneli 19
3.2. Yoğurt Dolum Makinesi Hattı 20
3.2.1. Yoğurt Dolum Makinesi Gruplama, Şelâle, Koli Makinesi ve İstifleme 20
3.2.2. Yoğurt Dolum Makinesi Hattı Elevatörü 23

3.3. Paletleme Sistemi 25
3.2.3. Yoğurt Dolum Makinesi Hattı İniş Asansörü, Ürün Gruplama, Paletleme Robotu, Ürün Alma Sehpası ve Paletli Ürün 25
BÖLÜM 4 29
4. GÖRÜNTÜ İŞLEME SİSTEMİ 29
4.1. Karanlık Oda Tasarımı ve Yapısı 29
4.2. Giriş Pistonu, Ayırıcı Pistonu ve Ayırıcı Konveyörü 31
4.3. Kontrol Ünitesinin Tasarlanması ve Pano Montajı 34
4.4. Kamera ve Karanlık Oda Hat Montajı 39
4.5. Matlab Kullanıcı Arayüzü 45
4.6. Matlab Program Yapısı ve Komutlar 47
5. SONUÇLAR 66
5.1. Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirmeler 66
5.2. Görüntü İşleme Sisteminin Üretim Verilerine Etkisi 77
5.3. Sonuçlar ve Tartışma 79
ÖZGEÇMİŞ 84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Arduino mega....8
Şekil 3.1. Yoğurt dolum makinesi hattı genel yerleşim plânı....11
Şekil 3.2. Yoğurt dolum makinesi sistemi akış şeması....13
Şekil 3.3. Yoğurt dolum makinesi PS giriş bölümü....14
Şekil 3.4. PS besleme ünitesi yerleşim plânı....14
Şekil 3.5. Yoğurt dolum makinesi ısıtma plâkaları....15
Şekil 3.6. Yoğurt dolum makinesi ısıtma plâkları yerleşim plânı....16
Şekil 3.7. Yoğurt dolum makinesi şekillendirilmiş ürün hattı....16
Şekil 3.8. Yoğurt dolum makinesi şekil verme ve folyo besleme yerleşim plânı....17
Şekil 3.9. Dolum-UV-yapıştırma ve kesme üniteleri....18
Şekil 3.10. Dolum ve gramaj kontrol yerleşim plânı....18
Şekil 3.11. Yapıştırma, kesme, folyo besleme ve operatör panel yerleşim plânı....19
Şekil 3.12. Yoğurt dolum makinesi yapıştırma, kesme ve operatör paneli üniteleri....20
Şekil 3.13. Yoğurt dolum makinesi hattı şelale sistemi....21
Şekil 3.14. Yoğurt dolum makinesi hattı koli makinesi....21
Şekil 3.15. Yoğurt dolum makinesi hattı istifleme makinesi....22
Şekil 3.16. Gruplama, şelâle, koli makinesi ve istifleme yerleşim plânı....23
Şekil 3.17. Yoğurt dolum makinesi hattı elevatör yerleşim plânı....24
Şekil 3.18. Yoğurt dolum makinesi hattı elevatör....24
Şekil 3.19. Yoğurt dolum makinesi hattı iniş asansörü....25
Şekil 3.20. Paletleme sistemi....26
Şekil 3.21. İniş asansörü, ürün gruplama, paletleme robotu, ürün alma sehpası ve paletli ürün yerleşim plânı....27
Şekil 4.1. Karanlık oda SolidWorks tasarımı....30
Şekil 4.2. Karanlık oda üretim aşaması....30
Şekil 4.3. Karanlık oda üretim aşaması-2....31
Şekil 4.4. Yoğurt dolum makinesi hattına montajlanmış koli tutucu piston....32
Şekil 4.5. Yoğurt dolum makinesi hattı koli tutucu piston....32
Şekil 4.6. Yoğurt dolum makinesi hattına montajlanmış ayırıcı pistonu ve konveyörü....33
Şekil 4.7. Yoğurt dolum makinesi hattına montajlanmış ayırıcı pistonu ve konveyörü....34
Şekil 4.8. 5 Volt-24 volt dönüştürücü röle devre kartı....35
Şekil 4.9. Tasarlanan ve üretilen röle kartı lehin yolları....36
Şekil 4.10. Röle tetik devresi....36
Şekil 4.11. Montajları tamamlanmış pano devresi....37
Şekil 4.12. Pano devresi test aşaması....38
Şekil 4.13. Pano montajı....38
Şekil 4.14. Montajlanmış lambalar....39
Şekil 4.15. Kamera montajlanmış kabin....40
Şekil 4.16. Kamera üzerinden görüntü alma çalışmaları....40

Şekil 4.17. Görüntü ve sistem denemeleri 41
Şekil 4.18. Sistem bağlantı kontrolleri 42
Şekil 4.19. Kameradan alınan boş koli görseli 43
Şekil 4.20. Kameradan alınan sağlam ürün kolisi 43
Şekil 4.21. Kameradan alınan eksik ürün görseli 44
Şekil 4.22. Kameradan alınan ikili askıda ürün görseli 45
Şekil 4.23. Kameradan alınan tekli askıda ürün görseli 45
Şekil 4.24. GUI arayüz görseli 46
Şekil 5.1. Görüntü işleme sisteminin çalıştırıldığı folyo 66
Şekil 5.2. Tam, askıda ve eksik ürün kolisi “Minor Axes” değerleri 68
Şekil 5.3. Tam, askıda ve eksik ürün kolisi “Major Axes” değerleri 68
Şekil 5.4. Tam, askıda ve eksik ürün kolisi “Alan” değerleri 69
Şekil 5.5. Tam, askıda ve eksik ürün için "Minor Axes" değerleri grafiği 70
Şekil 5.6. Tam, eksik ve askıda ürün "Alan" değerleri grafiği 71
Şekil 5.7. Kontrol edilen koli sayıları grafiği 73
Şekil 5.8. Kontrol edilen kolilerdeki sistem hata sayısı 73
Şekil 5.9. Ölçülen değerlere göre görüntü işleme sisteminin doğruluk yüzdesi grafiği 74
Şekil 5.10. Piston eklendikten sonraki üretim ve hatalı ürün adetleri 76
Şekil 5.11. Giriş pistonu eklendikten sonraki gerçek hatalı ürün sayılarının yüzdeleri 77
Şekil 5.12. Paletleme sisteminde askıda ürünün neden olduğu duruş 79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yoğurt dolum makinesinde üretilen ürünlerin folyolarının listesi.....12
Çizelge 5.1. İlk üretimde alınan değerler.....67
Çizelge 5.2. İleri tarihli ölçüm değerleri.....70
Çizelge 5.3. Üretim aşamasında görüntü işleme sisteminin doğruluk değerleri.....72
Çizelge 5.4. Giriş pistonu eklenmesinden sonraki üretim verileri.....75

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CAN	Controller Area Network
CPU	Central Proses Unit
EKG	Elektrokardiyografi
GSM	Global System for Mobile Communications
I2C	Inter-Integrated Circuit
IOT	Internet of Things
MATLAB	Matrix Laboratory
MRI	Magnetic Resonance Imaging
PID	Proportional Integral Derivative
PS	Polistiren
PWM	Pulse Width Modulation
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
USB	Universal Serial Bus
UV	Ultraviyole

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Görüntü işleme, endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Bu sistemler, insanların algısının yetersiz olduğu veya insan müdahalesinin mümkün olmadığı ortamlarda hatalı ürünleri seri üretim hatlarında tespit etmek için kullanılır. Görüntü işleme sistemleri, optik kameralar aracılığıyla elde edilen görüntüleri alır, analiz eder ve belirli özelliklere göre sınıflandırır. Bu sayede, hatalı ürünlerin hızlı bir şekilde tespit edilmesi ve gerektiğinde reddedilmesi sağlanır. Görüntü işleme teknolojisi, üretim süreçlerinde verimliliği artırırken aynı zamanda kalite kontrolünü de sağlar. Otomasyonun bir parçası olarak kullanılan bu sistemler, insan hatalarını minimize eder ve üretim hattında süreklilik sağlar. Ayrıca, görüntü işleme sistemleri, üretim süreçlerinde tasarruf sağlayarak maliyetleri düşürmeye yardımcı olur. Bu teknoloji, farklı endüstri sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır, örneğin otomotiv, gıda, ilaç, ambalajlama ve elektronik sektörleri gibi. Görüntü işleme sistemleri, üretim hatlarında verimliliği artırmak, hataları tespit etmek ve kaliteyi sağlamak için güvenilir bir çözüm sunar. Günümüzde birçok endüstriyel işletmede, tüketimin artmasına bağlı olarak üretimlerin artması hedeflenmektedir. Bu noktada insan gücünün yetersiz kalması işletmeleri makine odaklı üretimlere yöneltmektedir. Özellikle gıda endüstrisi hijyen açısından ürünlere minimum insan temasını hedeflemektedir, makineleşme ile hem hijyenik ortam sağlamakta hem de seri üretim sistemler sayesinde yüksek üretim hedeflerine ulaşılabilmektedir (Yıldırım, 2019).

Görüntü işleme sistemi, belirli aşamalara göre gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalara göre öncelikli olarak görüntü adım adım kamera aracılığı ile yakalanmaktadır, ardından elde edilen veriler ışığında görüntü sayısallaştırılmakta ve son olarak

sayısallaştırılan görüntülerde iyileştirmeler yapılabilmektedir (Soyhan, Gürel, & Tekin, 2021).

Tezin birinci bölümünde görüntü işleme sistemlerinin endüstriyel kullanım amacı ile ilgili genel bilgilendirmeler yapılmaktadır. Endüstride görüntü işlemenin yeri nedir ve avantajları nelerdir vb. sorulara cevap aranmaktadır. Tezin ikinci bölümünde bir gıda işletmesinde yapılacak olan görüntü işleme sistemi ile ilgili genel bilgilendirmeler yapılmaktadır. Görüntü işleme sisteminde kullanılacak olan ekipmanların genel bilgileri ve çalışma prensipleri ile ilgili açıklamalarda bulunulmaktadır.

Tezin üçüncü bölümünde ise görüntü işleme sisteminin uygulanacağı hattın başından sonuna kadar bulunan tüm bölümleri, ayrı ayrı değerlendirilerek incelenmektedir. Tüm hattın genel yapısı ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Bu bilgilendirme ile okuyucuların gıda işletmesinde yapılmaya çalışılan görüntü işleme çalışmasının, üretim aşamalarıyla ilgili genel bilgiye sahip olmaları hedeflenmektedir.

Tezin dördüncü bölümünde hat üzerinde kurulmuş olan görüntü işleme sisteminin genel yapısı, tasarım-çizim aşamaları, üretim ve montaj aşamaları, endüstriyel sisteme uygun olması için kart tasarımı ve son olarak yazılım ve devreye alma aşamaları ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmektedir.

1.1. Tezin Amacı

Bu çalışmada, görüntü işleme sistemi kullanılarak, seri üretim yapılan bir hatta, koli içerisinde bulunan 24 adet ürün kontrol edilerek hatalı ürün içeren kolilerin hattan ayrılması işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, bir gıda işletmesinde kullanılacak olan görüntü işleme sisteminin ekipmanlarının genel bilgileri ve çalışma prensipleri hakkında bilgilendirme yapılmaktadır. Tez içerisinde, görüntü işleme sisteminin uygulanacağı üretim hattının tüm bölümleri ayrı ayrı değerlendirerek incelenmektedir ve hattın genel yapısını açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu bilgilendirme sonucunda, okuyucuların gıda işletmesinde yapılacak görüntü işleme çalışmalarında, konu ile ilgili genel bir anlayışa sahip olmalarını hedeflemektedir. Ayrıca, hat üzerinde kurulan görüntü işleme sisteminin tasarımı, üretimi, montajı, endüstriyel sisteme uygun kart tasarımı ve yazılım süreçleri ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmektedir.

BÖLÜM 2

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Görüntü İşleme

Görüntü işleme, bir kamera vasıtasıyla alınan görüntü veya videoların bilgisayar ortamında işlenmesi ile istenilen çıktıların alınması olayıdır. Temelinde insan davranışlarından, görme duyusu şeklinde çalışmayı hedefleyerek, görüntüleri anlamlandırmaya çalışılmaktadır. Görüntü işleme sistemlerinin iç yapılarında bazı yapay sinir ağları kullanılabilmektedir. Bu ağlar vasıtasıyla özellikle nesne tanımlamaları daha hızlı ve doğruluğu yüksek bir şekilde kullanılabilmektedirler (He vd., 2015).

Görüntü işleme, genellikle kameralar aracılığı ile alınan görsellerin üzerlerinde istenilen yönde işlem yapabilmenin genel adı olarak nitelendirilebilmektedir. Görüntü işleme ile görüntünün genel olarak netliğinin artırılması, görüntü üzerinde bulunan herhangi bir bölgenin alınması, görüntü üzerinde bulunan herhangi bir nesnenin algılanarak tanımlanması gibi birçok işlem için kullanılabilmektedir. Belirtilen uygulamalara ek olarak güvenlik alanlarında da görüntü işleme kullanılmaya başlanmaktadır. Özellikle yüz tanıma, parmak izi tanımlama ya da iris tanıma gibi alanlarda tercih edilmektedir. Bu güvenlik tanımlamaları kullanılırken hazır kütüphaneler kullanılabildiği gibi aynı zamanda yazılım firmaları kendi özel yazılımlarını da geliştirebilmektedir (Eldem vd., 2017).

Günümüzde görüntü işleme sistemlerinin en yaygın kullanım alanlarından birisi de otomatik plâka tanımlama sistemleridir. Bu sistemler motorlu araçlar için geliştirilmiş

olmak ile birlikte genel amaçları trafik denetlemesi gişe otomasyonu ve denetimli saha giriş kontrolü vb. uygulamalarında kullanılmaktadır (Çevik & Çakır, 2010).

Farklı bir alan olarak gıda sektöründe de görüntü işleme çalışmaları yapılmaya devam etmektedir. Elma bahçelerinde alınan görüntülerin işlenmesine yönelik yapılan çalışmada, ağaçlarda bulunan elmaların renklerine göre algılanarak sayılarının sayılması ve olgunluk durumlarının incelenmesi yapılmaktadır (Kaymak vd., 2019). Gıda sektöründe yapılan başka bir çalışmada ise alınan zeytin görüntülerinin işlenmesi ile, zeytinlerin tür tespitlerinin yapılarak belirli gruplara ayrıştırılması hedeflenmektedir (Gönenç & Öner, 2021).

Eğitim alanında yapılan bir çalışmada ise, mikroskoptan alınan görüntülerin işlenerek, kayıtlı olan farklı görseller ile karşılaştırılması ve anlamlandırılması üzerine bir çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada görüntü işleme ile eğitime katkıda bulunulmaya çalışılarak, biyolojik canlı görsellerinin mikroskobik ortamda öğrenciler tarafından anlamlandırılmasının kolaylaştırılması hedeflenmektedir (Duman vd., 2018). Tıp alanında yapılan bir çalışmada, görüntü işleme kullanılarak beyin tomografisinden elde edilen görüntü işlenerek belirli aşamalardan geçirilmiştir. Bu görünü işleme aşamalarından sonra daha hızlı ve güvenilir şekilde hasarlı bölge tespiti yapılmıştır. Bu çalışmada İlâve olarak farklı programlar aracılığı ile hastanın 2 ve 3 boyutlu kafa yapısı da oluşturularak görselleştirilmiştir (Ritter vd., 2011).

Anlık olarak görüntü işleme sistemlerini belirtilen alanlarla sınırlandırmak mümkün değildir. Doğal afetler sonucunda elde edilen görüntüler ile hasar tespit uygulamalarının ve en hızlı şekilde durum değerlendirmesinin yapılması konusunda çalışmalar da bulunmaktadır (Tarhan vd., 2021). Bu çalışma ile işlenen görüntüler, özellikle depremlerde yıkılan binalarda kullanım açısından önem arz etmektedir. 2023 yılının şubat ayında 7,7 ve 7,6 şiddetinde gerçekleşen Kahramanmaraş depreminde yaklaşık olarak 50 bin kişi vefat etmiştir (Yenilmez vd., 2023). Bu büyüklükteki doğal afetlerle mücadele açısından yapılacak çalışmalar çok önemlidir.

2.1.1. Görüntü İşlemenin Adımları

Görüntü işleme, işlenecek olan görüntünün belirli aşamalardan geçirilmesi ile çalışan bir sistemdir. Nesne üzerine düşen ışık yansımaktadır, yansıyan ışık görüntü algılama cihazı ile algılanarak, işlenecek olan sisteme aktarılmaktadır. Alınan görüntü

analog bir görüntüdür. Bilgisayar ortamına aktarılan görüntü belirli programsal aşamalardan geçirilerek dijital veriye dönüştürülmektedir ve yapılacak olan işlemler bu aşamadan sonra gerçekleştirilmektedir (Yaman vd., 2001).

Görünü işleme uygulamalarında öncelikli olarak alınan görüntü sayısal veriye dönüştürülmektedir. Her pikseldeki renklerin bir sayısal değerleri ve piksellerinde katmanları bulunmaktadır. Elde edilen sayısal değerler istenilen yönde değiştirilerek sırasıyla gri renklere ve ardından da siyah beyaz renk değerlerine değiştirilerek kullanılmaktadır. Görünü işleme aşamalarının ayrıntılı bir şekilde anlatıldığı kitapta da değinildiği gibi farklı aşamalar bulunmaktadır (Phillips, 2000). Görüntü işleme gerçekleştirilirken sayısallaştırmadan sonraki adımlarda, her bir piksel için değerler oluşturulmaktadır. Görüntü işlemenin temellerinin araştırıldığı bir çalışmada, yapılan sayısallaştırma işlemleri ile birlikte piksellerin aldıkları değerlerde gösterilmektedir (Young vd., 1998).

Görüntü işleme sistemleri oluşturulurken farklı sistemler ile kullanılabilmektedirler. Bu sistemler mekanik bir hareketli sistem ile kamera entegrasyonu yapılarak kullanılabilmektedir. Görüntü işleme sıralı olarak işlemlerden geçerken, bu sistem içerisine ilâve aşamalarda girebilmektedir. Kartezyen bir sistem üzerine yerleştirilen kamera ile referans olarak verilen görüntünün kameradan bulunmasını sağlayan sistem çalışmaları da yapılabilmektedir. Benzer bir uygulama ile, sistemde görüntü işlemenin aşamalarına ilâve olarak mekanik aksam aşamaları da eklenerek çalışma gerçekleştirilmektedir (Haskioğlu vd., 2019).

Görüntü işleme aşamalarına ilâve olarak farklı tanımlama fonksiyonlarının kullanıldığı başka bir araştırmada ise sistem aşamaları çok açık bir şekilde ele alınarak incelenmektedir (Gönenç & Öner, 2021). Görüntü işlenirken geliştirilmiş birçok hazır fonksiyondan ve yapay zekadan yararlanılabilmektedir. Bu aşamalar genellikle işlenilen görüntün alındığı ortamın şartlarına ve hedeflenilen çıktıya göre değişiklik göstermektedir.

2.1.2. Görüntü İşlemenin Temel Kavramları

Görüntü işleme sisteminin verimli bir şekilde çalışması belirli etmenlere bağlıdır. Bu etmenlerin her birinin görüntü işleme sistemi üzerinde farklı ağırlıkları

bulunmaktadır. Sahadan alınan görüntünün özellikleri, görüntü işleme sisteminin performansını doğrudan etkileyen bir etmendir.

Görüntü işlenirken sahadan alınan görüntülerin işlenmesini etkileyen birçok etmen bulunmaktadır. Bu etmenler görüntü işlemeden sonra elde edilecek olan çıktının doğruluk yüzdesini direkt olarak etkilemektedir. Kimlik kartı üzerine yapılan çalışmada çekilen fotoğrafın durumunun, sonuçlar üzerine olan etkisine değinilmektedir (Öztemel, 2009). Görüntü özelliklerinin önemini vurgulayan bir araştırmada, kan damarlarının belirli periyotlarda genişlemesinin takip edilmesi açısından medikal görüntüler işlenerek, damar genişlemeleri takip edilmeye çalışılmaktadır (Kahraman vd., 2010). Göz ile ilgili olan başka bir çalışmada ise, görüntü işleme, gözün bölümlerinde olabilecek olan semptomların belirlenmesinde kullanılmıştır. Alınan görüntüler renklendirilerek, semptom tespiti ve hasarlı bölgenin görselleştirilmesi de yapılmaktadır (Abramoff vd., 2010).

2.2. Matlab

Matlab, MATrix LABoratory kelimelerinden türetilerek oluşturulmuş bir isimdir. 1985 yılında, C.B. Moler tarafından geliştirilmiş olan bu uygulama, bilgisayar ortamında matematik işlemlerini daha kolay bir şekilde çözmek için kullanılmıştır (Yayla, 2019). İçerik olarak birçok matematiksel problemlerin çözümünde kullanılabileceği gibi, bu problemlerin analizlerinde ve farklı yazılım geliştirme uygulamalarında kullanılabilmektedir (Özalp, 2018). Farklı projeler ve sistemler için kütüphaneleri bulunmaktadır. Özellikle akademik alanlarda kullanımı yaygındır. Son yıllarda artan yapay zekâ, makine öğrenmesi, bulanık mantık, görüntü işleme projeleri gibi spesifik projelerde de Matlab genellikle kullanılmaktadır.

