

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK
LİSANS PROGRAMI

SERİ HABERLEŞEN İKİ AKILLI RÖLE MODÜLÜ İLE SERVO
MOTORLU GEÇİŞ TURNİKESİ KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
HASAN FURKAN KALKAN

ANKARA – 2020

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK
LİSANS PROGRAMI**

**SERİ HABERLEŞEN İKİ AKILLI RÖLE MODÜLÜ İLE SERVO
MOTORLU GEÇİŞ TURNİKESİ KONTROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
HASAN FURKAN KALKAN**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SEDAT NAZLIBİLEK**

ANKARA – 2020

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 04 / 06 / 2020

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Hasan Furkan Kalkan

Öğrencinin Numarası: 21620324

Anabilim Dalı: Elektrik-Elektronik Mühendisliği

Programı: Elektrik-Elektronik Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı: Prof. Dr. Sedat NAZLIBİLEK

Tez Başlığı: Seri Haberleşen İki Akıllı Röle Modülü ile Servo Motorlu Geçiş Turnikesi Kontrolü

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 96 sayfalık kısmına ilişkin, 01 /06 / 2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %13'dür. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

Onay

... / ... / 20...

Öğrenci Danışmanı Unvan, Adı, Soyadı

Bu tezi; verdiği desteklerle her zaman yanımda olan, meslek hayatımdaki gelişimimde büyük emek sahibi Optima Mühendislik A.Ş.'nin Genel Müdürü Makine Mühendisi Sayın Tamer Ülgen Bey'e ve tüm Optima ailesine ithaf ediyorum.

Hasan Furkan Kalkan

Ankara- 2020

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Sedat NAZLIBİLEK' e, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan kıymetli jüri üyesi hocalarım sayın Dr. Öğr. Üyesi Alparslan Çağrı YAPICI ve Dr. Öğr. Üyesi Bülent İRFANOĞLU' na,

Hayatımın her aşamasında bana sonsuz sevgi, emek ve destek veren, ne yapsam haklarını ödeyemeyeceğim, elde ettiğim başarıların asıl sahibi olan canım annem ve babama, sevgili kardeşlerime,

Bana karşı sevgisi ve sabrını hiç eksik etmeyen, kendimi her zaman iyi bir eş ve arkadaş gibi hissetmemi sağlayan, en zor anlarımda yanımda olan güzel kalpli eşim Uzm. Dr. Eylem Şerife Kalkan'a,

Sonsuz teşekkürler ve saygılarımla...

ÖZET

Hasan Furkan KALKAN

SERİ HABERLEŞEN İKİ AKILLI RÖLE MODÜLÜ İLE SERVO MOTORLU GEÇİŞ TURNİKESİ KONTROLÜ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

2020

Genellikle metrolarda, havalimanlarında, statlarda ve ofis girişlerinde sıkça gördüğümüz fiziksel güvenlik sistemlerinden olan turnikeler, geçiş kontrol sistemlerinin en önemli ekipmanlarından. Bu tarz turnikelere entegre edilen biyometrik ve kartlı modüller sayesinde insanların tüm hareketleri online olarak izlenebilmekte, gerektiğinde puantaj hesaplamaları da yapılabilmektedir. Daha önce fırçasız DC motor ve PLC ile kontrol edilen turnikenin maliyet/performans ikilemi arasında tespit edilen ters orandan dolayı yeni bir çalışma gerektiğine karar verilmiştir. Teze konu olan camlı tip turnike seri haberleşen iki mikroişlemci ile kontrol edilmektedir. Hali hazırda kullanılan bir kontrolcü kart diğer aynı kart ile seri haberleştirilerek I-O sayısı arttırılmış; sisteme daha fazla fonksiyon katmıştır. Akıllı röle modülleri servo motor enkoderi, sensörler ve kullanıcı tarafından gelen komutlarla servo motor sürücüsüne komutlar vermektedir. Kullanılan uygun fiyatlı kontrolcüler sayesinde sistemin maliyeti düşürmüş olup servo motor ile beraber performansı yükseltilmiş ve ürünün kalitesi-ömrü arttırılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Geçiş Kontrol Sistemi, Camlı Turnike, Mikroişlemci, UART Haberleşme, Servo Motor.

OPTIMA (Optima Mühendislik A.Ş.), Proje Numarası: OPTIMA-D9

ABSTRACT

Hasan Furkan KALKAN

CONTROL OF ACCESS TURNSTILE BY SERVO MOTOR WITH TWO SMART RELAYS WHICH HAVE BEEN COMMUNICATED SERIAL COMMUNICATION

Başkent University Institute of Science and Engineering

Department of Electrical-Electronics Engineering

2020

Turnstiles, which are one of the physical security systems we frequently see at the subways, airports, stadiums and office entrances. They are one of the most important equipment in access control.

Thanks to the biometric and card modules integrated into this type of turnstile, all the movements of people can be monitored online and payroll calculations can be made when necessary. It was decided that a new study was required due to the inverse ratio determined between the cost / performance dilemma of the turnstile previously controlled by brushless DC motor and PLC. The hidden gate turnstile subject to the thesis is controlled by two microprocessors that communicate in series. A controller card that is currently in use has been serially communicated with the same card and the number of I-O has been increased; added more functions to the system. Smart relay modules give commands to the servo motor driver with servo motor encoder, sensors and commands received by the user. Thanks to the affordable controllers used, the cost of the system has been reduced, the performance of the product has been increased together with the servo motor and the quality-life of the product has been increased.

KEY WORDS: Access Control System, Glass Turnstiles, Microprocessor, UART Communication, Servo Motor.

OPTIMA (Optima Engineering.), Project Number: OPTIMA-D9

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Turnike ve Tarihçesi.....	1
1.2.Turnike Türleri.....	3
1.2.1.Optik turnikeler	3
1.2.2.Yana açılır turnikeler	4
1.2.3.Üç kollu turnikeler	4
1.2.4.Görünmez (hidden) turnikeler	5
1.2.5.Boy tipi turnikeler.....	5
2.DC MOTOR-PLC İLE ÇALIŞAN GÖRÜNMEZ TURNİKE	6
2.1.Elektromekanik Tasarım	6
3.GELİŞTİRİLEN SİSTEM: MİKROİŞLEMCİ KONTROLLÜ SERVO MOTORLU TURNİKE TASARIMI.....	15
3.1.Ürün Geliştirme Birinci Adımı: Step-Servo Motor Seçimi.....	17
3.1.1.Step motor	17
3.1.2.Servo motor	19
3.2.Ürün Geliştirme İkinci Adımı: PLC-Servo Motor	23
3.3.Ürün Geliştirme Üçüncü Adımı: Akıllı Röle-Servo Motor	26

3.3.1.Mimari blok diyagram	29
3.3.2.Sistemin güç bütçesi.....	31
3.3.3.Fotoelektrik sensörler ve turnikedeki yerleşimi	32
3.3.4.Turnikenin açma-kapama mekanizması	34
3.3.4.1.Kol kızak mekanizması	35
3.3.4.2.Mekanizmanın matematiksel modeli	38
3.3.4.3.Mekanizmanın açılıp-kapanma süre hesabı.....	41
3.3.4.4.Mekanizmanın yanal kuvvet analizi	42
4.İKİ AKILLI RÖLENİN SERİ HABERLEŞTİRİLMESİ	46
4.1.UART Protokolü	46
4.2.SPI Protokolü	49
4.3.I2C Protokolü.....	52
5.SONUÇ	63
KAYNAKLAR.....	65
EKLER	
EK 1: PLC ve DC Motorlu Sistemin Devre Şeması	
EK 2: Optima Kontrol Kartı Devre Şeması	
EK 3: Optima Kontrol Kartı Malzeme Listesi	
EK 4: Optima Kontrol Kartı Teknik Özellikleri	
EK 5: Turnikenin Mekanik Ölçüleri	
EK 6: Fotoelektrik Sensör Teknik Çizimi	
EK 7: Yanal Kuvvet Analizi	