Matlab, diğer programlama dillerine göre bazı üstünlüklere sahiptir. Özellikle çeşitli uygulamalara göre hazırlanmış farklı fonksiyonları ve algoritmaları içeriğinde bulundurmaktadır. İlâve olarak görüntü işleme arayüzleri ve yapay sinir ağı uygulamaları için geliştirme kolaylıkları sunmaktadır. İçeriğinde istenilen şekilde kod yazarak programlar oluşturmaya elverişli olmasının yanında, ek olarak sunduğu simülasyonlar ile kod yazmadan bloklar ile proje oluşturmak için kullanıcıları farklı olasılıklar sunmaktadır (Demir, 2006). Matlab, kullanım açısından incelendiğinde ileri seviye bir hesap makinesi olarak değerlendirilebilmektedir. İlk defa bu program hazırlandığında Fortan dili ile

oluşturulmuştur. 2000 yılından itibaren ise “C” dili ile kullanılmaya devam etmektedir (Yayla, 2019).

Matlab temelinde matematiksel çözümlemede matris ağırlıklı çalışırken, bunun yanında biraz daha ilerleyerek, nümerik analiz, sinyal analizi, istatistik hesaplamalar ve veri analizi gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bunların yanında robotik sistemler, yapay zekâ çalışmaları, paralel işlemli program geliştirme, görüntü işleme, ses işleme, ölçüm ve istatistik gibi alanlarda hesaplama ve sonuç elde etmekte kullanılabilmektedir (Yayla, 2019).

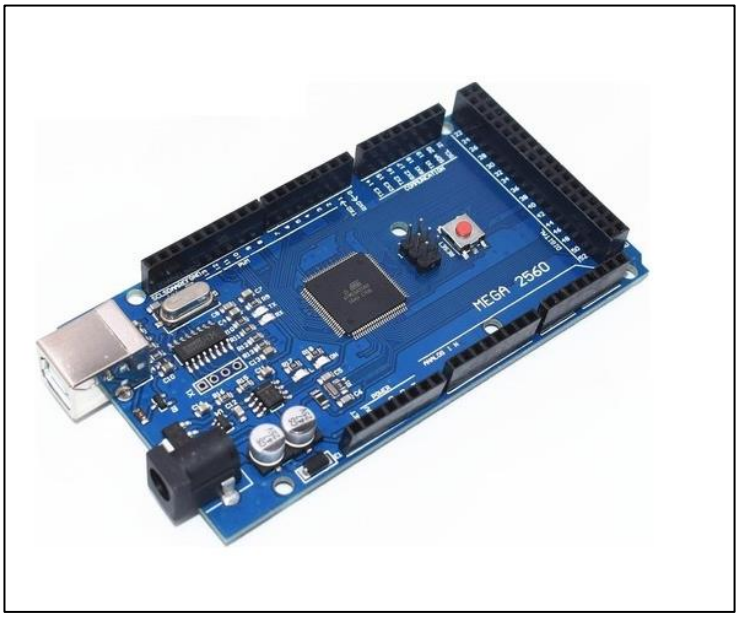
Matlab GUI, Graphical User Interface açılımıyla tanımlanan, grafiksel kullanıcı arayüzü diye Türkçe diline çevrilen, Matlab programı ile yazılan uygulama yazılımlarının görsel arayüzlerinin oluşturulmasında kullanılan bir Matlab eklentisidir. Bu arayüzün sol kısmında bulunan fonksiyonlar, belirlenen ekranda istenilen şekilde kullanılabilir ve kullanılan fonksiyonların programlaması Matlab function ana arayüzünde bulunan kısımdan programlanarak kontrol edilirler.

2.3 Mikrodenetleyici

Mikrodenetleyici, bellek, Central Proses Unit (CPU) ve giriş çıkış birimlerini bir arada bulunduran programlanabilir devre kartlarıdır. Farklı özelliklerde mikro denetleyiciler mevcuttur. Kullanılacak projelere göre, istenilen özelliklerde üretilebilirler ya da hazır olarak temin edilebilirler. Analog-Dijital giriş ve çıkışları bulunabildiği gibi Pulse Width Modulation (PWM), Universal Asynchronous Receiver Transmitter, Serial (UART) Peripheral Interface (SPI), Inter-Integrated Circuit (I2C) ve Controller Area Network (CAN) gibi birçok özellikleri de içerebilmektedirler (Mutlu & Sürmeli, 2015).

Mikrodenetleyicilerin yukarıda belirtilen özelliklerinin bir arada olması, boyutunun küçük olması ile birlikte fiyatlarının da uygun olmasını sağlamaktadır. Mikrodenetleyicilerin belirtilen özellikleri içermeleri, mikroişlemcilerden ayrılan en büyük özelliklerindendir. Mikrodenetleyiciler genellikle ufak, ucuz ve ilâve devre elemanına ihtiyaç duymamasından dolayı endüstriyel sektörlerde de tercih edilmektedirler. Elektronik olarak programsal düzenlemelerin yapıldığı ve kontrollerinin sağlandığı otomotiv sektöründe, her gün sıklıkla kullandığımız cep telefonlarında, evlerimizin olmazsa olmazlarından olan beyaz eşya ve televizyon sektöründe ve

biyomedikal sağlık sektöründe sıklıkla kullanılmaktadır. Günümüzde çok fazla sektör araştırma geliştirme aşamalarında deneysel olarak kullanımda bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Arduino mega

Akademik olarak yapılan çalışmaların bazılarında da fiyat performans açısından mikrodenetleyiciler tercih sebebi olmaktadır. Örnek olarak akvaryum kontrolü için gerçekleştirilen bir sistemde de PIC16F876 mikrodenetleyicisi tercih edilmektedir. Bu çalışmada akvaryum içerisinde bulunan su pompası, ısıtıcı, lamba ve yemleme mekanizması gibi bölümlerin otomasyonu yapılarak kontrolü sağlanmaktadır (Kocoğlu & Kuşçu, 2015). Arduino ile ilgili daha fazla bilgi edinebilmek için güncel dergilerin takibi yapılabilmektedir. Özellikle her gün daha hızlı gelişen teknolojiyi yakalamak adına önem arz etmektedir. Robotik alanında Arduino temelli olabilen projelerin nasıl kullanılacağı ve hangi avantaj-dezavantajları vardır gibi soruların cevaplarına da ulaşılabilmektedir (Stanciu vd., 2019).

Mikrodenetleyici ile yapılan başka bir çalışmada ise PIC16F84 mikrodenetleyicisi kullanılmaktadır. Bu çalışma ile Global System for Mobile Communications (GSM) üzerinden uzaktaki bir sulama sistemini açıp kapatan yapı oluşturulmuştur (Gedikpınar & Çavaş, 2022). Özellikle günümüzde çok fazla göz önünde

bulunan 3 boyutlu üretim sektöründeki cihazlarda mikrodenetleyici olarak açık kaynak kodlu olan Arduino modelleri kullanılmaktadır. Yapılacak olan tez çalışmasındaki denemelerde kolay ulaşılabilir olması ve hızlı bir şekilde programlama yapılabilmesi için mikrodenetleyici olarak Arduino mega tercih edilmektedir. Şekil 2.1'te Arduino mega mikrodenetleyicisi gösterilmektedir.

2.4.Sensörler

İnsanlar ve diğer canlıların hayatta kalarak yaşamlarını devam ettirebilmeleri için farklı duyuları bulunmaktadır. Bunlar görme, dokunma, işitme, tatma vb. gibi. Bu duyular nasıl insanların farklı fiziksel durumları algılamalarını sağlıyorsa, sensörlerde farklı sistemlerin doğada bulunan algılayıcıları olarak görev yapmaktadırlar. Tabi ki sensörlerin bu fiziksel değerleri sadece algılamaları, işlenmedikleri sürece bir yarar sağlamamaktadır (Martinez-Hernandez & Trindade, 2020).

Sensörler fiziksel büyüklükleri algılamaktadır. Bu algılamaların çıktı oluşturması sağlayan cihazlar da enerji biçimi dönüştürme cihazları olarak isimlendirilmektedir. Sensörden alınan veriler, enerji biçimi dönüştürme cihazları ile elektrik sinyallerine dönüştürülürler ve farklı işlemci ya da mikrodenetleyiciler vasıtası ile anlamlı bilgilere dönüştürülürler (Kanat, 2015). Yayınlanan bir makalede ise çevresel izleme için kullanılan sensörlerin çeşitliliğini ve son dönemdeki gelişmeleri kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır. Bu çalışmada sensörler, havadaki kirleticileri, su kalitesini ve toprak analizini izlemek için kullanılmaktadır. Farklı sensör teknolojileri ve çalışma prensipleri açıklanarak, çevresel izleme sistemlerinin önemi vurgulanmaktadır (Kavitha vd., 2019).

Sağlık alanında yayınlanan başka bir makalede, tıbbi uygulamalarda kullanılan sensör teknolojilerinin mevcut durumunu incelemektedir. Yeni nesil sensörler, hastalık teşhisi, cerrahi müdahaleler, ilaç teslimi ve biyomedikal görüntüleme gibi birçok alandaki konulara değinilmektedir. Biyosensörler, Magnetic Resonance Imaging (MRI), Elektrokardiyografi (EKG) gibi farklı sensör teknolojilerini ayrıntılı olarak ele almakta ve tıbbi uygulamalar için potansiyel avantajları ve sınırlamalarından bahsedilmektedir (Muhammad vd., 2018). Sağlık alanındaki başka bir makalede, Internet of Things (IOT) tabanlı giyilebilir sensörlerin sağlık izleme alanındaki kullanımını incelemektedir. IOT, sağlık hizmetlerinde verimliliği artırabilecek ve hastaların uzaktan takibini sağlayabilecek potansiyel sunmaktadır. Makalede, giyilebilir sensörlerin, sağlık izleme

sistemleriyle entegrasyonuna değinilerek avantajlarından bahsedilmektedir (Patil & Gangarde, 2019).

Farklı fiziksel büyüklükler olduğundan, bu faklı durumları algılamak için birçok sensör üretilmektedir. Her sensör kendisine özgü belirtilen ortamlarda ve farklı özelliklerde çalışmaktadır. Günümüzde özellikle endüstriyel alandaki ihtiyaçlardan kaynaklı olarak birçok sensör geliştirilmekte ve üretilmektedir. Ülkelerin savunma sanayilerinin bütçeleri genellikle, güvenlik önlemleri ve savaş durumları oluşma risk değerlendirmelerine karşılık oldukça yüksek olmaktadır. Bu ortamların oluşması özellikle savunma sanayii alanında sensör çeşitleri ve özelliklerinin gelişmesini hızlandırmaktadır. Sensör uygulamaları ile ilgili yapılan akademik bir çalışmada özellikle FSR sensör uygulaması yapılarak çalışma oluşturulmuştur. Bu çalışmada ayrıca sensör çeşitlerine ayrıntılı şekilde değinilmektedir (Fadıloğlu, 2013).

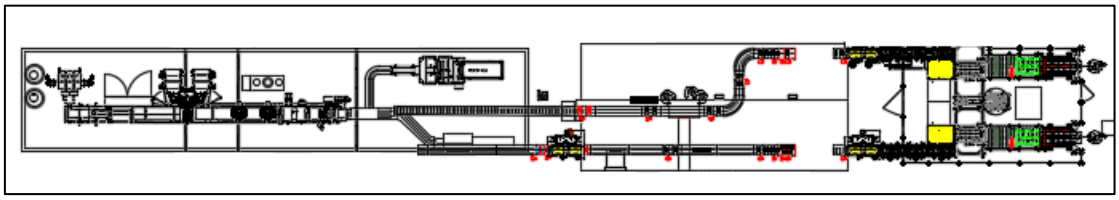
Bazı sensör çeşitleri, mekanik sensörler, mekanik değişikleri algılamaktadırlar. Genellikle kütlesel akış, moment, basınç, ivme, hız, uzunluk, alan vb. fiziksel büyüklükleri algılamaktadırlar. Termal sensörler, sıcaklık, ısı gibi büyüklüklerin termal değişimlerini algılamada kullanılmaktadırlar. Elektriksel sensörler, elektriksel büyüklüklerin algılanmasında kullanılmaktadırlar. Bunlar voltaj, akım, direnç, endüktans, vb. büyüklüklerdir. Manyetik sensörler, manyetik büyüklükler olan akım yoğunluğu, manyetik moment ve alan yoğunluğu büyüklüklerini algılamada kullanılmaktadırlar. Işıma sensörleri, ışık dalga boylarını, yoğunluğunu, faz durumu vb. büyüklükleri algılayan sensörledir (Kanat, 2015).

BÖLÜM 3

3. ÇALIŞMA HAKKINDA BİLGİLER

Bu bölümünde, görüntü işleme sisteminin kurulduğu hattın genel bilgilendirmesi ve yoğurt dolum makinesi hattı boyunca üretim adımları ile makine ve hat bölümlerinin genel bilgilendirmesi yapılmaktadır.

3.1. Yoğurt Dolum Makinesi ve Hattının Genel Gösterim



Şekil 3.1. Yoğurt dolum makinesi hattı genel yerleşim plânı

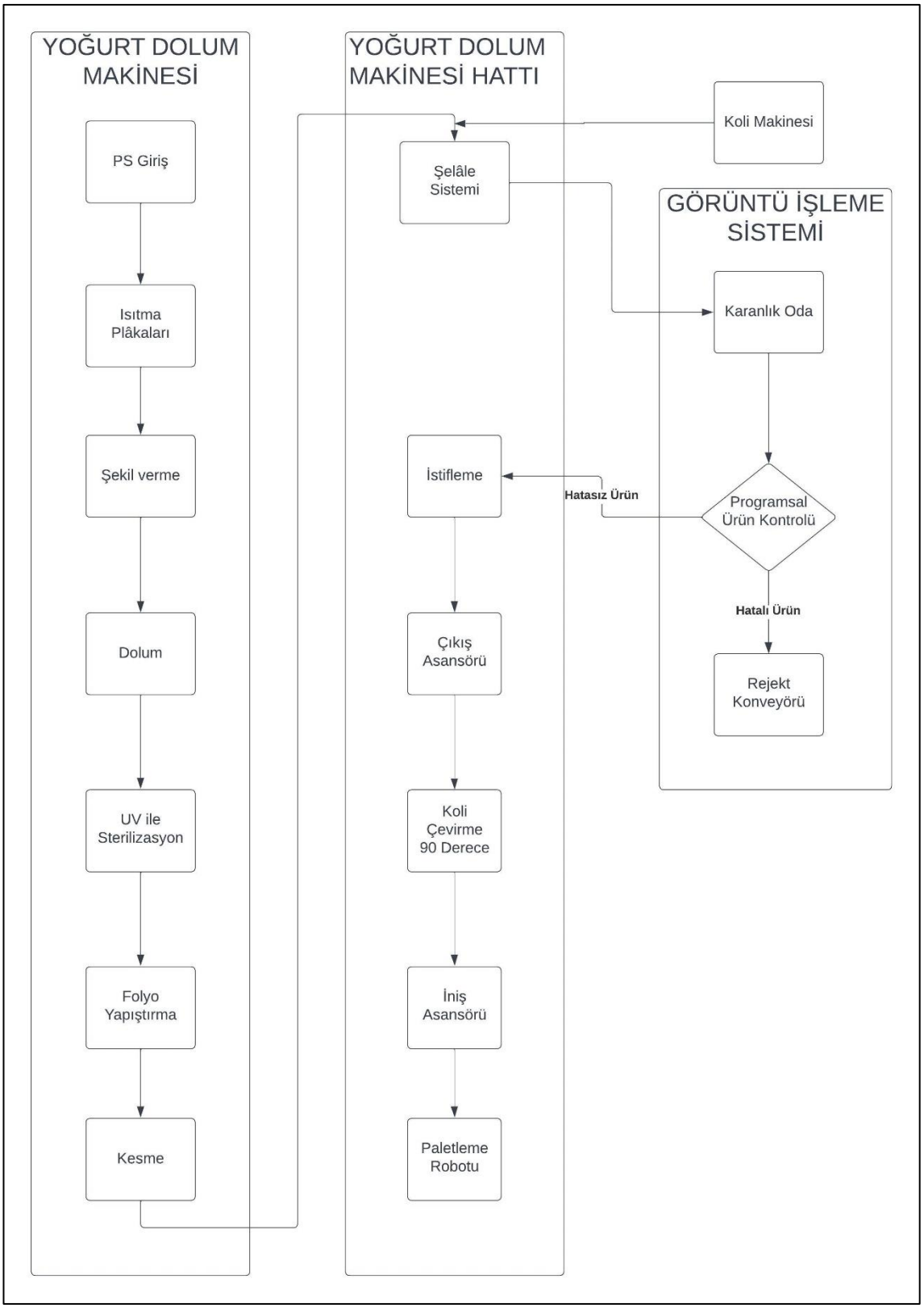
Yoğurt dolum makinesi ve hattının yerleşim plânı çizimi Şekil 3.1'de gösterilmektedir. Hat, şekilde soldan başlamaktadır. Hattın girişi "PS" besleme bölümü ile başladıktan sonra ısıtma plâkaları, şekil verme, dolum, Ultraviyole (UV) ile sterilizasyon, yapıştırma ve kesme olarak devam etmektedir. Bu başlıklar yoğurt dolum makinesi bölümlerini oluşturmaktadır. UV yüksek enerjili ışık olduğundan belirli durumlarda insan ve diğer canlılar için risk teşkil edebilmektedir. Yapılan bazı araştırmalar sonucunda hücrelerde mutasyona neden olduğu tespit edilmiştir (Brash, 2015). Hat üzerinde UV ışınlarının zararlarından korunmak için özel filtreleme kullanılmakta ve düzenli olarak ölçümleri yapılmaktadır. Hattın bölümleri yoğurt dolum makinesinden sonra ürün gruplama, koli makinesi, şelale, koli istifleme, elevatör, 90

derece çevirme sistemi, iniş asansörü ve paletleme sistemi olarak devam etmektedir. Yoğurt dolum makinesi, yoğurt dolum makinesi hattı ve ilâve edilecek olan görüntü işleme sisteminin akış diyagramı Şekil 3.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1'de yoğurt dolum makinesinde üretilen ürünlerin folyolarının listesi gösterilmektedir. Yapılan görüntü işleme çalışması sadece "meyveli yoğurt" ürününün folyosu için programlanmış olup, diğer folyolar için reçete seçim ekranı oluşturulmuştur.

Çizelge 3.1. Yoğurt dolum makinesinde üretilen ürünlerin folyolarının listesi

NO	FOLYO İSMİ
1	Yoğurt Sade 4*100 g
2	Mix Çilek Baskılı koli 90 g
3	Yoğurt Çilek 2*90 g
4	Mix Çilek 2*90 g
5	Mix Muz 90 g
6	Mix Orman 90g
7	125g cilek meyveli yogurt 42 gun skt
8	125g orman meyveli yogurt 42 gun skt
9	Meyveli yog. 125g-cilek
10	Meyveli yog. 125g-orman
11	Yoğurt laktozsuz sade
12	Yoğurt kuru kayısı
13	Yoğurt orman meyveli
14	Yoğurt çilek
15	Yoğurt ananas
16	Yoğurt incir&ceviz
17	Meyveli yogurt çilekli
18	Meyveli yogurt orman meyveli
19	Yoğurt kayısı
20	Yoğurt ananas 100g
21	Yoğurt incir&ceviz ktr
22	Yoğurt armut ve tahıl
23	Yoğurt elma
24	Çilek
25	Frambuaz
26	Şeftali
27	Yoğurt frenk üzümü
28	Yoğurt avocado
29	Yoğurt şeftali



Şekil 3.2. Yoğurt dolum makinesi sistemi akış şeması

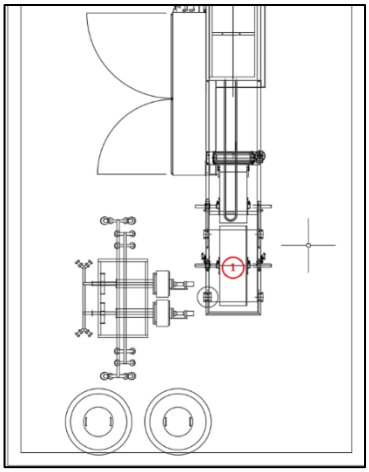
3.1.1. Yoğurt Dolum Makinesi Polistiren Besleme

Yoğurt dolum makinesinin Polistiren (PS) besleme bölümü makinenin ilk bölümünü oluşturmaktadır. PS olarak isimlendirilen malzeme plastik özlü termoform bir malzemedir. Bu malzemeye sadece belirli sıcaklık altında şekil verilebilmektedir. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te bu malzemenin yoğurt dolum makinesine bağlantı şekli ve konumu gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Yoğurt dolum makinesi PS giriş bölümü

PS, yoğurt dolum makinesinde üretilen ürünlerin doldurulduğu kapların oluşturulduğu malzemedir. Sürekli akışlı sistem olarak aşamalardan geçmektetir. Gıda firması bu malzemeyi hazır olarak temin etmektedir. Şekil verme süreçleri yoğurt dolum makinesinde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.4. PS besleme ünitesi yerleşim plânı

Şekil 3.4’te 1 numara ile gösterilen bölüm PS malzemesinin bulunduğu bölümdür. PS bu bölümde rulo olarak bulunur ve makine ihtiyacına göre makineye sürekli olarak beslenmektedir.

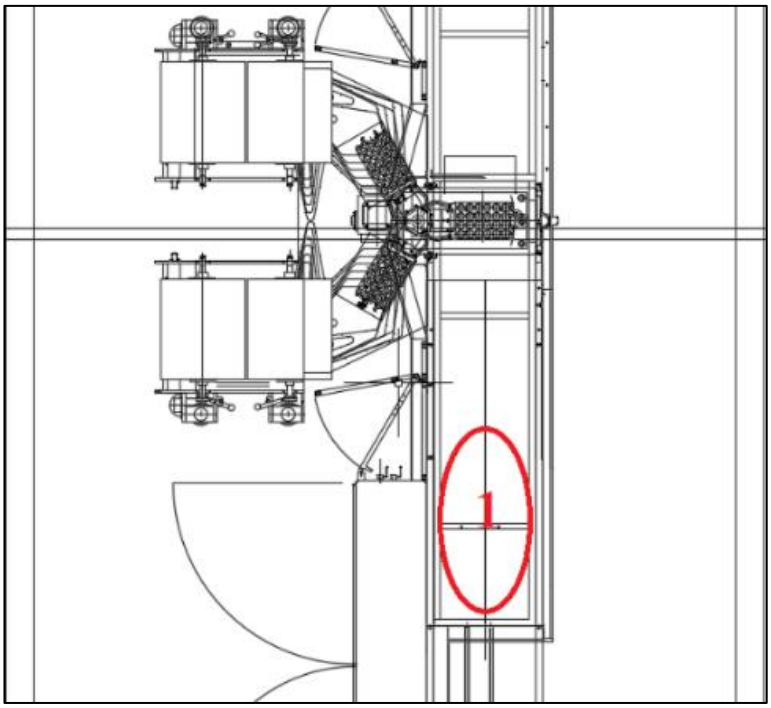
3.1.2. Yoğurt Dolum Makinesi Isıtma Plâkaları

Yoğurt dolum makinesinde bulunan ısıtma plâkaları PS olarak isimlendirilen malzemenin istenilen formu almasından önce PS’in istenilen sıcaklığa ulaşması için kullanılmaktadır.



Şekil 3.5. Yoğurt dolum makinesi ısıtma plâkaları

PS’i hem alt kısmından hem de üst kısmından olacak şekilde, Proportional Integral Derivative (PID) kontrol ile ısıtarak şekil vermek için gerekli sıcaklık optimum olarak sağlanmaktadır. PID kontrolü, oransal, integral ve türevsel terimlerin birleştirildiği bir kontrol yöntemidir ve sistemdeki sürekli geribesleme döngüsü aracılığıyla hedeflenen bir değeri takip etmek için kullanılır (Shaban & Al-Akaidi, 2016). Şekil 3.5’te Makine içerisindeki konumları ve Şekil 3.6’da yerleşim plânı üzerinde bulundukları konumları gösterilmektedir. Yoğurt dolum makinesi ısıtma plâkaları, hattın altında ve üstünde 3’er adet olmak üzere toplamda 6 adetten oluşmaktadır. Her plâkanın istenen sıcaklık set değeri ayrı ayrı ayarlanabilmektedir.



Şekil 3.6. Yoğurt dolum makinesi ısıtma plâkları yerleşim plânı

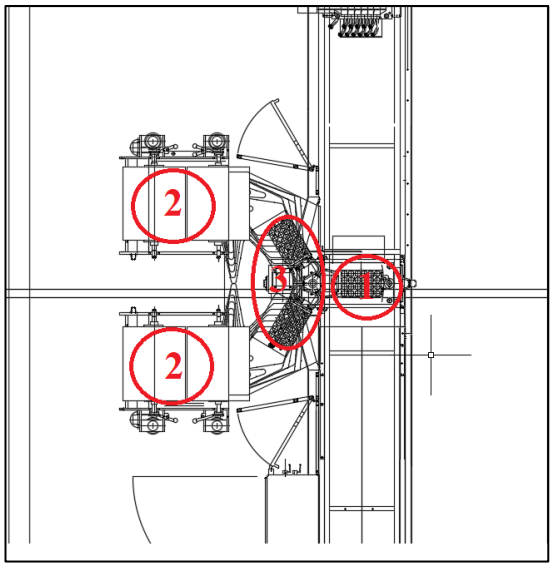
3.1.3. Yoğurt Dolum Makinesi Şekil Verme ve Folyo Besleme

Yoğurt dolum makinesi şekillendirme kalıpları, ısıtma kalıplarından çıkan PS malzemesinin, belirli bir şekilde oluşturulmuş kalıplar ve pozitif basınç ile form verilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.7. Yoğurt dolum makinesi şekillendirilmiş ürün hattı

Şekil 3.7'de şekillendirme kalıbından çıkan ürünlerin izlediği hat gösterilmektedir. Tek adımda 24 adet ürün kabı oluşturulabilmektedir. Şekil verme aşamasında aynı zamanda oluşturulan kapların dış kısımlarına folyo geçirilmesi yapılmaktadır.



Şekil 3.8. Yoğurt dolum makinesi şekil verme ve folyo besleme yerleşim plânı

Şekil 3.8'de 1 numara ile gösterilen bölüm istenilen sıcaklığa ulaşmış olan PS in şekil verildiği kısımdır. 2 numara ile gösterilen bölüm ise şekil verilmiş olan kapların dış kısımlarında bulunan etiketlerin rulo şeklinde bulunduğu kısımdır. Bu bölümden folyolar makine isteğine göre sürekli olarak makineye doğru beslenmektedir. Yolda folyo kesilerek istenilen boyutlara düşürülmektedir. Numara 3 ile gösterilen bölümde 24 adet hazneli olarak bulunan kalıpların içerisine yerleştirilmektedir. Ardından 1 numara ile gösterilen kısımda şekil verme işlemi ile kabın dışarısına yapıştırılmaktadır.

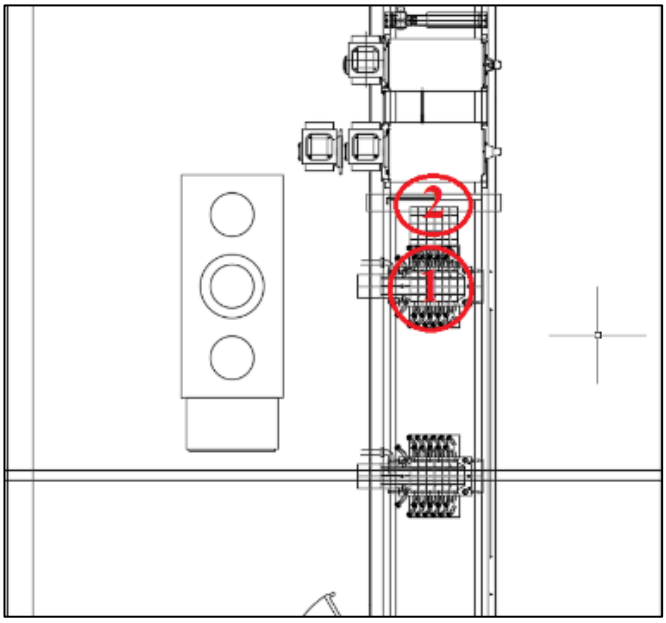
3.1.4. Yoğurt Dolum Makinesi Dolum, UV ve Gramaj Kontrol

Şekil 3.9'da dolum, UV ve gramaj kontrol aynı anda gösterilmektedir. Dolum işlemi aynı anda 24 farklı hazneye yapılmaktadır. Sonrasında ise dolum yapılmış olan kapların folyo yapıştırma işleminden önce gramaj kontrol bölümünde, ürünlerin gramaj eksikliğinin kontrol işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.9. Dolum-UV-yapıştırma ve kesme üniteleri

Folyo yapıştırmadan önce UV ışık ile folyonun iç kısmı sterilize edilmektedir. Şekil 3.10'da 1 numaralı bölüm dolumların olduğu kısım, 2 numaralı bölüm ise gramaj kontrolü ile UV Sterilizasyon lambasının bulunduğu kısım gösterilmektedir.

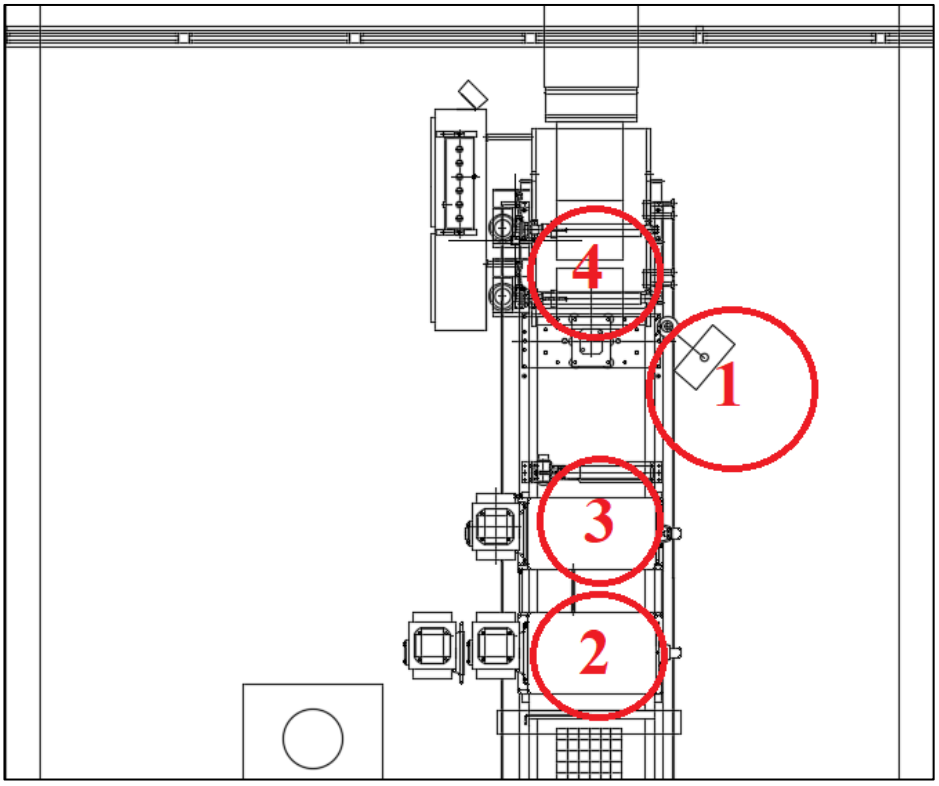


Şekil 3.10. Dolum ve gramaj kontrol yerleşim plânı

3.1.5. Yoğurt Dolum Makinesi Yapıştırma, Kesme, Folyo Besleme ve Operatör Paneli

UV ışık ile folyo sterilizasyon işleminden sonra, folyo dolumu yapılan kapların üzerine folyo yapıştırma istasyonunda yapıştırılmaktadır. Bu yapıştırma işleminde ilave yapıştırma malzemesi kullanılmamaktadır. Bu istasyonda bulunan rezistanslı plâka ile ısıtma işlemi ve pres uygulanarak folyo dolum yapılmış olan PS malzemesine yapıştırılmaktadır. Ardından endüstride kullanım için üretilmiş bıçak kalıbı vasıtası ile pres işlemi uygulanarak, ürün kapları ikili ve dörtlü olacak şekilde kesilerek, yönlendiriciler ile üretim hattında devam etmektedirler.

Şekil 3.11'de 2 numara ile gösterilen bölün folyo yapıştırma bölümüdür. 3 numara ile gösterilen bölüm kesme işleminin gerçekleştiği bölüm ve 1 numaralı bölüm de operatör panelinin bulunduğu bölümdür. Operatör bu bölümden üretimin takibini ve gerekli olan hassas ayarlamaları yaparak üretimin devamlılığını sağlamaktadır.



Şekil 3.11. Yapıştırma, kesme, folyo besleme ve operatör panel yerleşim plânı

4 numaralı kısımda ise UV ile sterilize işlemi uygulanan ve yapıştırma işlemi uygulanan folyo rulo şeklinde bulunmaktadır ve otomatik olarak sisteme beslemesi gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.12'de yapıştırma, kesme ve operatör paneli gösterilmektedir.

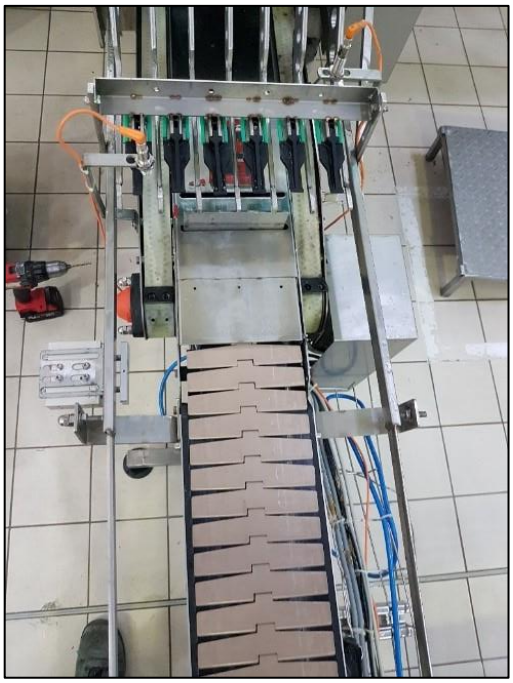


Şekil 3.12. Yoğurt dolum makinesi yapıştırma, kesme ve operatör paneli üniteleri

3.2. Yoğurt Dolum Makinesi Hattı

3.2.1. Yoğurt Dolum Makinesi Gruplama, Şelâle, Koli Makinesi ve İstifleme

Yoğurt dolum makinesinden sonra ürünler, yoğurt dolum makinesi hattına giriş yapmaktadırlar. Yoğurt dolum makinesinde kesmeden çıkan ürünler, 24 adet olarak şekilde gruplanmak için şelalenin girişinde bulunan gruplama bölümüne gelmektedirler.



Şekil 3.13. Yoğurt dolum makinesi hattı şelale sistemi

Gruplaması biten ürünler şelale sistemine gelerek, şelalenin alt kısmından gelen boş kolilerin içerisine düşmektedir. Şekil 3.13'te şelâle sistemi gösterilmektedir. Boş koliler Şekil 3.14'te gösterilen koli makinesi arafından üretilmektedir. Sürekli akış olan bir üretimde dakikada 26 adet boş koli oluşturabilmektedir.

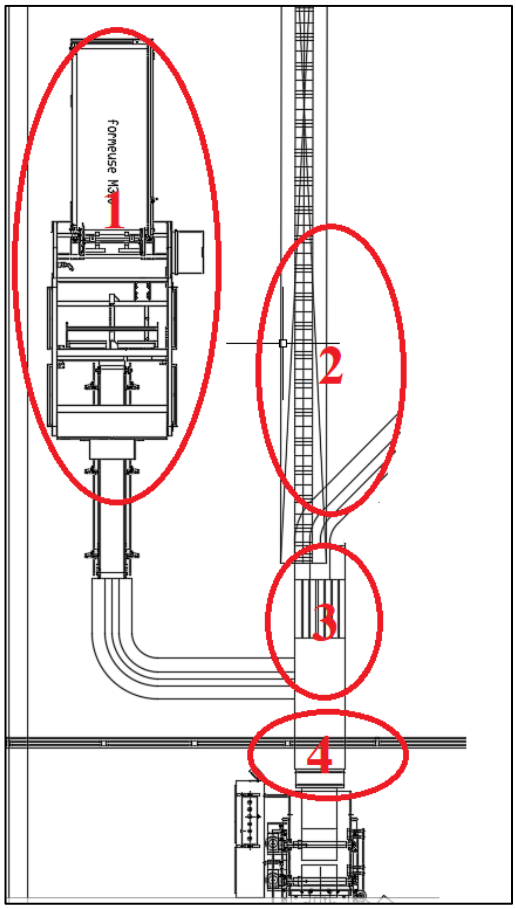


Şekil 3.14. Yoğurt dolum makinesi hattı koli makinesi

Şelâle bölüme gelen boş koliler, koli makinesinden konveyör yardımıyla gelerek adım konveyörüne girmektedirler. Şelalede, gelen ürünler her aşamada 1 koli ürün doldurmaktadırlar. Şelaleden çıkan ürünler konveyör ile istifleme bölümüne gitmektedirler ve iki koli üst üste olacak şekilde istiflenmektedirler. Şekil 3.15'te istifleme makinesinin çalışma anında ki görüntüsü bulunmaktadır. İstifleme bölümünde her seferinde 4 koli aynı anda istiflenmektedir. Şekil 3.16'daki görselde 2 numara ile gösterilen bölümde istifleme makinesi bulunmaktadır. 1 numaralı bölümde koli makinesi, 3 numaralı bölümde şelale sistemi ve 4 numaralı bölümde ise ürün gruplama sistemi bulunmaktadır.



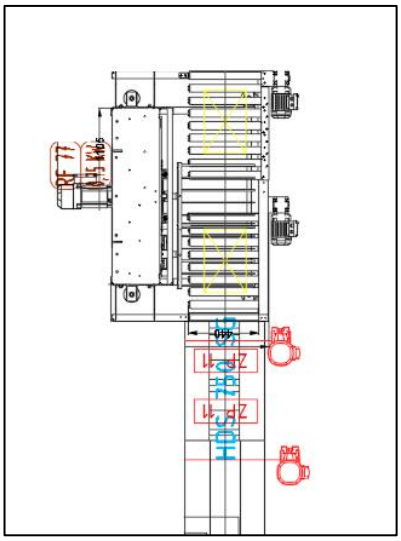
Şekil 3.15. Yoğurt dolum makinesi hattı istifleme makinesi



Şekil 3.16. Gruplama, şelâle, koli makinesi ve istifleme yerleşim plânı

3.2.2. Yoğurt Dolum Makinesi Hattı Elevatörü

Yoğurt dolum makinesi hattında bulunan elevatör sistemi ile istiflenmiş olan koliler adım adım yukarıya taşınmaktadırlar. Şekil 3.17'de yerleşim plânı, Şekil 3.18'de ise elevatörün kendisi gösterilmektedir. Elevatör, binalarda veya yapıların içinde kullanılan, dikey yönde hareket eden bir taşıma sistemidir. Yük veya insanları bir kat veya seviyeden diğerine taşımak için kullanılır. Genellikle kabin, halatlar ve makine odası gibi bileşenlerden oluşur (Ronchi vd., 2020). Bu sistem sürekli akışlı değil adım adım çalışmaktadır. Sistemin tasarım ve üretim aşamalarının tamamı gıda firmasında çalışanlar tarafından yapılmıştır.



Şekil 3.17. Yoğurt dolum makinesi hattı elevatör yerleşim plânı



Şekil 3.18. Yoğurt dolum makinesi hattı elevatör

Yoğurt dolum makinesi Hattında bulunan elevatör sistemi hattın sürekli akışlı çalışmasına bağlı olarak sürekli çalışmaktadır. İlave olarak belirli aralıklarla istiflemeden ürün gelmez ise elevatörün içerisinde bulunan ürünler adım adım boşaltılarak ürünlerin hatta beklemesi engellenmektedir.

3.3. Paletleme Sistemi

3.2.3. Yoğurt Dolum Makinesi Hattı İniş Asansörü, Ürün Gruplama, Paletleme Robotu, Ürün Alma Sehpası ve Paletli Ürün

Paletleme sistemi yoğurt dolum makinesi hattının son aşamasıdır. Bu aşamada istiflemeden sonra gelen 2 katlı ürünler iniş asansörü ile paletleme sisteminin seviyesine indirilmektedir. Şekil 3.19'da iniş asansörü sistemi gösterilmektedir.



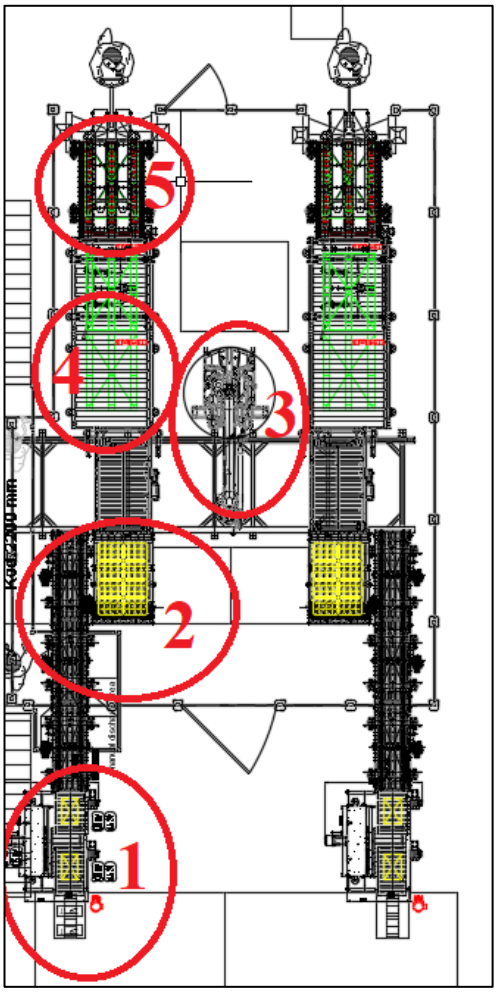
Şekil 3.19. Yoğurt dolum makinesi hattı iniş asansörü

İniş asansörü sisteminin ardından paletleme sistemi ürünleri 3x3x2 olacak şekilde gruplar ve konveyör ile 4 eksenli paletleme robotu sehpasına yönlendirmektedir. Şekil 3.20'de paletleme sistemi gösterilmektedir. Sehpaya gelen ürünler paletleme robotu tarafından özel tasarım tutucu ile alınarak kademeli olarak palet üzerine dizilmektedir.