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Güç Hesabı.....	33
Tablo 4.1. UART Veri İletim Tablosu.....	50
Tablo 4.2. RS-232/ RS-485.....	51
Tablo 4.3. I2C Protokolü Pozitif-Negatif Yönleri.....	56
Tablo 4.4. I2C Protokolü Hız Aralıkları.....	57
Tablo 4.5. I2C Protokol Modları.....	58
Tablo 5.1. PLC' li Tasarımın Maliyeti.....	68

GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Grafik 3.1. Redüktör Çıkış Hareket Grafiği	44
Grafik 3.2. Mekanizmanın Stress Grafiği	47
Grafik 3.3. Mekanizmanın Esneme Grafiği	48
Grafik 4.1. UART Data Grafiği.....	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Tarihteki İlk Turnike.....	2
Şekil 1.2. Tarihteki İlk Dönen Turnike.....	2
Şekil 1.3. Optik Turnikeler.....	3
Şekil 1.4. Yana Açılır Turnikeler.....	4
Şekil 1.5. Üç Kollu Turnikeler.....	4
Şekil 1.6. Görünmez Turnikeler.....	5
Şekil 1.7. Boy Tipi Turnike.....	5
Şekil 2.1. DC Motorlu Turnike.....	7
Şekil 2.2. DC Motorlu Tasarım Panosu.....	7
Şekil 2.3. PLC Ladder Programı.....	11
Şekil 2.4. AC-DC Güç Kaynağı Devresi.....	12
Şekil 2.5. Kontrol Klavyesi.....	14
Şekil 2.6. Turnikenin Saha Görüntüsü.....	14
Şekil 3.1. İlk Tasarım Problemi.....	17
Şekil 3.2. Step Motor.....	20
Şekil 3.3. DC Servo Motorun Yapısı.....	22
Şekil 3.4. AC Servo Motor.....	24
Şekil 3.5. Push Buton.....	26
Şekil 3.6. PLC-Servo Motorlu Tasarım Elektronik Yapısı.....	27
Şekil 3.7. PLC-Servo Motorlu Tasarım Mekanığı.....	28
Şekil 3.8. Optima Kontrol Kartı.....	29
Şekil 3.9. İki Optima Kontrol Kartı' nın Seri Haberleşmesi.....	30
Şekil 3.10. Sistem Mimari Blok Diyagramı.....	31
Şekil 3.11. Turnikenin Bilgisayar Ortamında Katı Modeli.....	32
Şekil 3.12. Fotoelektrik Sensör.....	34

Şekil 3.13. Turnikedeki Sensör Yerleşimi	35
Şekil 3.14. Turnike Mekanizmasının İzometrik Görünümü	36
Şekil 3.15. Turnike Mekanizmasının Yan Görünümü	36
Şekil 3.16. Kol-Kızak Mekanizması.....	37
Şekil 3.17. Santrik Kol-Kızak Mekanizması	37
Şekil 3.18. Eksantrik Kol-Kızak Mekanizması	38
Şekil 3.19. Mekanizma Bağlanma Açılıarı	39
Şekil 3.20. Mekanizma Düzlem Analizi... ..	40
Şekil 3.21. Mekanizmanın Açılıarı... ..	41
Şekil 3.22. Mekanizma Kol Uzunlukları... ..	42
Şekil 3.23. Mekanizmanın Açılıp-Kapanma Açısı... ..	43
Şekil 3.24. Yanal Kuvvet Analizi.....	45
Şekil 4.1. UART Bağlantı Detayı.....	50
Şekil 4.2. SPI Protokolü.....	53
Şekil 4.3. SPI Master-Slave Yapısı.....	54
Şekil 4.4. SPI ASCII Yapısı.....	55
Şekil 4.5. I2C Yapısı.....	57
Şekil 4.6. RTC-RAM-Basınç Sensörü.....	58
Şekil 4.7. İki Optima Kontrol Kartı' nın Seri Haberleşmesi	60
Şekil 4.8. Son Turnike Tasarımının Kontrol Panosu.....	63
Şekil 4.9. Optima Kontrol Kartı-Servo Motor Sürücü.....	64
Şekil 4.10. Atmel Studio Kullanıcı Ara Yüzü.....	65
Şekil 4.11. Yazılım Akış Şeması	66
Şekil 5.1. Camlı Son Turnike Mekanik Yapısı.....	69