Şekil 3.20. Paletleme sistemi

Ürün cinsine göre paletlerde kademeler arasına separatör olarak isimlendirilen kartonlar konulmaktadır. Bu kartonlar farklı reçetelerdeki yüksek ürün paletlerinde ürünlerin mukavemetli ve zarar görmeden durmalarına yardımcı olmaktadır.



Şekil 3.21. İniş asansörü, ürün gruplama, paletleme robotu, ürün alma sehpası ve paletli ürün yerleşim plânı

Şekil 3.21'de 1 numara ile gösterilen bölüm iniş asansörünün bulunduğu kısımdır. 2 numaralı bölüm ürünlerin 3x3x2 olacak şekilde gruplandığı kısımdır. 3 numara ile gösterilen bölüm 4 eksenli paletleme robotunun bulunduğu kısımdır. 4 numaralı bölüm gruplanan ürünlerin robot tarafından alındığı bölümdür. 5 numaralı bölüm ise istiflemesi tamamlanmış olan paletin hattan ayrıldığı bölümdür.

Paletlenen ürünler, ürün içeriğine göre farklı şekillerde depolanmaktadırlar. Paletleme işlemi biten ürün Şekil 3.21'deki 5 numaralı bölümden transpalet ile alınarak depolanma şekline göre tünel denilen kademeli soğutma kısmına alınır ya da direkt olarak soğutma depolarına alınarak belirli kalite kontrol işlemlerinden sonra tüketiciyle buluşturulur.

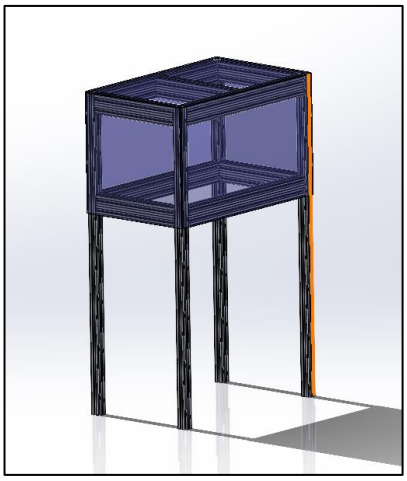
BÖLÜM 4

4. GÖRÜNTÜ İŞLEME SİSTEMİ

Tez çalışmasının ilk üç bölümünde yoğurt dolum makinesinin ve hattının genel bilgilendirmeleri yapılmıştır. Bu bölümde yoğurt dolum makinesi hattı üzerinde kurulacak olan görüntü işleme sisteminin genel yapısı ele alınmaktadır. Görüntü işleme sistemi yoğurt dolum makinesi hattında şelâle ile istifleme makinesinin arasında kalan konveyörün hemen üzerine kurulmuştur. Bu noktanın tercih edilmesinin nedeni konveyör yüksekliğinin uygunluğu ve bu kısımda çalışma alanının bulunmasındandır. Bu alan, kullanılan sistemde numune ürünlerinin hattan alınması için aktif olarak kullanılmaktadır. Üretilen ürünlerin kalite değerlendirmesi açısından sürekli olarak kontrol altında olması gerekmektedir. Bu kontrollerden bir tanesi de üretimlerde belirli aralıklar ile bitmiş ürünlerden numuneler alınmasıdır.

4.1. Karanlık Oda Tasarımı ve Yapısı

Görüntü işleme sistemi etkileyen en önemli unsur ortamdaki ışık kaynakları, konumları ve yoğunluklarıdır. Görüntü işleme elde edilen görüntü üzerindeki renklerin belirli fonksiyonlar ile işlenmesi durumlarına dayandığından, işlenen görüntü üzerine düşen ışık şiddetleri, renkleri ve açıları önem arz etmektedir. Bir cismin üzerine şiddetli ışık kaynağı yönlendirildiğinde, nesnenin görüntüsünü çekmek oldukça zor olmaktadır. Bu durum, öğlen saatlerinde güneşin fotoğrafının çekilmesine benzetilebilmektedir. Günümüzde yüksek ışık şiddetine maruz kalan cisimlerin fotoğraflarını çeken teknolojik kameralar da üretilmeye başlanmıştır. Özellikle endüstriyel sanayide, değişken ortamlara uyum sağlayabilen yüksek çözünürlüklü görüntü işleme kameraları geliştirilmeye devam etmektedir.



Şekil 4.1. Karanlık oda Solid Works tasarımı

Yoğurt dolum makinesi hattı üzerinde kurulan görüntü işleme sistemi içinde değişken ortam ışıklarının oluşturacağı görüntü bozulmalarının önüne geçmek için bir kabin tasarlanmıştır. Bu kabin içerisinde yerleştirilen sabit ışık kaynakları ile ürün kolileri üzerine düşen ışık miktarının ve şiddetinin sürekli olarak sabit gelmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4.2. Karanlık oda üretim aşaması



Şekil 4.3. Karanlık oda üretim aşaması-2

Şekil 4.2'de karanlık odanın üretim aşamasının ilk bölümü yer almaktadır. Şekil 4.1'de görülen Solid Works tasarımındaki ölçülendirmelere göre Şekil 4.2'de görülen üretim yapılmıştır. Bu yapıda kanallı profillerden yararlanılmıştır. Şekil 4.3'te ise Sigma profillerden yapılan şasenin yan yüzeylerine beyaz PS malzemesi montajlanarak, yanlardan gelebilecek ışık kirlilikleri önlenmeye çalışılmıştır.

4.2. Giriş Pistonu, Ayırıcı Pistonu ve Ayırıcı Konveyörü

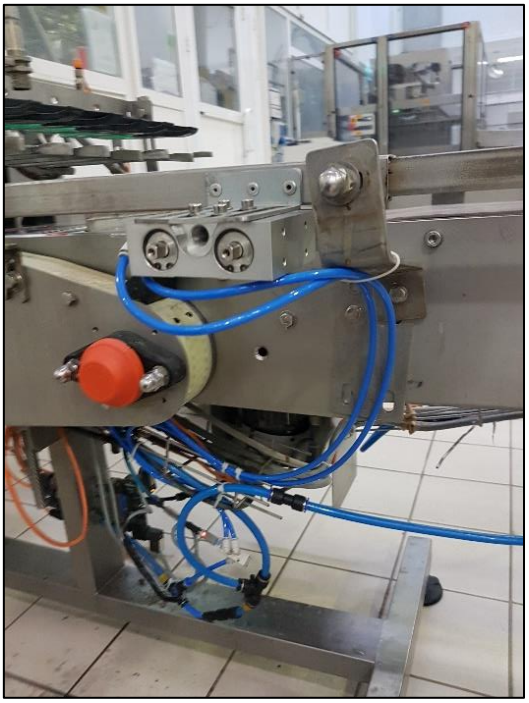
Görüntü işleme kabininin giriş kısmına, adım konveyöründen çıkan içerisi ürün dolu kolilerin sıralı şekilde hareketini gerçekleştirecek olan bir piston eklenmiştir. Bu pistonun sağlayacağı avantaj, görüntü işleme kabininin içerisinden geçen kolilerin sürekli olarak sabit aralıklarla hareket etmelerini sağlamasıdır. Eğer ki bu kontrol sağlanmaz ise karanlık oda kabininin içerisine ürünler düzensiz şekilde girebilir ve sağlıklı bir görüntü işleme olmayabilir.

Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'teki görsellerde montajlanmış koli tutucu piston gösterilmektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi piston, adım konveyörünün hemen çıkışına konularak düzen sağlanmıştır. Bu pistonun kontrolü adım konveyörünün tetikleme voltajına göre çalışmaktadır. Sistemin seri çalışma aşamalarına paralel şekilde çalışabilmesi için bu bağlantı tercih edilmiştir. Piston bağlantı mekanizmasının üzerine

slot açılması ile pistonun koli üzerine yandan yapacağı baskı hassas şekilde ayarlanabilmektedir.



Şekil 4.4. Yoğurt dolum makinesi hattına montajlanmış koli tutucu piston



Şekil 4.5. Yoğurt dolum makinesi hattı koli tutucu piston

Koli tutucu piston montajından sonra, karanlık odadan çıkacak olan, hatalı olarak belirlenen kolilerin hattan ayırma işlemi için koli ayırıcı pistonu ve hattan ayrılacak olan ürünün, hat dışarısında birikmesini sağlayacak ayırıcı konveyörü montajlanmıştır. Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de yoğurt dolum makinesi hattı üzerine montajlaması gerçekleştirilmiş hatalı ürün ayırıcı pistonu ve hatalı ürün ayırıcı konveyörü gösterilmiştir. Yapılan bu sistem ile hatalı ürünler seri üretim hattı üzerinde herhangi bir aksaklık yaratılmadan üretim hattının dışarısına alınmış olacaktır.



Şekil 4.6. Yoğurt dolum makinesi hattına montajlanmış ayırıcı pistonu ve konveyörü



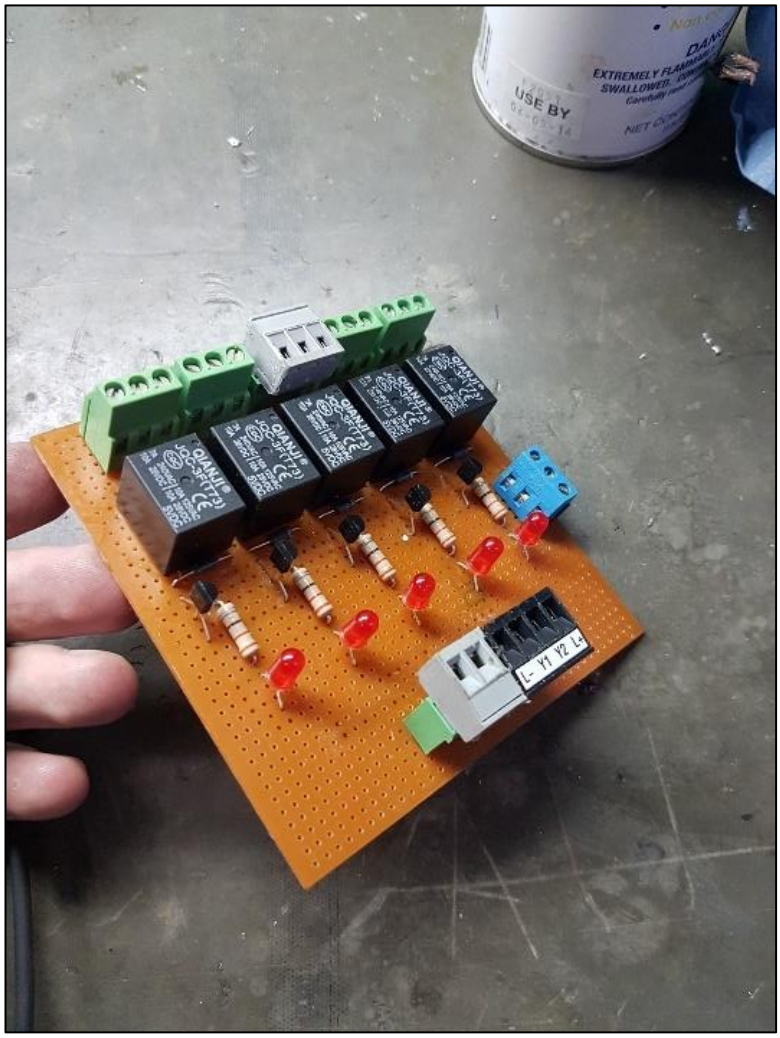
Şekil 4.7. Yoğurt dolum makinesi hattına montajlanmış ayırıcı pistonu ve konveyörü

Eklenmiş olan ayırıcı konveyörü üzerinde iki adet hatalı koli tutma hacmi bulunmaktadır. Burada biriken koli sayısı iki adet olduğunda operatör tarafından ayırıcı konveyöründeki hatalı ürünler alınmıştır. Eğer ki planlanmamış bir durumdan kaynaklı ayırıcı konveyörü dolu iken ilave olarak bir adet daha hatalı ürün algılanır ise üretim hattı birikmeden dolayı durdurulmuştur. Operatör müdahalesinden sonra sistem otomatik olarak çalışmasına devam edecektir.

4.3. Kontrol Ünitesinin Tasarlanması ve Pano Montajı

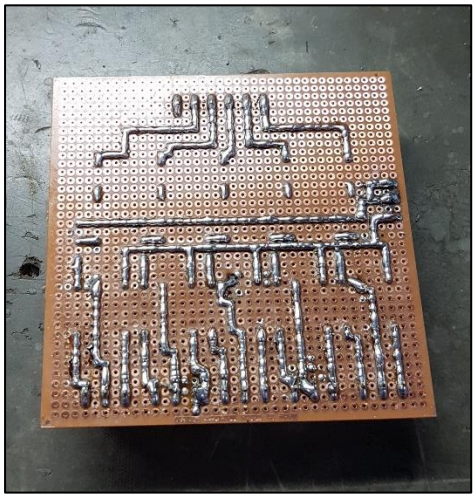
Kurulacak olan sistem, endüstriyel sensör ve valfler ile kontrol edildiğinden, endüstriyel sektörde sıklıkla kullanılan 24 Volt gerilim kullanılmıştır. Bu bağlamda PC

ile dış saha ekipmanları arasındaki kontrolü sağlayacak olan röle devresi gerekliliğinden, bir devre kartı tasarlanmıştır ve lehim yollu bir kart olarak üretilmiştir.

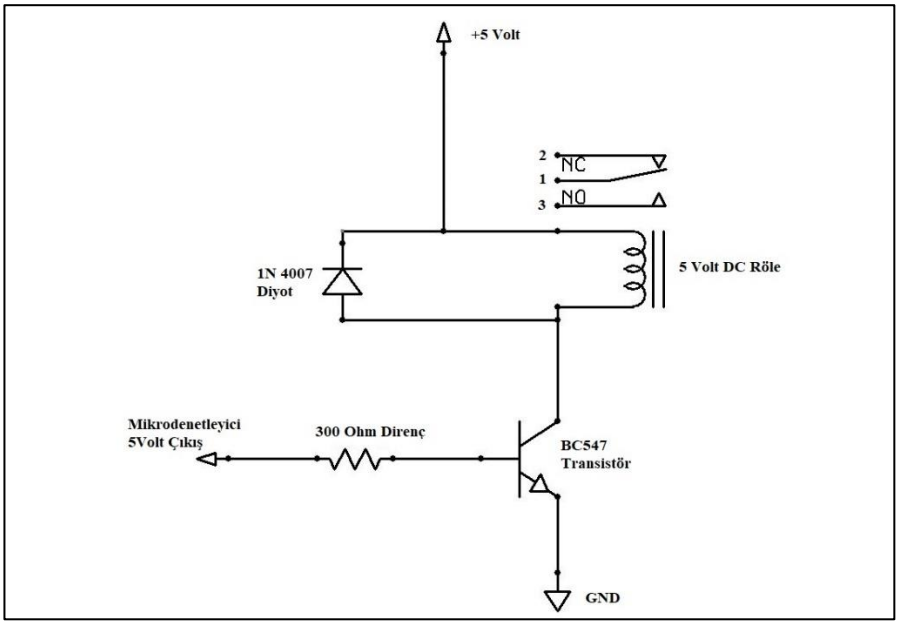


Şekil 4.8. 5 Volt-24 volt dönüştürücü röle devre kartı

Şekil 4.8'de tasarlanmış ve üretilmiş olan devre kartı gösterilmektedir. Kullanacağımız mikrodenetleyici 5 Volt giriş/çıkış birimlerine sahip olduğundan, bu devre kartı ile sahadaki sensörlerden gelen veriler dönüştürülerek alınmış olup, aynı zamanda sahadaki valfler 5 Volt ile kontrol edilebilir olmuştur. Şekil 4.9'da üretilmiş olan röle kartının lehim yollu olarak yapılan devresi gösterilmektedir.



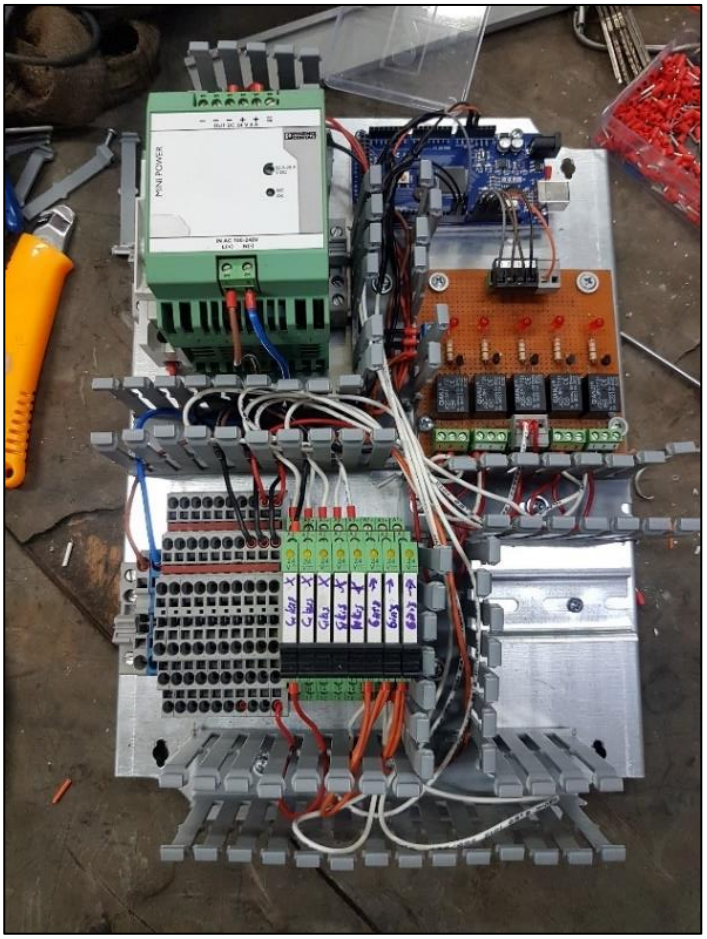
Şekil 4.9. Tasarlanan ve üretilen röle kartı lehin yolları



Şekil 4.10. Röle tetik devresi

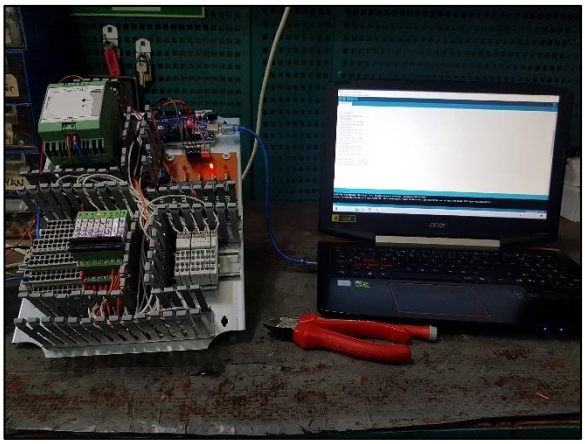
Şekil 4.10'da verilen röle tetik devresi ve üzerinde gösterilen komponentlere göre, Şekil 4.8'de verilen devre tasarlanarak üretilmiş olacaktır. Üretilen kartta toplamda 5'er adet 1N 4007 diyot, 5 Volt tetiklemeli DC röle, BC547 transistör, 300 ohm direnç ve bağlantı soketi kullanılmıştır. İlâve olarak güç girişi için 3 adet güç soketi kullanılmıştır.

Röle devre kartı üretildikten sonra, pano içerisinde kullanılacak olan malzemeler temin edilerek pano plakasının üzerine montajları gerçekleştirilmiştir. 24 Volt 10 Amper değerlerinde 1 adet güç kaynağı kullanılmıştır. Mikro denetleyici olarak 1 adet Arduino mega kullanılmıştır.8 adet DC 24 Volt tetiklemeli ince Röle kullanılmıştır. 20 Adet giriş çıkış birimleri için klemens kullanılmıştır. Üretilmiş ola röle devre kartı da sisteme eklenerek montajları yapılmıştır.



Şekil 4.11. Montajları tamamlanmış pano devresi

Şekil 4.11'de montajları tamamlanmış görüntü işleme sistemi pano plâkası gösterilmektedir. Şekil 4.12'de ise montajı tamamlanmış pano devresinin test aşaması gösterilmektedir.



Şekil 4.12. Pano devresi test aşaması

Test aşamaları biten pano plâkası, önce panonun içerisine montajlanmıştır, ardından pano da Şekil 4.13'te görüldüğü gibi, karanlık oda için oluşturulan kabinin üzerine montajlanmıştır.



Şekil 4.13. Pano montajı

Pano montajının yapılmasının ardından karanlık oda için oluşturulan kabinin içerisine sabit ışık ortamı oluşturmak için 2 adet led lamba montajlanmıştır. Montajlanan lambalar Şekil 4.14'te gösterilmektedir.



Şekil 4.14. Montajlanmış lambalar

4.4. Kamera ve Karanlık Oda Hat Montajı

Oluşturulan karanlık oda yapısının içerisine kamera bağlantısı yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde kameranın kabinin seviyesinden 50 cm daha yukarıda olması gerektiğinden Şekil 4.15'te gösterildiği gibi bir çatı yapılarak kameranın montajlaması yapılmıştır. Sistemde görüntüleri yakalamak için kullanılacak olan kamera, piyasada bulunan ve bilgisayar kamerası olarak kullanılan 1080 piksel çözünürlüğe sahip bir görüntüleme cihazıdır.



Şekil 4.15. Kamera montajlanmış kabin

Yapılan görüntü alma deneme çalışmalarından bir görüntü de Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı kamera montajlamasında, belirlenmesi gereken yüksekliğin hesaplanması aşamalarını içermektedir.



Şekil 4.16. Kamera üzerinden görüntü alma çalışmaları

Kameranın montajının tamamlanması ve gerekli görüntü alma aşamalarının tamamlanmasının ardından karanlık oda yoğurt dolum makinesi hattı üzerine montajlanarak deneme görüntülerinin alınması sağlanmıştır.



Şekil 4.17. Görüntü ve sistem denemeleri

Hat üzerinde yerine montajlanan kabin ve diğer tüm ekipmanların denemeleri gerçekleştirilmiştir. Kabil içerisine montajı gerçekleştirilen ışıkların ayarlamaları yapılmıştır. Pistonların denemeleri yapılarak konveyörler üzerindeki çalışmaları test edilmiştir.



Şekil 4.18. Sistem bağlantı kontrolleri

Tüm sistem çalışılabilir konuma getirilerek bilgisayar üzerinden kamera ve mikrodenetleyici bağlantıları gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu bağlantı denemeleri Şekil 4.18'de gösterilmektedir. Yapılan bağlantılarda kamera ve mikrodenetleyiciye bilgisayarın Universal Serial Bus (USB) soketi üzerinden haberleşme sağlanmıştır. Bağlantı sonucunda görüntü işleme yazılım geliştirmeleri için hatalı ürün görsellerinin fotoğrafları çekilmiştir. Çekilen görsellere göre görüntü işleme yazılımının geliştirmesi yapılarak programsal arayüz tasarlanmıştır.



Şekil 4.19. Kameradan alınan boş koli görseli

Şekil 4.20 sistemde hatasız olarak algılanması gereken bir görseldir. Bu görsel hattan ayrılmadan üretime devam edilmesi sağlanmıştır.



Şekil 4.20. Kameradan alınan sağlam ürün kolisi

Şekil 4.19’da boş kolinin kamera tarafından çekilmiş görüntüsü bulunmaktadır. Bu görsel sistemde hatalı çıkış üretmek için kullanılacaktır ve hattan ayırma işlemi ile uzaklaştırılacaktır.



Şekil 4.21. Kameradan alınan eksik ürün görseli

Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’te gördüğümüz durumlar sistemde hatalı ürün olarak algılanarak bu görseldeki ürünlerin sistemden ayrılması gerekecektir. Hatalı olarak algılanacak olan görseller, sürekli akışlı sistemin üretimini sekteye uğratan durumlardır. Yapılacak olan sistemle bu sorun giderilmeye çalışılacaktır. Askıda ürün kolinin hem sağında hem de solunda olabilir, bu her iki durumda görüntü işleme ile sistemde çözümlenmeye çalışılacaktır.



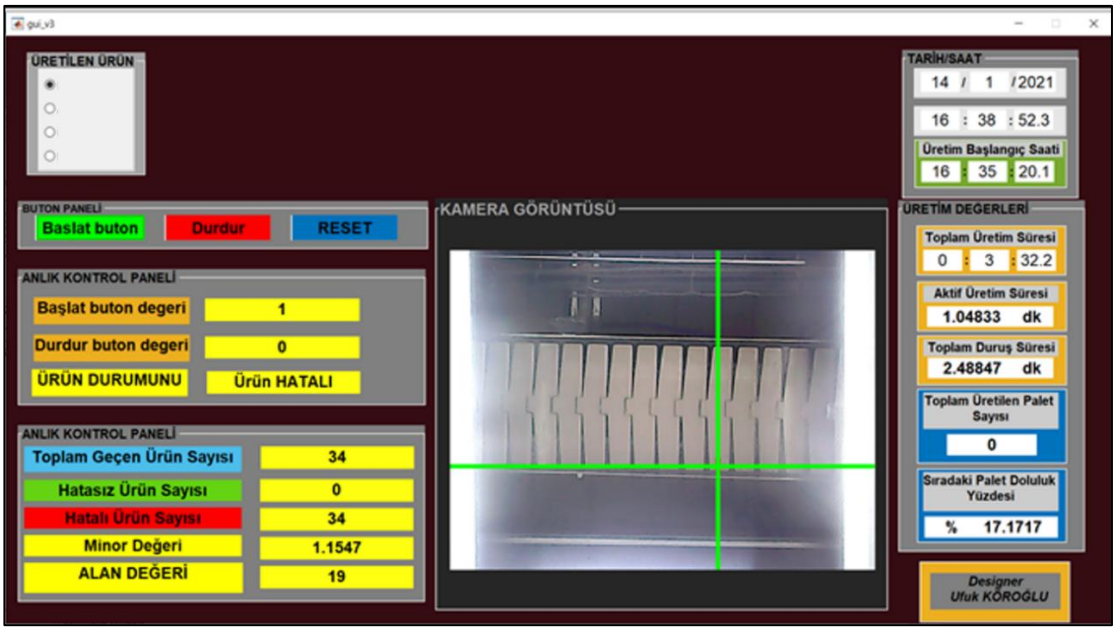
Şekil 4.22. Kameradan alınan ikili askıda ürün görseli



Şekil 4.23. Kameradan alınan tekli askıda ürün görseli

4.5. Matlab Kullanıcı Arayüzü

Kurulan görüntü işleme sisteminde kamera tarafından alınan görüntülerin izlenmesi için ve gerekli durumlarda sistemdeki giriş çıkış birimlerine müdahale edebilmek için GUI arayüzü tasarlanmıştır. Bu GUI arayüzünden kullanıcı sistemin çalışması ile ilgili birçok veriye ulaşabilmektedir.



Şekil 4.24. GUI arayüz görseli

Şekil 4.24'te Sistem için reçete yapısı tanımlanmıştır. Bu yapı sayesinde, farklı ürünlerin reçetelendirilmesi ile gerekli sistem parametrelerinin direkt olarak sisteme tanımlanması sağlanacaktır. Bu sayede operatör hiçbir ayar yapmadan, sadece reçeteden ürün seçerek görüntü işleme sistemi için gerekli tüm parametreleri yüklemiş olacaktır.

Şekil 4.24'ün sol orta bölümde bulunan buton panelindeki butonlar ile sistemin aktifliği ve pasifliği kontrol edilmektedir. Reset butonu ile de hafızada bulunan veriler ilk değerlerine alınmaktadır. Anlık kontrol panelinden sistemin aktifliği takip edilecek ve aynı zamanda anlık olarak geçen ürünün hatalı ya da uygunluk durumu ekranda gösterilmektedir. Sol alt köşede bulunan anlık kontrol paneli ile üretim süresi boyunca geçen toplam uygun ürün ve toplam hatalı ürün sayıları gösterilecektir. Bunlara ilave olarak minör değeri ve alan değerleri de bu kısımda gösterilmektedir. Bu değerler arka planda işlenen görüntünün işlenme değerlerinde kullanılmaktadır. Görüntü değerlerinin anlık takibi için ekrana konulmaktadır. Kamera görüntüsü kısmında, hat üzerindeki ürünlerin anlık çekilen fotoğrafları gösterilmektedir. Görüntünün üzerine işlenen yeşil çerçeve ile kırmızı artı işareti sayesinde ürün pozisyonları görüntülenebilmektedir. Tarih saat kısmında, anlık olarak bulunulan zaman bilgileri ile üretime start verilen zaman bilgileri gösterilmektedir.

Üretim değerleri panelinde ise sırasıyla, toplam üretim süresi, aktif üretim süresi, toplam duruş dakikası, sistem çalışmasından itibaren üretilen ürün dolu palet sayısı ve sıradaki dolan paletin doluluk yüzdeleri gösterilmektedir. Belirtilen bu bilgiler ışığında operatör, sistemi takip edebilmektedir.

4.6. Matlab Program Yapısı ve Komutlar

Matlab programı tasarlanırken belirli hiyerarşi içerisinde oluşturulmuştur. Belirli aşamalardan geçen programın son hâli ele alınarak anlatıma sunulmuştur. Sistemin yapısını oluşturan program komutları şu şekildedir;

```
function gui_v3_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
axes(handles.axes7);
imshow('C:\Users\ACER\Desktop\Görüntü işleme haznesi\
Logo_1.png');
```

Yukarıda ki "`gui_v3_OpeningFcn`" fonksiyonu içerisinde "`imshow`" komutu ile GUI ekranında kullanılan gıda firması logosunun dosya konumu belirtilerek "`axes7`" içerisine yerleştirilerek ekranda gösterilmektedir.

```
function varargout = gui_v3_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
varargout{1} = handles.output;
clear all;
clc;
global a;
```

```
a=arduino('COM6','MegaADK');
configurePin (a, 'D7' , 'pullup' );
configurePin (a, 'D6' , 'pullup' );
configurePin (a, 'D5' , 'pullup' );
```

Fonksiyon "varargout" içerisinde, "clear all;" ile sistem hafızası temizlenmektedir ve ardından "clc;" ile veriler kalıcı olarak temizlenmektedir. "global a;" satırında global olarak "a" değişkeni oluşturulmaktadır. "a=arduino('COM6','MegaADK');" satırında ise a değişkenine, bilgisayarın COM-6 portuna bağlı olan Arduino meganın tanımlaması yapılmaktadır. "configurePin" içeren satırlarda ise mikrodenetleyicinin dijital 5, 6 ve 7 numaralı girişleri pullup direnci aktif edilerek tanımlanmakadır.

```
function Durdur_buton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
writeDigitalPin(a,'D9',0);
writeDigitalPin(a,'D10',0);
writeDigitalPin(a,'D11',0);
writeDigitalPin(a,'D12',0);
writeDigitalPin(a,'D13',0);
set(handles.text5,'String','durdur içerisinde');
set(handles.text3,'String',0);
```

Fonksiyon "Durdur_buton_Callback" içerisinde, "writeDigitalPin" komutları ile dijital çıkışların hepsi sıfırlanmaktadır. "set" komutları ile "text5" ve "text3" içerisine belirtilen yazı ve belirtilen değerler gönderilmektedir.

```
function reset_buton_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.text3,'String','Resetlendi');
set(handles.text5,'String','Resetlendi');
set(handles.text7,'String','Resetlendi');
set(handles.text15,'String','Resetlendi');
```

Fonksiyon "reset_buton_Callback" içerisinde "set" komutları satırlarında "text3", "text5", "text7" ve "text15" içerisine "Resetlendi" yazdırılmaktadır.

```
function radiobutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global r_buyuk_deger r_kucuk_deger b_buyuk_deger
b_kucuk_deger g_buyuk_deger g_kucuk_deger;
r_buyuk_deger=170;
r_kucuk_deger=215;
b_buyuk_deger=215;
b_kucuk_deger=250;
g_buyuk_deger=195;
g_kucuk_deger=235;
```

Fonksiyon "radiobutton1_Callback" içerisinde "global" komutu ile global değişkenler tanımlanmaktadır. Devamındaki satırlarda ise bu değişkenlerin içerisine parametre değerleri atanmaktadır. GUI ekranında bulunan reçete seçme bölümünün "radiobutton1" değişken butonuna basılması ile bu belirtilen değerlere göre sistem çalışması sağlanmaktadır.

Görüntü işleme sisteminin en uzun fonksiyonu başlatma butonu fonksiyonudur. Sistemin çalışmasını sağlayan çoğu komut bu fonksiyonun içerisinde yazılmaktadır. Bu bağlamda fonksiyon içerisindeki komutlar parça parça gösterilmektedir.

```
function Baslat_buton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a c ;
```

Yukarıda "`global`" komutu ile "`a`" ve "`c`" değişkenleri oluşturulmaktadır.

```
writeDigitalPin(a,'D9',1);
```

"`writeDigitalPin`" komutunda 9 numaralı dijital pini çıkış aktif edilmektedir.

```
x=get(handles.Baslat_buton,'Value');
set(handles.text3,'String',x);
y=get(handles.Durdur_buton,'Value');
set(handles.text5,'String',y);
```

Yukarıda ki komutlarda başlatma butonu değeri alınarak "`x`" değişkenine yazılmaktadır. Aynı zamanda durdurma butonu değeri alınarak "`y`" değişkenine yazılmaktadır. "`set`" komutları ile de okunan değerlerden, başlatma butonu değeri "`text3`"'e durdurma butonu değeri "`text5`"' e gönderilmektedir.

```
global b1 d uretim_suresi;
c=-1;
d=0;
uretim_suresi=0;
h1=0;
m1=0;
```

```
s1=0;
```

Global komutu ile “b1”, “d” ve “uretim_suresi” değişkenleri oluşturulmaktadır. İlâve olarak “c” değişkeni oluşturulmaktadır ve ilk değeri -1 olarak belirlenmektedir. “d” değişkeninin değeri 0 yapılmaktadır. “uretim_suresi” değeri 0 yapılmaktadır. “h1”, “m1” ve “s1” değerleri 0 olarak belirlenmektedir.

```
set(handles.text41,'String',0);
set(handles.text40,'String',0);
set(handles.text16,'String','*********');
set(handles.text24,'String','*********');
```

Set komutları ile “text41” ve “text40”’ın içerisine 0 değeri gönderilmektedir. “text16” ve “text24”’ün içerisine ise “*****” işaretlemesi gönderilmektedir.

```
while get(handles.Baslat_buton,'Value')==1 &&
get(handles.Durdur_buton,'Value')==0
```

Ana döndü “while” döngüsü ile oluşturulmaktadır. Döngüye girme şartı olarak “Baslat_buton” değerinin 1, “Durdur_buton” değerinin ise 0 olması gerektiği belirtilmektedir. Belirtilen şartlar sağlandığı sürece sistem döngüsü aktif olarak çalışmaktadır.

```
if get(handles.Durdur_buton,'Value')==1
break;
end
```

Ana döngü içerisinde "if" komutu ile "Durdur_buton" butonu değeri kontrol edilmektedir. Butona basılması durumunda ana döngü sonlandırılmaktadır ve döngüden çıkılmaktadır.

```
b1=readDigitalPin(a,'D7');
```

Mikrodenetleyici içerisindeki 7 numaralı dijital giriş okunarak "b1" değişkeni içerisine gönderilmektedir.

```
hatasiz_urun_sayisi=0;
hatali_urun_sayisi=0;
```

"hatasiz_urun_sayisi" ve "hatali_urun_sayisi" değerleri 0 olarak belirlenmektedir.

```
disp('birinci deger b=')
disp(b1);
```

Takip etme amaçlı "b1" değeri komut penceresine yazdırılmaktadır

```
if b1==1
disp('kinci deger b=')
disp(b1);
c=c+1;
set(handles.text15,'String',d);
pause(0.001);
```

"b1" değişkeninin 1 olma durumu kontrol edilmektedir ve 1 olması durumunda komut penceresine "b1" değeri yazdırılmaktadır. Ardından "c" değeri 1 arttırılmaktadır. "text15" in içerisine "d" değeri yazdırılmaktadır.

```
while b1==1
disp('ucuncu deger b=')
disp(b1);
pause(0.001);
b1=readDigitalPin(a,'D7');
gelen=readDigitalPin(a,'D6');
```

"b1" değerinin 1 olma durumu kontrol edilmektedir ve 1 olması durumunda "while" döngüsü oluşturulmaktadır. "disp" komutu ile "b1" değeri komut penceresine yazdırılmaktadır. Ardından mikrodenetleyicinin 7 numaralı dijital pini okunmaktadır ve "b1" değerine atanmaktadır. Mikrodenetleyicinin 6 numaralı dijital pini okunmaktadır ve "gelen" değişkenine gönderilmektedir.

```
if gelen==0
global cam;
clear cam;
cam=webcam('HD camera');
cam.Resolution = '640x480';
preview(cam);
img = snapshot(cam);
img2=img;
gray=rgb2gray(img);
```

```
bw=im2bw(gray);
[satir stn u]=size(img);
global r_buyuk_deger r_kucuk_deger b_buyuk_deger
b_kucuk_deger g_buyuk_deger g_kucuk_deger;
```

"if" komutu ile "gelen" değerin 0 olma durumu kontrol edilmektedir. Değer 0 ise, "global" komutu ile "cam" değişkeni oluşturulmaktadır. "clear" komutu ile cam değişkeni temizlenmektedir. "HD camera" isminde bilgisayara bağlı olan kamera "webcam" komutu ile okunmaktadır ve "cam" değişkenine gönderilmektedir. "cam.Resolution" komutu ile görüntü boyutu "640x480" olarak belirlenmektedir. "preview" komutu ile canlı görüntü nesnesi oluşturulmaktadır. "snapshot" komutu ile kameradan fotoğraf çekilmektedir ve "img" değişkenine gönderilmektedir, aynı görüntü "img2" değişkenine gönderilmektedir. "rgb2gray" komutu ile görüntü gri resme çevrilmektedir ve "gray" değişkenine gönderilmektedir. "im2bw" komutu ile gri resim siyah beyaz olarak değiştirilmektedir ve "bw" değişkenine gönderilmektedir. "size" komutu ile "img" resminin satır, sütun ve kanal sayıları alınarak sırasıyla "satir", "stn" ve "u" değişkenlerine gönderilmektedir.

```
for i=1:satir
for j=1:stn
r=img2(i,j,1);
g=img2(i,j,2);
b=img2(i,j,3);
if r>r_buyuk_deger && g>g_buyuk_deger && b>b_buyuk_deger &&
r<r_kucuk_deger && g<g_kucuk_deger && b<b_kucuk_deger
bw(i,j)=1;
else
bw(i,j)=0;
```

```
end
end
end
```

"for" döngüsü oluşturulmaktadır. Değişkeni "i" olarak belirlenmektedir ve döngü 1'den başlayarak birer birer artarak "satir" değişkeni değerine kadar devam etmesi gerektiği belirtilmektedir. Yukarıdaki "for" döngü içerisine başka bir "for" döngüsü oluşturulmaktadır. Değişkeni "j" olarak belirlenmektedir ve 1'den başlayarak "stn" değişkeni değerine kadar devam etmesi gerektiği belirtilmektedir. Döngüler içerisinde "İmg2" resminin tüm pikselleri kontrol edilmektedir ve 1, 2 ve 3. kanal değerleri sırasıyla "r", "g", "b" değişkenlerine gönderilmektedir. "if" komutu karşılaştırmasında sırasıyla bu değişkenler önceden belirlenen "r_buyuk_deger", "g_buyuk_deger", "b_buyuk_deger", "r_kucuk_deger", "g_kucuk_deger" ve "b_kucuk_deger" değişkenleriyle karşılaştırılmaktadır. Belirtilen şartların sağlanması ile "bw" resminin belirtilen piksel değeri 1 yapılmaktadır. Sağlamaması durumunda ise "bw" resminin belirtilen pikselin değeri 0 olarak değiştirilmektedir.

```
for i=1:50
for j=1:stn
bw(i,j)=0;
end
end
```

Yukarıdaki döngüde oluşturulan "i" değişkeni for döngüsü değişkeninde 1 olarak tekrardan değiştirilmektedir ve 50 değerine kadar döngünün devam etmesi belirtilmektedir. "for" içerisinde yazılan diğer "for" döngüsünde ise "j" değişkeni 1 olarak değiştirilmektedir ve "stn" değişken değerine kadar döngünün devam etmesi

gerektiği belirtilmektedir. Devamında "bw" resim değerinin belirtilen piksellerine 0 değeri atanmaktadır.

```
for i=1:satir
for j=1:120
bw(i,j)=0;
end
end
for i=1:satir
for j=550:stn
bw(i,j)=0;
end
end
```

Yukarıda belirtilen toplam 6 "for" döngüsü ile "bw" resminin tüm pikselleri taranmaktadır ve resmin kenarlarında oluşan yanıltıcı aydınlatma değerleri direkt olarak siyah piksel olarak değiştirilmektedir. Farklı bir tabir ile resmin çevresinde siyah çerçeve oluşturularak ışık yansımaları önlenmeye çalışılmaktadır.

```
str=strel('disk',30);
kapali=imclose(bw,str);
[im say]=bwlabel(kapali);
ozellikler=regionprops(im,'all');
en_buyuk_alan=0;
```

"strel" komutu ile morfolojik açıdan resme "disk" formatında ve 30 değerinde filtreleme işlemi uygulanacağı belirtilmektedir ve elde edilen değerler "str" değişkenine gönderilmektedir. "imclose" komutu ile "bw" resmi "str" değerlerini kullanılarak açı kalan kenarları kapatılmaya çalışılmaktadır ve bu değerler "kapali" değişkenine gönderilmektedir. Bu "kapali" değişkeninin "bwlabel" komutu ile "im" ve "say" değerleri oluşturulmaktadır. Daha sonra "im" değişkeninin "regionprops" komutu ile tüm özellikleri çıkartılarak "ozellikler" değişkeninin içerisine yazılmaktadır. Bu özellikler ile görüntü işlemede kullanılacak olan resmin incelenmesinde kullanılacak 27 farklı özelliğe ulaşılmaktadır.

```
for k=1:say
if ozellikler(k).Area>=en_buyuk_alan
en_buyuk_alan=ozellikler(k).Area
index_deger=k;
end
end
```