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	Amper
AC	Alternative Current-Alternatif Akım
DC	Direct Current-Doğru Akım
EN	Europeane Norm-Avrupa Normu
GND	Ground-Toprak
Hz	Hertz
kV	Kilo Volt
ms	Milisaniye
Mhz	Mega Hertz
Mm	Milimetre
Mpa	Mega Pascal
s	Saniye
RF	Radio Frequency-Radyo Dalgası
RH	Relative Humidity-Bağıl Nem
V	Volt
W	Watt
°	Derece
°C	Santigrat Derece

1. GİRİŞ

1.1. Turnike ve Tarihçesi

Turnikeler fiziksel güvenlik sistemlerinin, yayalar için tasarlanmış en önemli yapı taşlarındandır. Bu sistemler kendilerine entegre edilen geçiş kontrol sistemleriyle beraber; buldukları alandaki tüm giriş-çıkışları kontrol altına alabilmektedirler. Günümüzde yoğunlukla fabrikalarda, işyerlerinde personel takip amaçlı kullanılan turnikeler; bununla beraber statlar, metrolar gibi alanlarda da çok fazla tercih edilmektedirler. Turnikeler ülkemizde 90'lı yıllarda üç kollu tipten kullanılmaya başlanmış olsa da günümüzde tüm dünya gibi camlı, daha şık görünüme sahip tipleri tercih edilmektedir.

Turnike sistemleri geçiş kontrol sistemlerinden gelen geri bildirim ile beraber yetkisiz kullanıcıların fiziksel olarak turnike bölgesinden geçişlerini engellemektedir. Böylece bölgeden yetkili, güvenli kişilerin geçişlerine müsaade edilmiş olunur. Covid-19 salgınının bulunduğu günümüzden bir örnek vermek gerekirse; turnikelere bağlanan termal kameralar ve maske kontrol sistemleriyle beraber, ateşi yüksek ya da maskesi bulunmayan kullanıcılar turnike alanından geçememektedirler. Bu örnek de turnikelerin çok geniş kullanım alanına sahip olduğunu göstermektedir. Turnikeler genelde paslanmaz çelikten imal edilirler. Paslanmaz çelik bu malzeme hem uzun ömürlü kullanım sağlar hem de turnikenin şık görünümüne vesile olur.

Turnikeler, modern işletmeleri ve mekanları daha güvenli hale getirmede kritik rol oynamaktadır. Bu gelişmiş erişim kontrol sistemleri, ilk binyılda kullanılmaya başlanmasından bu yana çok yol kat edilmiştir. Bugün, optik sistemlerden tam yükseklikteki bariyerlere kadar çeşitli turnikeler arasından seçim yapılabilmektedir.

Turnikenin tarihçesi birinci milenyum ile İngiltere'de başlamaktadır. Tarihe bakıldığında ilk turnike üreticilerinin çiftçiler olduğu bilinmektedir. Çiftçiler ambarlarındaki yiyecek stoklarını ve besilerini hayvanlardan izole etmek için araya taş duvar koyarak iki unsuru birbirinden sınır ile ayırmışlardı. Belirtilen yapıt ikişer adet yukarı ve aşağı basamak; bunun yanında bir adet kısa düzlük içermekteydi. (Şekil 1.1)



Şekil 1.1: Tarihteki İlk Turnike

Fakat çiftçiler bu basamakları inip çıkmakta zorlanıyorlardı ve bu sebeple Şekil 1.2'deki gibi bir kütük üzerine artı işaretine benzeyen bir yapı inşa etmişlerdir. Belirtilen yapı günümüzdeki turnike sistemlerinin ilk temellerindedir. Tasarlanan ürün günümüzdeki gibi metal malzemedenden değil; aksine tahtadan yapılmıştır.