Yukarıdaki "for" döngüsü içerisinde "k" değişkeni oluşturulmaktadır ve ilk değeri 1 olarak belirlenmektedir. Döngüye "say" değişkeni değerine kadar çalışma şartı konulmaktadır. "if" şartı ile "ozellikler(k).Area" değişkeninin "en_buyuk_alan" değişkeninden büyük ya da eşik olma durumu kontrol edilmektedir. Şart sağlandığında "ozellikler(k).Area" değişkeninin değeri "en_buyuk_alan" değişkenine gönderilmektedir ve "k" değişken değeri "index_deger" değişkenine yazdırılmaktadır.

```
axes(handles.axes1);
imshow(img);
x=ozellikler(index_deger).Centroid(1,1);
```

```
y=ozellikler(index_deger).Centroid(1,2);
```

“axes1” alanı içerisine “img” resmi gönderilmektedir. Ardından “ozellikler(index_deger)” değer verilerinin x ve y koordinat değerleri alınarak “x” ve “y” değişkenlerine yazılmaktadır.

```
t = datetime ( 'now' )
t_years = t.Year
t_months = t.Month
t_day=t.Day
m = month(t,'name')
[h,m,s] = hms(t)
```

Yukarıdaki komutlar ile GUI ekranında kullanılan tarih bilgilerinin yapısına başlanmaktadır. “datetime” komutu ile anlık olarak zaman bilgileri alınmaktadır “t” değişkenine gönderilmektedir. “t.Year” değişken içeriği “t_years” değişkeni içerisine gönderilmektedir. “t.Month” değişken bilgisi “t_months” değişken içerisine gönderilmektedir. “t.Day” değişken bilgisi “t_day” değişken içerisine gönderilmektedir. “month” komutu ile “t” değişkeni içerisindeki saat, dakika ve saniye bilgileri sırasıyla “h”, “m”, “s” değişkenlerinin içerisine gönderilmektedir.

```
if h1==0 && m1==0 && s1==0
[h,m,s] = hms(t)
global h1 m1 s1;
h1=h;
m1=m;
s1=s;
set(handles.text89,'String',h1);
```

```
set(handles.text88,'String',m1);
set(handles.text87,'String',s1);
end
```

Yukarıdaki "if" karşılaştırma komutu ile "h1", "m1", "s1" değişkenlerinin 0 olma durumları kontrol edilmektedir. Şart sağlanıyorsa "t" değişkenindeki zaman bilgileri "h", "m", "s" değişkenleri içerisine alınmaktadır. "global" komutu ile "h1", "m1" ve "s1" değişkenleri oluşturulmaktadır. Bu değişkenlerin içerisine sırasıyla "h", "m" ve "s" değişen değerleri gönderilmektedir. Bu değişken değerler sırasıyla GUI ekranında bulunan "text89", "text88" ve "text87" bölümlerine yazdırılmaktadır ve komut sonlandırılmaktadır.

```
toplam_uretim_saati=h-h1;
toplam_uretim_dakikasi=m-m1;
toplam_uretim_saniyesi=s-s1;
```

"toplam_uretim_saati", "toplam_uretim_dakikasi" ve "toplam_uretim_saniyesi" değişkenlerinin verileri "h-h1", "m-m1" ve "s-s1" değişken işlemleri sonucunda elde edilmektedir.

```
if toplam_uretim_saniyesi<0
toplam_uretim_saniyesi=toplam_uretim_saniyesi+60;
toplam_uretim_dakikasi=toplam_uretim_dakikasi-1;
end
```

Yukarıdaki "if" karşılaştırma komutu ile "toplam_uretim_saniyesi" değişkeninin sıfırdan küçük olma durumu kontrol edilmektedir. Şart sağlandığında

“toplam_uretim_saniyesi” değişeninin değeri 60 artırılmaktadır. Ardından “toplam_uretim_dakikasi” değişkeninin değerinden 1 çıkarılmaktadır.

```
if toplam_uretim_dakikasi<0
toplam_uretim_dakikasi=toplam_uretim_dakikasi+60;
toplam_uretim_saati=toplam_uretim_saati-1;
end
```

“toplam_uretim_dakikasi” değişkeninin sıfırdan küçük olma durumu kontrol edilmektedir. Şart sağlandığında “toplam_uretim_saati” değişeninin değeri 60 artırılmakadır. Ardından “toplam_uretim_saati” değişkeninin değerinden 1 çıkarılmaktadır.

```
set(handles.text98,'String',toplam_uretim_saati);
set(handles.text97,'String',toplam_uretim_dakikasi);
set(handles.text96,'String',toplam_uretim_saniyesi);
```

“set” komutu ile “text98”, “text97”, “text96” içerisine sırasıyla “toplam_uretim_saati”, “toplam_uretim_dakikasi”, “toplam_uretim_saniyesi” değişken verileri gönderilmektedir.

```
set(handles.text76,'String',t_years);
set(handles.text75,'String',t_months);
set(handles.text74,'String',t_day);
```

“set” komutu ile “text76”, “text75”, “text74” içerisine sırasıyla “t_years”, “t_months”, “t_day” değişken değerleri gönderilmektedir.

```
set(handles.text78,'String',h);
set(handles.text79,'String',m);
set(handles.text80,'String',s);
hold on;
```

"set" komutu ile "text78", "text79", "text80" içerisine sırasıyla "h", "m", "s" değişken değerleri gönderilmektedir. Ardından tüm değişken verilerinin ekranda kalıcı olarak kalmaları için "hold on" komutu kullanılmaktadır.

```
cerceve=rectangle('Position',ozellikler(index_deger).Boundi
ngBox,'LineWidth',4);
```

"rectangle" komutu ile "ozellikler(index_deger). BoundingBox" değişen değeri ile 4 birim kalınlığında çerçeve oluşturulmaktadır ve "cerceve" değişkenine gönderilmektedir.

```
set(cerceve,'EdgeColor','RED');
line([0 x], [y y],'LineWidth',4,'Color','g');
line([x stn], [y y],'LineWidth',4,'Color','g');
line([x x], [0 y],'LineWidth',4,'Color','g');
line([x x], [y satir],'LineWidth',4,'Color','g');
hold off;
```

"set" komutu ile "cerceve" değişken rengi kırmızı olarak belirlenmektedir. "line" komutları ile belirtilen koordinatlarda 4 birim kalınlığında yeşil renkli çizgiler oluşturulmaktadır. "hold off" komutu ile verilerin ekranda kalıcı olması sonlandırılmaktadır.

```
if  en_buyuk_alan>94500 && en_buyuk_alan<130000 &&
ozellikler(index_deger).MinorAxisLength<313
writeDigitalPin(a,'D11',1);
writeDigitalPin(a,'D12',0);
hatasiz_urun_sayisi=hatasiz_urun_sayisi+1;
set(handles.text16,'String','Ürün Sağlam');
set(handles.text40,'String',hatasiz_urun_sayisi);
set(handles.text24,'String',en_buyuk_alan);
```

"if" karşılaştırıcısı ile "en_buyuk_alan", "en_buyuk_alan", "ozellikler(index_deger).MinorAxisLength" değişken değerlerinin değerleri kontrol edilmektedir. Belirtilen şartları sağlaması durumunda, "writeDigitalPin" komutu ile mikrodenetleyicinin 11 numaralı dijital pin değeri 1 ve dijital 12 pin değeri 0 yapılmaktadır. "hatasiz_urun_sayisi" değişken değeri 1 artırılmaktadır. "set" komutu ile GUI ekranında ki "text16", "text40", "text24" bölümlerine sırasıyla "'Ürün Sağlam'", "hatasiz_urun_sayisi", "en_buyuk_alan" değişken değerleri gönderilmektedir.

```
else
writeDigitalPin(a,'D12',1);
writeDigitalPin(a,'D11',0);
hatali_urun_sayisi=hatali_urun_sayisi+1;
set(handles.text16,'String','Ürün HATALI');
set(handles.text41,'String',hatali_urun_sayisi);
set(handles.text24,'String',en_buyuk_alan);
end
```

Bir önceki "if" komutunun şartları sağlanmadığında ise "else" şartı sağlanmaktadır ve içerisine girilmektedir. "writeDigitalPin" komutu ile mikrodenetleyicinin dijital 11 numaralı pini 0 ve dijital 12 numaralı pini ise 1 yapılmaktadır. "hatali_urun_sayisi" değişken değeri 1 artırılmaktadır. "set" komutu ile "text16", "text41", "text24" içerisine sırasıyla "'Ürün HATALI'", "hatali_urun_sayisi", "en_buyuk_alan" değişken değerleri yazdırılmaktadır.

```
set(handles.text43,'String',ozellikler(index_deger).MinorAx
isLength);
```

"set" komutu ile "text43" içerisine string olarak "ozellikler(index_deger).MinorAxisLength" değişken verisi gönderilmektedir.

```
d=d+1;
uretim_suresi=uretim_suresi+1.85;
dk=ceil(uretim_suresi/60);
palet_sayisi=fix(d/198);
palet_urun=(d-(palet_sayisi*198))
palet_doluluk_yuzdesi=(100*palet_urun)/198;
```

Yukarıda "d" değişken değeri 1 artırılmaktadır. "uretim_suresi" değişken değerine 1.85 eklenmektedir. "dk" değişken verisi "ceil" komutu ile 0 yönünde yuvarlanmaktadır. "fix" komutu ile "palet_sayisi" verisi artı yönde yuvarlanmaktadır. "palet_urun" ve "palet_doluluk_yuzdesi" değişken değerleri matematiksel işlemler ile hesaplanmaktadır.

```
set(handles.text15,'String',d);
set(handles.text61,'String',dk);
set(handles.text64,'String',palet_sayisi);
set(handles.text65,'String',palet_doluluk_yuzdesi);
```

"set" komutu ile "text15", "text61", "text64", "text65" içerisine sırasıyla "d", "dk", "palet_sayisi", "palet_doluluk_yuzdesi" değişken değerleri yazdırılmaktadır.

```
durus_h_dk=(toplam_uretim_saati)*(60);
durus_m=toplam_uretim_dakikasi;
durus_s=(toplam_uretim_saniyesi)/60;
```

Yukarıdaki satırlarda matematiksel hesaplama ile "durus_h_dk", "durus_m" ve "durus_s" değişken değerleri belirlenmektedir.

```
toplam_uretimin_dakikasi=(durus_h_dk)+(durus_m)+(durus_s);
durus_dakika=fix((toplam_uretimin_dakikasi)-(dk));
set(handles.text63,'String',durus_dakika);
```

Yukarıda "toplam_uretimin_dakikasi" değişkeni matematiksel hesaplama ile bulunmaktadır. "durus_dakika" değişkeni matematiksel hesaplamadan sona "fix" komutu ile yukarıya yuvarlanmaktadır. "set" komutu ile "text63" içerisine "durus_dakika" değişken değeri gönderilmektedir.

```
while gelen==0
set(handles.text15,'String',d);
```

```
gelen=readDigitalPin(a,'D6');
end
```

"while" döngüsü şartı, "gelen" değişken değerinin 0 olması durumunda sağlanmaktadır. Şart sağlandığında "set" komutu ile "text15" içerisine "d" değişken değeri yazdırılmaktadır. Ardından mikrodenetleyici içerisindeki 6 numaralı dijital giriş pini "readDigitalPin" komutu ile okunmaktadır ve değeri "gelen" değişkeninin içerisine yazdırılmaktadır.

```
end
end
end
end
end
```

Yukarıdaki "end" komutları ile tüm döngüler sonlandırılmaktadır.

5. SONUÇLAR

5.1. Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirmeler

Görüntü işleme sistemi ile ilgili tüm aşamalar tamamlandıktan sonra sistem çalışır bir duruma getirilmiştir. Mekanik ve otomasyon sistemlerinin ayarlamaları yapılmıştır. Karanlık oda kabininin yerinin hassas bir şekilde belirlenmesinden sonra program içerisindeki hatalı ürün tespit değerleri ayarlamaları yapılmıştır. Ayarlama aşamalarından sonra sistemin belirli bir süre test edilmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan testler ve ayarlamaların tamamı sadece Şekil 5.1'deki folyoya göre ayarlanarak yapılmaktadır.



Şekil 5.1. Görüntü işleme sisteminin çalıştırıldığı folyo

Folyonun görüntü değerleri alındıktan sonra elde edilen renk eşik değerleri üzerinden programda düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler sürekli olarak güncellendi ve nihai eşik değerlerine ulaşılmıştır. Görüntü işleme sistemi yoğurt dolum makinesi hattı üzerinde belirli aralıklarla çalıştırılmıştır. Yoğurt dolum makinesi

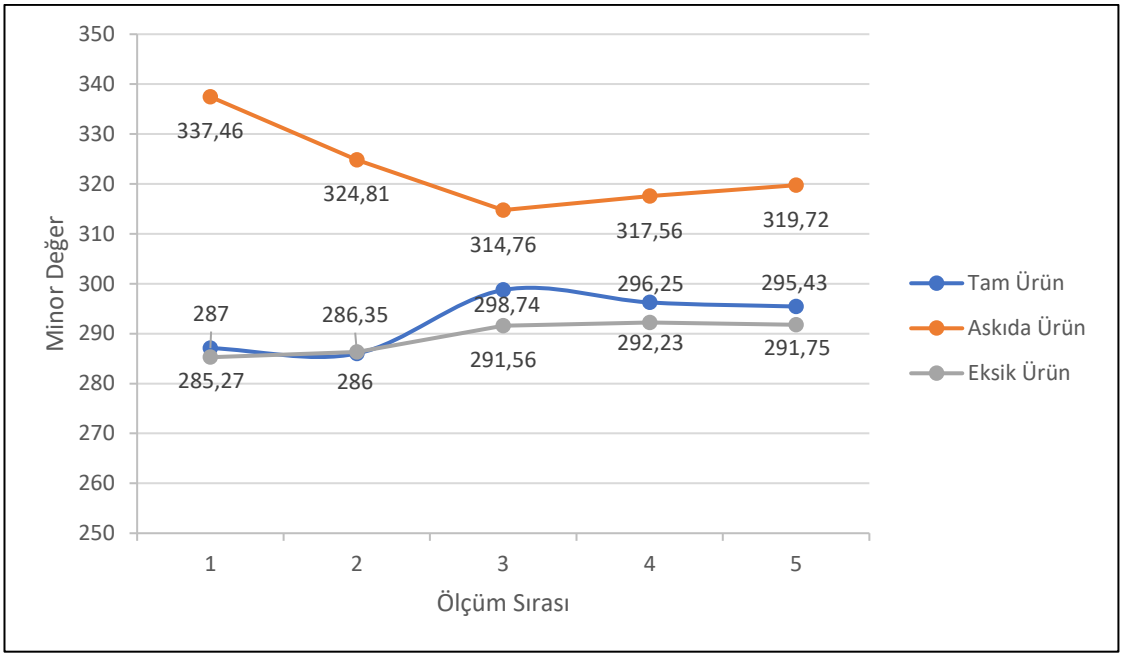
hattı üretim planlamasına göre oluşturulan tüm ekipmanlar her seferinde tekrardan kurularak sistem denemeleri yapılmıştır. Yaklaşık olarak 10 defa hassas deneme ölçümleri yapılarak sistem test edilmiştir.

Şekil 5.1'deki folyo ile olan üretimler, üretim planlamasına göre sürekli değişiklik gösterse de ortalama olarak her hafta en az 12 saatlik üretim durumu bulunmaktadır. Resmî tatiller ve planlı duruşlar haricinde yukarıdaki üretim süreleri geçerli olmuştur. Elde edilen verilerin oluşturulması bu planlamalar ve üretimler çerçevesinde yaklaşık olarak 2,5 ay sürmüştür. Tüm sistemin her defasında tekrardan taşınması durumları ve kurulumu gerektiğinden hassas ayarlamalar her kurulumda o anki karanlık oda kurulumuna göre tekrardan yapılmıştır.

Çizelge 5.1. İlk üretimde alınan değerler

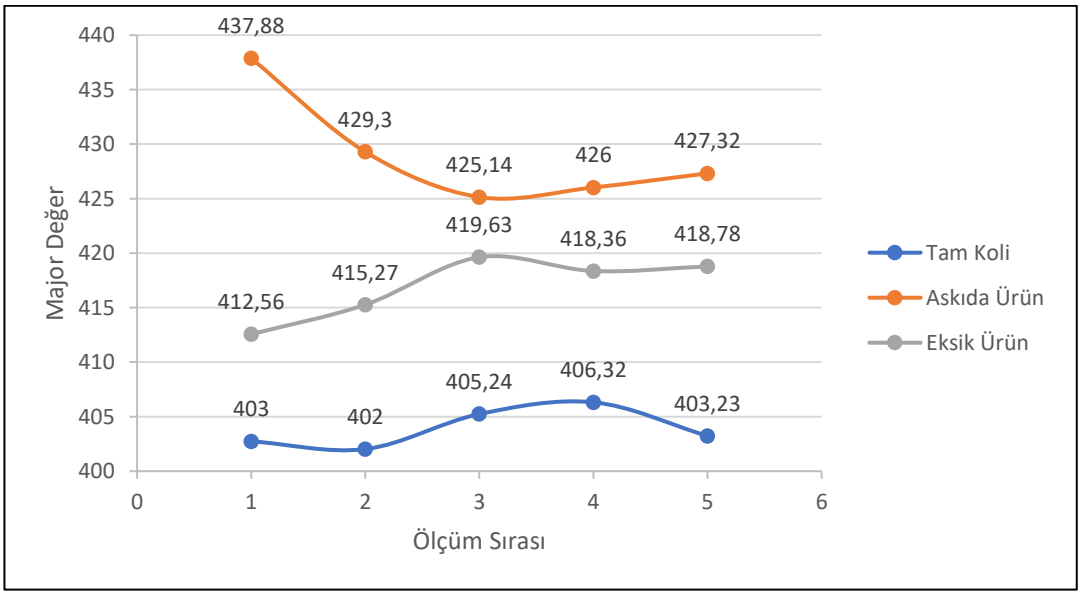
	Hatasız Koli			**Hatalı Koli**					
	Tam Koli			**Askıda Ürünlü Koli**			**Eksik Ürünlü Koli**		
NO	**Minor Axes**	**Major Axes**	**Alan**	**Minor Axes**	**Major Axes**	**Alan**	**Minor Axes**	**Major Axes**	**Alan**
1	287,097	402,745	91,715	337,460	437,880	91,629	285,270	412,560	83,020
2	286,010	402,021	92,255	324,810	429,300	91,690	286,350	415,270	81,795
3	298,740	405,240	94,735	314,760	425,140	92,606	291,560	419,630	86,266
4	296,250	406,320	95,618	317,560	426,025	92,193	292,230	418,360	85,826
5	295,430	403,230	95,227	319,720	427,320	92,207	291,750	418,780	87,396

Sistem adım adım çalıştırılarak elde edilen ilk değerler yukarıdaki Çizelge 5.1'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler gruplandırılarak, içerisindeki ürün sayısı tam olan ve hatası bulunmayan kolilerin, askıda ürün bulunan kolilerin ve eksik ürünü bulunan kolilerin, "Minor Axes", "Major Axes" ve "Alan" değerleri elde edilmiştir.



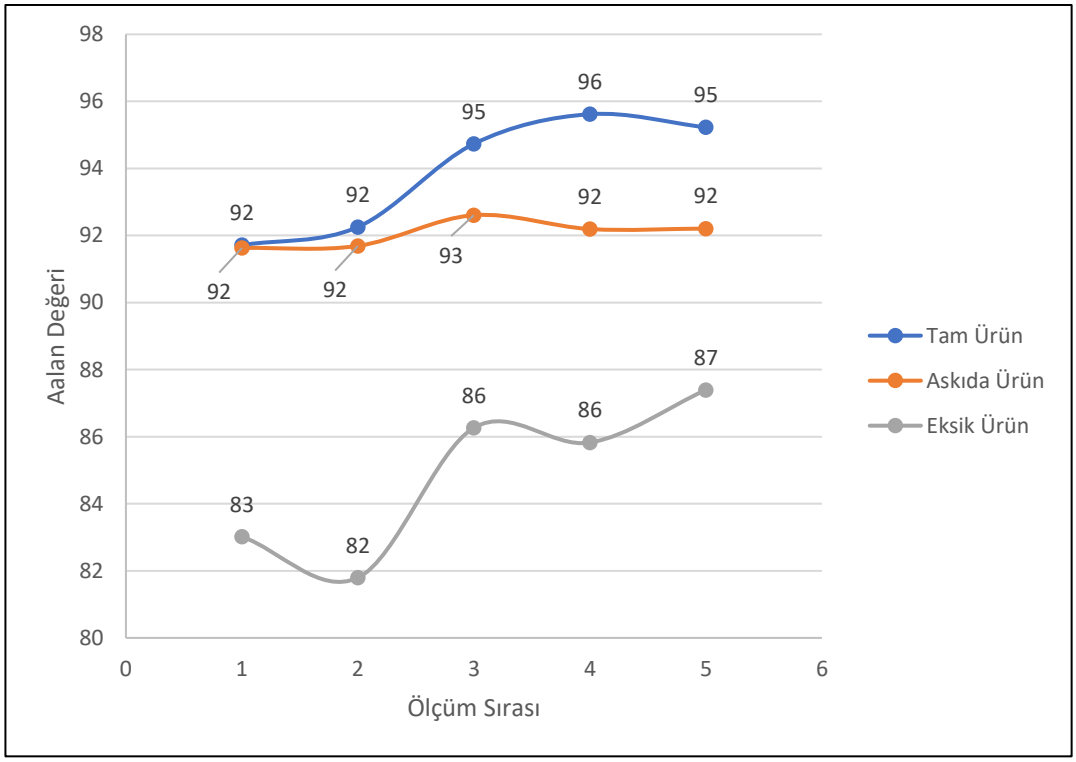
Şekil 5.2. Tam, askıda ve eksik ürün kolisi "Minor Axes" değerleri

Şekil 5.2'de gösterilen grafiğe göre elde edilen tam koli, askıda ürün ve eksik ürün "Minor Axes" değerlerinde yataydaki paralellik durumları gösterilmektedir. En büyük ve en küçük "Minor Axes" değeri arasındaki fark yapılan 5 ölçüme göre tam üründe 12,73, askıda üründe 22,7, eksik üründe ise 6,69 olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.3. Tam, askıda ve eksik ürün kolisi "Major Axes" değerleri

Şekil 5.3'de tam ürün, askıda ürün ve eksik ürün için "Major Axes" değerlerinin 5 adet ölçüm için oluşturulan grafiksel değerleri gösterilmektedir. En büyük ve en küçük değer arasındaki fark tam ürün için 4,299, askıda ürün için 10,560 ve eksik ürün için ise 6,220 olarak gösterilmektedir.



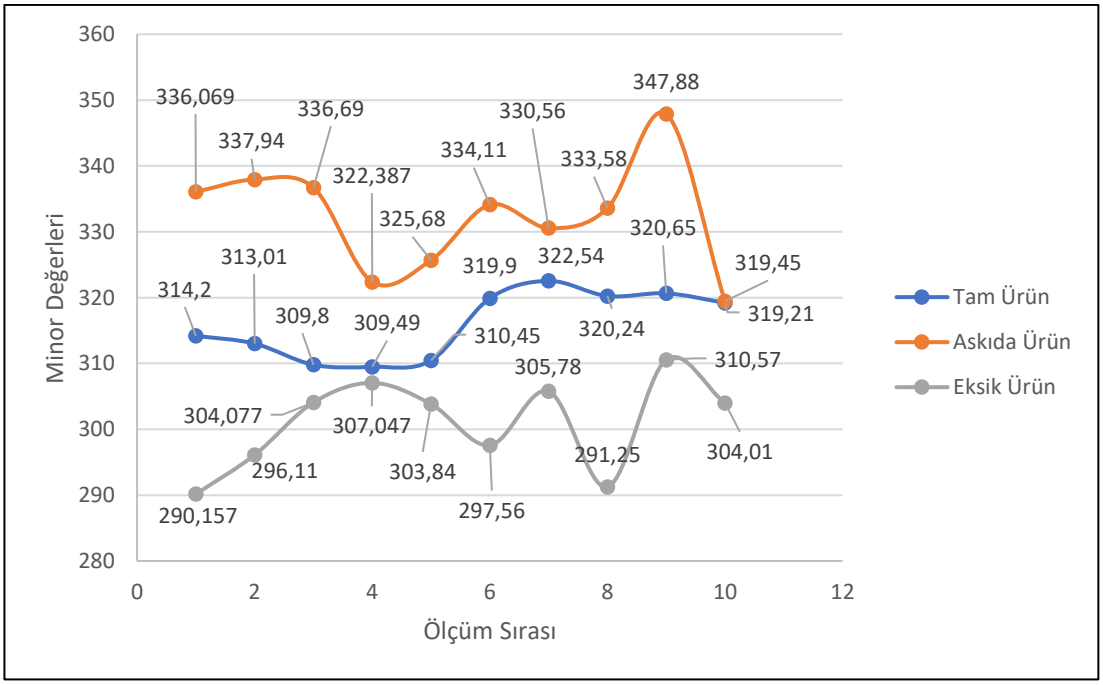
Şekil 5.4. Tam, askıda ve eksik ürün kolisi "Alan" değerleri

Şekil 5.4'te hatasız tam ürün kolisi, askıda ürün ve eksik ürün için "Alan" değerlerinin 5 adet ölçüm sonucunda oluşturulan grafiksel değerleri gösterilmektedir. En büyük ve en küçük değer arasındaki fark tam ürün için 3,903, askıda ürün için 578, eksik ürün için ise 4,376 olarak gösterilmektedir.

Çizelge 5.1'deki ilk alınan değerler incelendiğinde, grafiklerden de görüldüğü gibi "Minor Axes" değerleri ile askıda ürün net bir şekilde ayrılabilmektedir. "Alan" bilgilerini içeren grafikler karşılaştırıldığında ise eksik ürün bilgileri net bir şekilde ayrılabilmektedir. Çizelge 5.2'de askıda ve eksik ürün değerleri odak alınarak alınan veriler "Minor Axes" ve "Alan" değerleri oluşturulmuştur.

Çizelge 5.2. İleri tarihli ölçüm değerleri

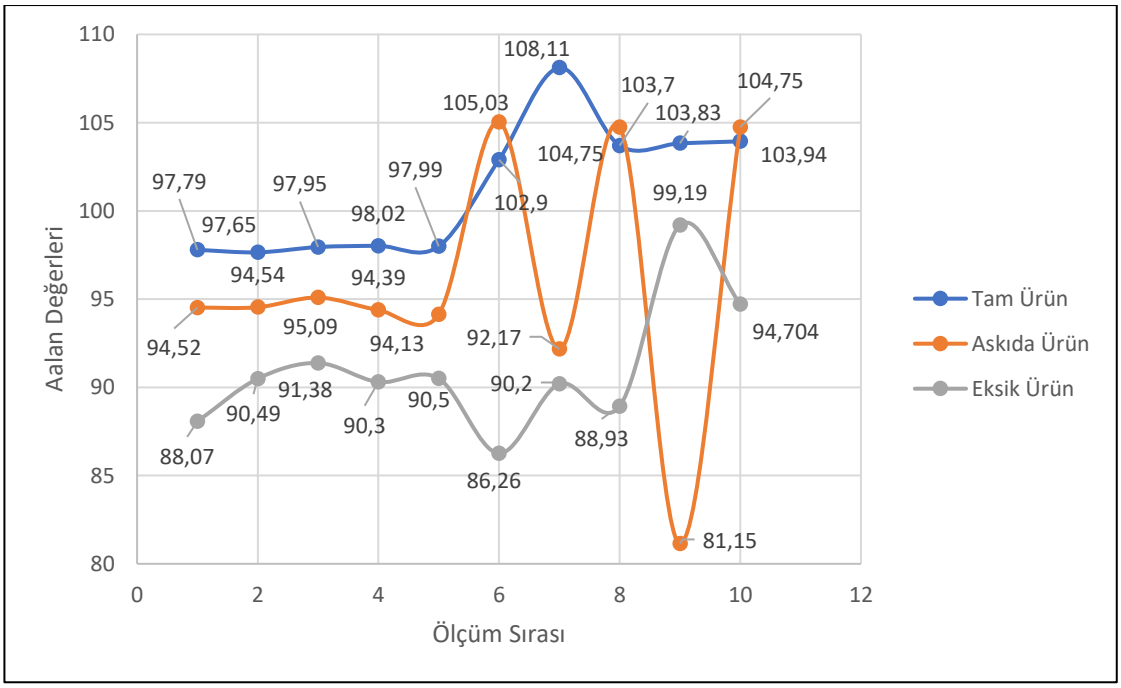
	Hatasız Koli		Hatalı Koli			
	Tam Koli		Askıda Ürünlü Koli		Eksik Ürünlü Koli	
NO	**Minor Axes**	**Alan**	**Minor Axes**	**Alan**	**Minor Axes**	**Alan**
1	314,200	97,798	336,069	94,529	290,157	88,075
2	313,010	97,659	337,940	94,541	296,110	90,490
3	309,800	97,957	336,690	95,091	304,077	91,389
4	309,490	98,024	322,387	94,395	307,047	90,304
5	310,450	97,993	325,680	94,131	303,840	90,500
6	319,900	102,900	334,110	105,032	297,560	86,266
7	322,540	108,116	330,560	92,175	305,780	90,206
8	320,240	103,702	333,580	104,759	291,250	88,935
9	320,650	103,838	347,880	81,153	310,570	99,193
10	319,210	103,940	319,450	104,750	304,010	94,704



Şekil 5.5. Tam, askıda ve eksik ürün için "Minor Axes" değerleri grafiği

Çizelge 5.2'teki elde edilen 10 adet ölçüm değerlerini sistemin tekrardan kurulması ile elde edilmiştir. Anlık olarak alınan değerlerin oluşturacağı grafiklerin incelemeleri yapılacaktır. Çizelge 5.2 incelendiğinde yapılan 10 adet ölçüm sonucunda en büyük ve en küçük "Minor Axes" değerlerinin farkları, tam ürün için 13,050, askıda ürün için 28,430 ve eksik ürün için 20,413 olarak bulunmuştur.

Şekil 5.5'te tam ürün, askıda ürün ve eksin ürün kolilerinin yapılan 10 adet ölçüm sonucunda oluşturdukları grafik gösterilmektedir. Grafiğe göre sistem grafik değerleri yatayda paralellik göstermektedir. Bazı noktalarda yukarı yönlü çıkışlar ya da aşağı yöndü ani düşüşler gösterilmektedir.



Şekil 5.6. Tam, eksik ve askıda ürün "Alan" değerleri grafiği

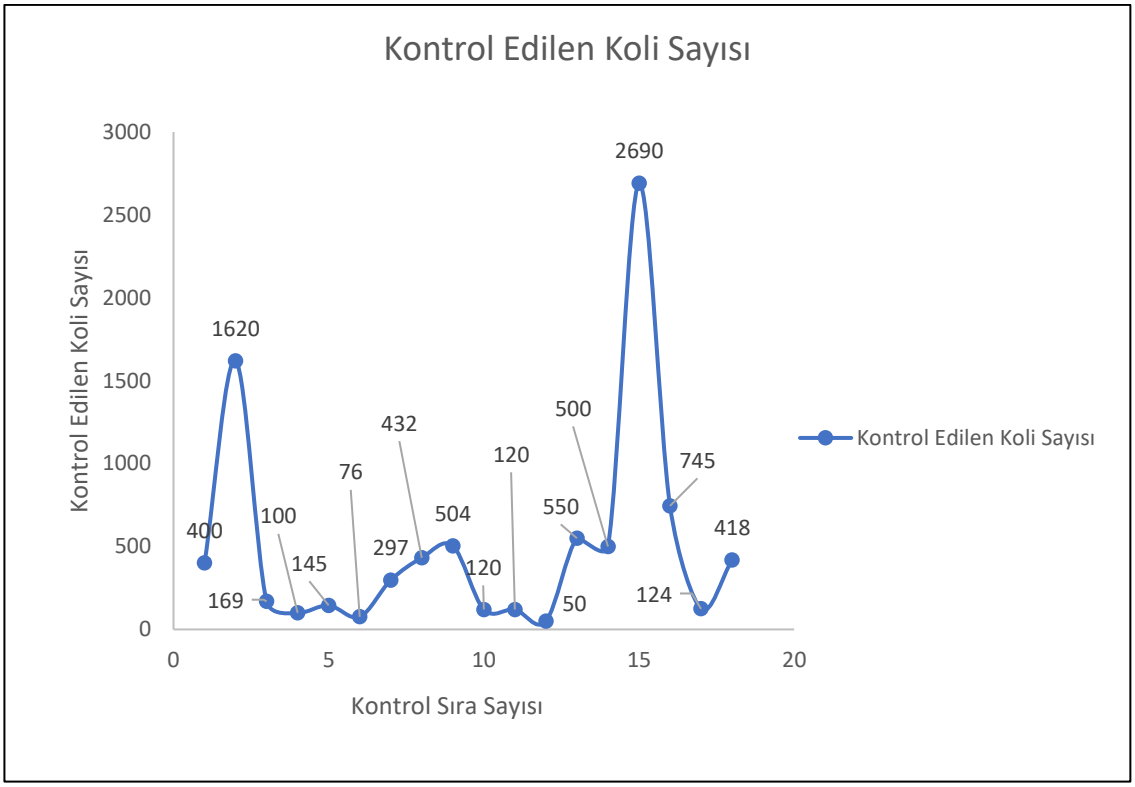
Şekil 5.6'teki grafikte tam ürün, askıda ürün ve eksik ürün bölümlerinin "Alan" değerlerinin grafiksel durumları gösterilmektedir. Ölçümlerde alınan sonuçlara bakıldığında en yüksek salınımın askıda ürün değerinde olduğu gösterilmektedir. Alınan tüm değerler incelendiğinde sistem "Minor Axes" ve "Alan" değerlerine göre çalıştırılmıştır. İlk seçilen değerler "Minor Axes" için en düşük 294,000, en yüksek 320,000 olacak şekilde ayarlanmıştır. "Alan" değeri için ise en düşük 95,000, en yüksek

130,000 değerleri girilmiştir. Bu değerlere göre üretim aşamasında elde edilen görüntü işleme sistemi doğruluk değerleri Çizelge 5.3'te gösterilmektedir.

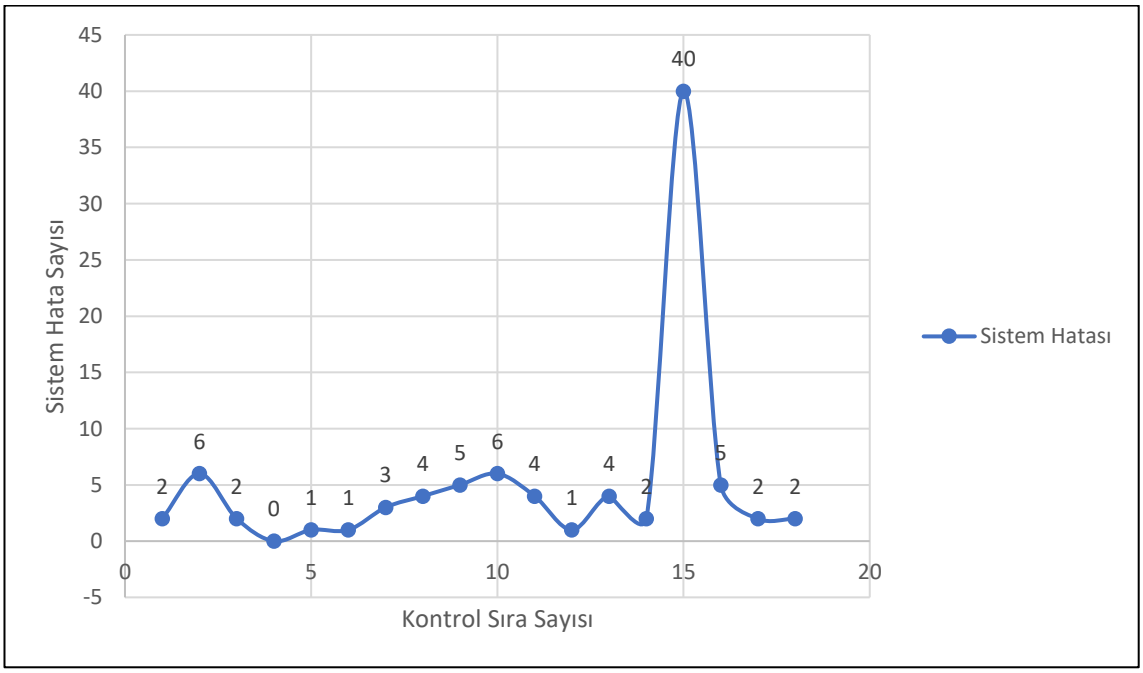
Çizelge 5.3. Üretim aşamasında görüntü işleme sisteminin doğruluk değerleri

NO	**Kontrol Edilen Koli Sayısı**	**Sistem Hatası**	**Sistem Hata Yüzdesi (%)**
1	400	2	0,5
2	1.620	6	0,37
3	169	2	1,18
4	100	0	0
5	145	1	0,68
6	76	1	1,31
7	297	3	1,02
8	432	4	0,92
9	504	5	0,99
10	120	6	5
11	120	4	3,33
12	50	1	2
13	550	4	0,72
14	500	2	0,4
15	2.690	40	1,48
16	745	5	0,67
17	124	2	1,61
18	418	2	0,47

Çizelge 5.3'teki kontrol edilen koli sayıları verilerinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 5.7'da gösterilmektedir.

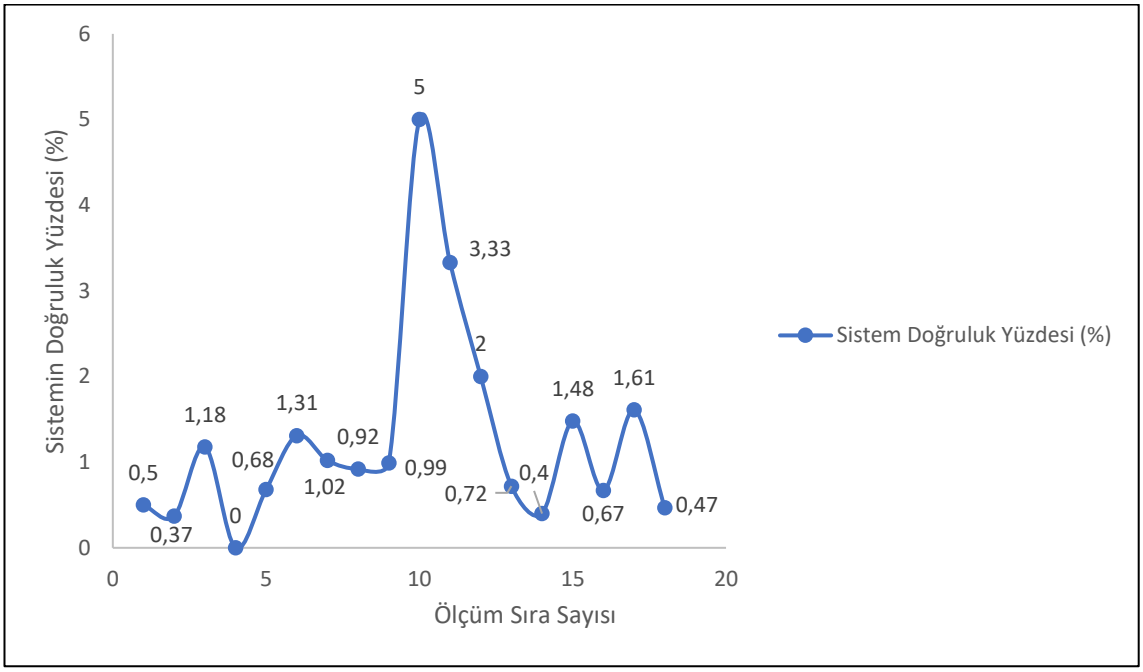


Şekil 5.7. Kontrol edilen koli sayıları grafiği



Şekil 5.8. Kontrol edilen kolilerdeki sistem hata sayısı

Şekil 5.8'de görüntü işleme sisteminin yoğurt dolum makinesi hattı çalışırken elde ettiği veriler sonucundaki hata sayıları gösterilmektedir.



Şekil 5.9. Ölçülen değerlere göre görüntü işleme sisteminin doğruluk yüzdesi grafiği

Şekil 5.9'de, ölçülen değerlere göre görüntü işleme sisteminin doğruluk yüzdesi grafiği gösterilmektedir. Grafik incelendiğinde sistemde salınımlar gösterilmektedir. Yapılan 18 adet ölçüme göre ortalama hata yüzdesi %1,25 olarak ölçülmüştür. Bu sistemdeki ölçülen hata, kamera tarafından alınan görüntü işlendikten sonra sistemin verdiği çıktıdır. Ürünler hatalı olmasa da koliyi hattan ayırma işlemi gerçekleştirilecektir. Görüntü işleme sistemine giren hatalı kolilerin hepsini sistem ayırmıştır. Hatalı ürün ayırmadaki kararlılık %100 olarak sonuçlanmıştır.

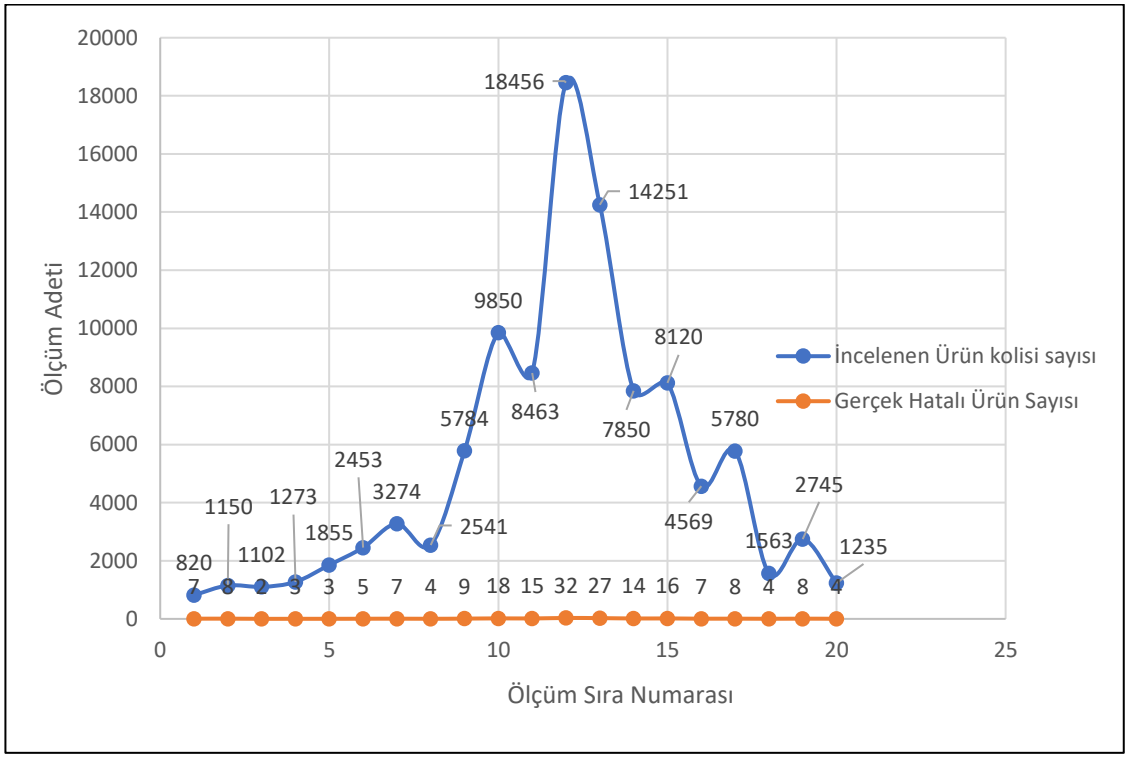
Bu kısma kadar alınan değerler elde edilirken sistemin girişindeki piston tutucu eklenmemiştir. Bu nedenle ürünler karanlık odanın içerisine her durumda sıra ile girememektedir. Askıda ürün, kolinin hareket yönünde bulunan kenarlarında olduğundan, sıra ile ürünlerin hareket etmemesinden kaynaklı, özellikle askıda ürünlerde salınımların yüksek olduğu görülmüştür. Sistemin girişine piston eklendikten sonraki kısımda elde edilen üretim verileri Çizelge 5.4'teki gibi gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Giriş pistonu eklenmesinden sonraki üretim verileri

NO	Kontrol Edilen Koli Sayısı	Gerçek Hatalı Ürün Sayısı	Sistem Hatası	Gerçek Hatalı Ürün Yüzdesi (%)	Sistem Hata Yüzdesi (%)
1	820	7	0	0,85	0
2	1.150	8	0	0,69	0
3	1.102	2	0	0,18	0
4	1.273	3	0	0,23	0
5	1.855	3	0	0,16	0
6	2.453	5	0	0,20	0
7	3.274	7	0	0,21	0
8	2.541	4	0	0,15	0
9	5.784	9	0	0,15	0
10	9.850	18	0	0,18	0
11	8.463	15	0	0,17	0
12	18.456	32	0	0,17	0
13	14.251	27	0	0,18	0
14	7.850	14	0	0,17	0
15	8.120	16	0	0,19	0
16	4.569	7	0	0,15	0
17	5.780	8	0	0,13	0
18	1.563	4	0	0,25	0
19	2.745	8	0	0,29	0
20	1.235	4	0	0,32	0

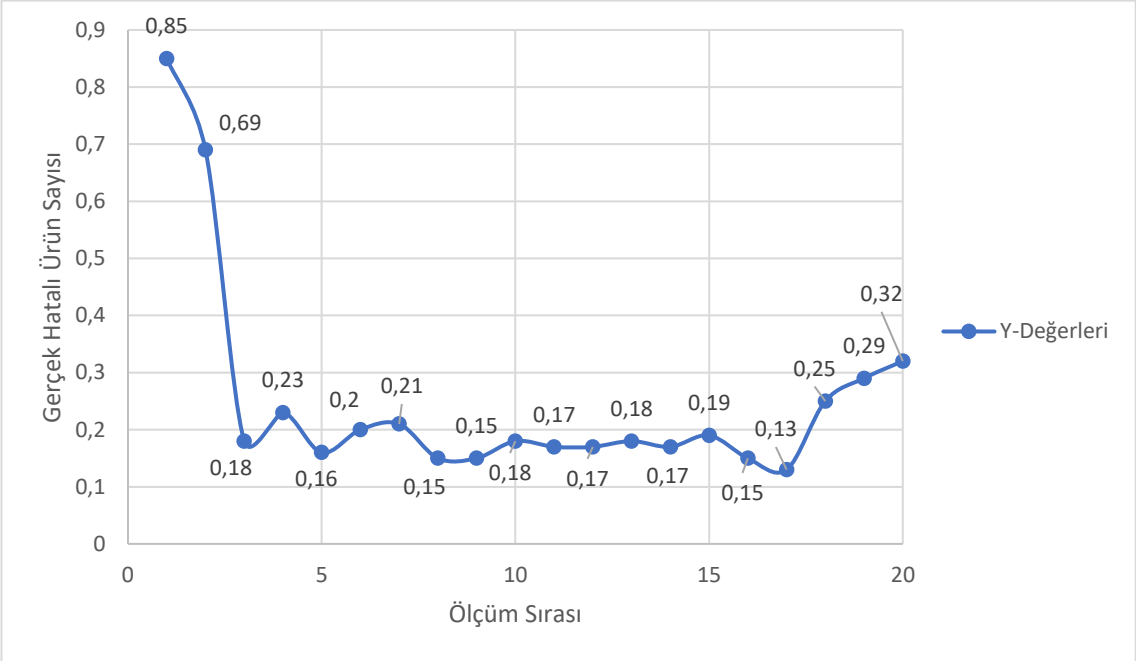
Çizelge 5.4 incelendiğinde toplamda 103.134 adet kolinin incelendiği gösterilmektedir. Bu incelenen toplam ürün sayısı 520'dir. 8 adet palete denk gelmektedir. 103.134 adet incelenen ürünlerin içerisinde toplamda 201 adet hatalı ürün yoğurt dolum makinesi hattından ayrılmıştır. Genel üretimdeki toplam gerçek hatalı ürün

yüzdesi %0,19 olarak hesaplanmıştır. Giriş pistonu eklendikten sonraki üretimler için görüntü işleme sisteminin hatası %0 olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.10. Piston eklendikten sonraki üretim ve hatalı ürün adetleri

Şekil 5.11 incelendiğinde giriş pistonu eklendikten sonraki gerçek hatalı ürün sayılarının yüzde cinsinden grafiği gösterilmektedir. Grafikten de anlaşıldığı gibi giriş pistonu eklendikten sonra grafiğin yatayda izlediği yol düzelerek salınımlar azalmaktadır.



Şekil 5.11. Giriş pistonu eklendikten sonraki gerçek hatalı ürün sayılarının yüzdeleri

5.2. Görüntü İşleme Sisteminin Üretim Verilerine Etkisi

Şekil 5.10 numaralı başlıkta elde edilen veriler incelendiğinde sisteme eklenen giriş pistonundan sonraki üretim verilerinin grafiğinin salınımlarının azalarak yatay ile paralelliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, karanlık oda içerisine ürün kolileri sıralı bir şekilde girmediğinde, karanlık oda içerisine arka arkaya farklı ürün kolilerinin girme riski oluşmuştur. Eğer ki iki farklı koli aynı anda karanlık odaya girerek görüntü alınırsa "Minor Axes" ve "Alan" değerleri değişkenlik gösterdiğinden ölçülen değerler yanlış olacak ve her iki ürün kolisi de hatalı ürün olarak ayrılacaklardır.

Grafiklerdeki salınım değerlerinin askıda ürün içeren hatalı kolilerde daha yüksek olmasının nedeni ise askıda ürünlerin görüntülerinin işlenirken daha yüksek değerlerde alan bilgisi içermelerindendir. Sisteme eklenen giriş pistonu ile özellikle askıda ürün salınımları azaltılmıştır. Görüntü işlem sisteminde kullanılan kameranın çözünürlük, diyafram açıklığı, saniyedeki yakaladığı görüntü hızı bilgileri gibi özelliklerinin çok iyi olmamasından kaynaklı olarak, görüntüler alındıktan sonra yüksek hassasiyette işlenememektedir. Bu bağlamda elde edilen çıktılar daha kaba olmaktadır. Çıktıların kaba

olması görüntü işleme hızını hızlandırmakta fakat kaliteyi düşürerek hata payını artırmaktadır.

Görüntü işleme sisteminde, karanlık oda içerisinde kullanılan aydınlatmaların görüntü işleme tekniğine çok fazla uygun olmaması, alınan görüntülerde ürünler üzerinde parlamalara neden olarak, işlenen görüntünün renk değerlerinin değişmesine neden olmuştur. Bu parlamaların önüne geçmek için alınan görüntülerin kenar bölümlerinde kırpmalar yapılmak zorunda kalınmıştır. Bu bilgilere ilâve olarak, görüntü işleme sisteminde karanlık oda çıkışında kullanılan ayırıcı konveyörü 2 adet ürün aldığından belirli aralıklarda boşaltılmasına gerek duyulmuştur. Bu durum operatörün iş yükünü belirli ölçüde artırmaktadır.

Elde edilen verilen ışığında, görüntü işlemesi yapılan 103.134 üründe 201 Hatalı ürün sistemden ayrılmıştır. Hat üzerinde iki koli arasındaki üretim süresi 1,85 saniye olduğundan, elde edilen verilerin toplam üretim süresi yaklaşık olarak 53 saat kesintisiz bir üretim süresine eşit gelmektedir. Hatalı ürünlerin şelâlenin çıkışından sonra istiflemede, elevatörde ve paletleme sisteminin robotlarda yol açtığı duruş süreleri ortalama 5 dk olarak ele alındığında, 53 saatlik kesintisiz olan bir üretimde ilâve duruş süresi 16,75 saat olarak hesaplanmıştır. Kesintisiz olarak 53 saatlik bir üretimde ortalama 520 palet ürün üretilmiştir. Yoğurt dolum makinesi hattının üretimine eklenen duruş süresi ile yaklaşık olarak 164 palet ilave ürün üretilebileceği hesaplanmıştır.

Bu veriler değerlendirildiğinde, hatta eklenecek olan görüntü işleme sistemi ile hattan askıda ve eksik ürün içeren kolileri ayırarak, makinenin performansında %24,01 değerinde bir artış kazanılabileceği hesaplanmıştır. Ancak eksik ürün içeren kolilerin yoğurt dolum makinesi hattında herhangi bir duruşa neden olmadığı bilindiğinden ve eksik olarak gelen hatalı kolilerin toplam hatalı koli sayısının yarısı olduğu varsayımı ile değerlendirildiğinde, hatta görüntü işleme kamerasının eklenmesi makinenin performansında saatlik üretim olarak yaklaşık %12,005 değerinde bir performans artışı sağlayacağı hesaplanmıştır.



Şekil 5.12. Paletleme sisteminde askıda ürünün neden olduğu duruş

Şekil 5.12'deki görselde askıda olarak hatta devam eden hatalı ürün kolisinin paletleme sistemi robotlarında neden olduğu duruş gösterilmiştir. Paletleme sistemindeki duruşlarda robot durdurulduğunda yoğurt dolum makinesi-2 hattı da durdurulmaktadır.

5.3. Sonuçlar ve Tartışma

Yapılan çalışmalar ve alınan sonuçlar neticesinde, yoğurt dolum makinesi üretim hattında yapılacak olan görüntü işleme çalışmasının saatlik bazda %12 değerinde üretime katkıda bulunacağı hesaplanmaktadır. Operatör verimliliğinin, enerji verimliliğinin ve üretim kapasitesinin %12 oranında artacağı hesaplanırken, teknisyen ile operatör üzerine binen yükün ve malzeme sarfiyatı miktarının %12 oranında azaltılmasının gerçekleşebileceği öngörülmektedir.

Yoğurt dolum makinesi hattına görüntü işleme sisteminin eklenmesi ile yaklaşık olarak saatlik değerlendirmede %12 değerinde artış sağlanacağı hesaplanmaktadır. Elde edilen veriler ışında, sürekli akışlı bir sistemde üretim yapılan bir hat üzerinde görüntü

işleme çalışması yapılacak ise, öncelikle seçilecek olan kamera kalitesinin direkt olarak alınan görüntü kalitesi üzerine etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Kameranın yerleştirileceği konuma ve karanlık oda kalitesine göre ortam aydınlatmasının kamera ile uyumlu olması gerekmektedir. Bu iki geliştirme alınan veriler üzerinde doğrudan etki yaratmaktadır.

Sürekli bir üretim de kontrol yapacak olan araştırmacıların ayırıcı konveyörünü en az 5 adet ürün yapacak şekilde tasarlamaları, operatör üzerine binen yükün büyük ölçüce azaltılmasını sağlayacaktır. İlave olarak yapılacak olan GUI ekranı iyileştirmeleri ile de operatörün sistemi daha hızlı ve aktif bir şekilde kullanmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Yapılacak olan farklı iyileştirmeler ile makine, üretim, operatör ve teknisyen verimlilikleri daha fazla artırılarak iyileştirme ve geliştirmelere katkıda bulunulabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abramoff, M., Member, S., Garvin, M., & Sonka, M. (2010). Retinal Imaging and Image Analysis. *Ieee Reviews In Biomedical Eengineering, 3*, s. 195-199.

Brash, D. (2015). Ultraviolet Radiation: Molecular Mechanisms of DNA Damage and Repair. *Photochemistry and Photobiology.*

Çevik, K. K., & Çakır, A. (2010, Ocak 29). Görüntü İşleme Yöntemleriyle Araç Plakalarının Tanınarak Kapı Kontrolünün Gerçekleştirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, s. 31-38.

Demir, Ö. (2006). *Matlab Gereçleri İle Görüntü İşleme Uygulamaları.* İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Duman, M. Y., Buldu, D., & Perdahçı, A. (2018). Görüntü İşleme Tekniği Kullanarak Mikroskobik Canlıların Gözlemi ve Tespiti. *2. Uluslararası Uzaktan Öğrenme ve Yenilikçi Eğitim Teknolojileri Konferansı*, (s. 88-102). Ankara.

Eldem, A., Eldem , H., & Palalı , A. (2017). Görüntü İşleme Teknikleriyle Yüz Algılama Sistemi Geliştirme. *Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, s. 44-48.

Fadıloğlu Işık, A. (2013). *Sensör Çeşitleri, Robotik Alanında Kullanılan Sensörler ve Fsr Sensör Uygulaması.* Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gedikpınar, M., & Çavaş, M. (2022). Pıc Mikrodenetleyici Kullanılarak Telefon Hatları Aracılığı ile Sulama Sistemlerinin Kontrolü. *Politeknik Dergisi, 8*(3), s. 249-254.

Gönenç, S., & Öner, Y. (2021, Mayıs 23). Zeytin Tanelerinin Türünün Belirlenmesinde Görüntü İşleme ve Kümeleme Yöntemlerinin Kullanımı. *The Journal International Scientific Researches,* s. 138-151.

Haskioğlu, C., Conker, Ç., Eren, B., & Yavuz, H. (2019). Görüntü İşleme Metodu Kullanılarak Bir Kartezyen Robot Tasarımının Hareket Kontrolü. *19. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu* (s. 557-564). Hatay: İskenderun Teknik Üniversitesi .

He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. *Proceedings of the Ieee Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.*

Kahraman, İ., Bayram, V., Ercan, E., & Kırılmaz, B. (2010). Kan Damarı Genişliği Değişiminin Ölçülmesinde Medikal Görüntü İşlemenin Kullanılması. *Akademik Bilişim 10-12* (s. 557-560). Muğla: Muğla Üniversitesi.

Kanat, V. (2015). *Sensörler&Arduino.* İstanbul: Dikeyeksen.

Kavitha, R., Subhashree, R., Balasubramanian, N., & Vijayalakshmi, M. (2019). A Comprehensive Review on Sensors and Recent Developments in Environmental Monitoring. *Journal of Environmental Chemical Engineering, 7*(1), s. 103-144. doi: 10.1016/j.jece.2018.11.057

Kaymak, A. M., Örnek, N., & Kahramanlı, H. (2019, Temmuz 06). Görüntü İşleme Teknolojilerinin Elma Bahçelerine Yönelik Kullanım Örneği. *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, s. 17-26.

Kocoğlu, S., & Kuşçu, H. (2015). Mikrodenetleyici Kontrollü Akvaryum Otomasyonu. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, s. 74-79.

Martinez-Hernandez, U., & Trindade, A. (2020). *Flexible and Wearable Sensors for Bioengineering Applications* (Cilt 7). Bioengineering.

Muhammad, T., Rehman, A., & Iqbal, S. (2018). State-of-the-Art Sensors Technology in Medical Applications: A Review. *Sensors International, 1*(2), s. 75-83. doi:10.1016/j.sintl.2018.07.002

Mutlu, A., & Sürmeli, C. (2015). *Mikrodenetleyiciler ile seri iletişim.* İstanbul: Kodlab.

Özalp, R. (2018). *Çip Üzerinde Sistem Mimarili Fpga Kullanarak Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme Algoritmalarının Gerçekleştirilmesi.* Elazığ.

Öztemel, M. (2009, 09 23). *Desing And Construction Of A Secure Id-Card System Using.* İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi.

Patil, S., & Gangarde, T. (2019). Internet of Things (IoT)-Based Wearable Sensors for Health Monitoring: A Review. *Materials Today: Proceedings, 18*, s. 5443-5451. doi:10.1016/j.matpr.2019.07.672

Phillips, D. (2000). *Image Processing in C.* Kansas: R & D Publications.

Ritter, F., Boskamp, T., Homeyer, A., Laue, H., Schwier, M., Link, F., & Peitgen, H.-O. (2011, Aralık). Medical Image Analysis. *Ieee Pulse*, s. 61.

Ronchi, E., Lovreglio, R., & Nilsson, D. (tarih yok). Elevator Evacuation Strategies: A Review. *Fire Technology, 55*(3), s. 968-970. doi:10.1007/s10694-019-00843-6

Shaban, H., & Al-Akaidi, M. (2016). A PID Controller for Real-Time DC Motor Speed Control Using the C2000 Launchpad. *Ieee Transactions on Industrial Informatics, 12*(6), s. 2184-2191. doi:10.1109/TII.2016.2584085

Stanciu, A. O., Iftode, C. A., & Stanciu, A. E. (2019). Design and Control of Robotic Systems Based on Arduino Platform. *Advances in Electrical and Computer Engineering, 19*(2), s. 21-28.

Tarhan, Ç., Özgür, A. S., Teke, İ., & Komesli, M. (2021). Görüntü İşleme Entegre Afet Yönetiminde Yapay Zekâ Yöntemi Olarak Kullanılabilir mi? *Journal of Research in Business*, s. 116-131.

Yaman, K., Sarucan, A., Atak, M., & Aktürk, N. (2001). Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimimarlık Fakkültesi Dergisi, 16*(1), s. 22.

Yayla, G. (2019). *Matlab.* İstanbul: Kodlab.

Yenilmez, A. G., Aksel, D., Alver, F., Apak, A., Ateş, E., Baykal, M., . . . Köksal, T. S. (2023). *06 Şubat 2023 Pazarcık – Elbistan (Kahramanmaraş) Mw: 7.7 – Mw: 7.6 Depremleri Raporu.* Ankara: Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü.

Yıldırım, O. (2019). *Görüntü İşleme Tabanlı Delta Robot Kontrolü.* ELAZIĞ: Yüksek Öğretim Kurumu.

Young, I. T., Gerbrands, J. J., Vliet, V., & Jozef, L. (1998). *Fundamentals of Image Processing.* Delft: Delft University of Technology.

ÖZGEÇMİŞ

25 Mayıs 1993 yılında Lüleburgaz'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Lüleburgaz Kocasinan İlköğretim Okulunda, Lise Öğrenimimi Lüleburgaz Lisesinde tamamladım. 2011 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilgisi öğretmenliği bölümüne başladım ve 2015 yılında mezun oldum. 2016 yılında Kırklareli Üniversitesi Mekatronik Mühendisliğine başladım ve 2020 yılında mezun oldum. 2017 yılında Kırklareli Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği bölümünde tezsiz yüksek lisans eğitimine başladım ve 2019 yılında mezun oldum. 2015 yılından itibaren çalışma hayatı içerisinde bulunurken, 2020 yılında Danone Tikveşli Gıda firmasında Otomasyon Uzmanı pozisyonunda çalışmaya başladım. 2021 yılında evlendim. 2022 yılının sonunda Danone Tikveşli Gıda firmasındaki görevimden ayrılarak, kurucu ortağı olduğum ICONIQ Makine ve Otomasyon şirketinde çalışma hayatına devam etmekteyim. Aynı zamanda Trakya Üniversitesi Mekatronik Mühendisliğinde tez aşamasındayım.

2023 Ufuk KÖROĞLU