Şekil 1.2: Tarihteki İlk Dönen Turnike

Günümüzde birçok alanda gördüğümüz üç kollu dönen turnikelerin temellerini ise John Perey ve Conrad Trubenback 1928'de atmıştır.

Bugün, turnike mekanik kadar elektronik bir cihazdır. Turnike, basit bir sayma cihazından; bir sinema bileti taratıp bu bileti veri tabanı ile karşılaştırarak kilidi açan bir sistem haline gelmiştir.

1.2. Turnike Türleri

Günümüzdeki turnikeler uygulamaya ve tasarıma göre belli başlı çeşitlere ayrılmıştır. Aşağıda yoğun olarak kullanılan turnike tipleri ve özellikleri açıklanmıştır.

1.2.1. Optik turnikeler

Optik turnikelerde alışılmış gibi bir kol ya da kapı bulunmamaktadır. Belirlenen alandan geçen kişinin yetkili olup olmadığını tespit etmek için kızılötesi sensörler kullanılır. Turnikeden geçecek kişi kart okuyucu ya da biyometrik sistemlerle yetkilendirilir. Sistem geçiş yapan kişiyi tanımladıktan sonra geçiş izni verir. Geçiş yetkisi olmayan kişi alandan geçtiği takdirde sistem kullanıcıya görsel ya da işitsel alarm verir. Optik turnike, genellikle estetiğin önemli olduğu iç mekanlarda kullanılır. Diğer turnike sistemlerine göre pahalı bir çözümdür.



Şekil 1.3: Optik Turnikeler

1.2.2. Yana açılır turnikeler

Yana açılır turnikeler engelli turnikesi olarak da bilinir ve isteğe göre tek yön ya da çift yön olarak kullanılabilirler. Boy tipi turnikeler gibi güvenli olmadıklarından genellikle bina içlerinden kullanılırlar. Bu tip turnikeler çoğunlukla ofis, alışveriş merkezi, otel ve mağaza girişlerinde tercih edilir.



Şekil 1.4: Yana Açılır Turnikeler

1.2.3. Üç kollu turnikeler

Genellikle insanlar geçtikçe dönen üç yatay koldan oluşan turnike tipidir. Sistemin içinde bulunan elektromekanik selonoid sistem, turnikenin mekanizmasını kilitleyerek izinsiz kişilerin turnike alanından geçmesini engeller. Metrolarda yoğun olarak gördüğümüz üç kollu turnike sistemi diğer yeni nesil turnikelere göre çok daha ekonomiktir.



Şekil 1.5: Üç Kollu Turnike

1.2.4. Görünmez (hidden) turnikeler

Teze de konu olan görünmez tip turnike sistemi günümüzün popüler geçiş kontrol ürünlerindedir. Sahip olduğu şeffaf camlar görünmez adını almasına neden olmuştur. Yana açılan camları sayesinde yeni nesil, şık görünen turnike tipleri arasında yerini almıştır. Genellikle DC motor ile tahrik edilen kanatlar elektronik denetleyici ile kontrol edilmektedir.



Şekil 1.6: Görünmez Turnikeler

1.2.5. Boy tipi turnikeler

Tüm turnikelerin en güvenlisi, tam boy turnikeler döner kapı gibi görünür ve çalışır. Yüksek güvenli binalar ve elçilikler, devlet binaları, hapishaneler, banka kasaları, askeri üsler, nükleer santraller ve depo dağıtım merkezleri gibi tesisler için uygundur. Uygulamaya bağlı olarak, tek yönlü veya iki yönlü tam boy turnikeler kullanabilirsiniz. Bu kapıları kart okuyucular, kızılötesi sensörler ve ayrıca manuel olarak kullanabilirsiniz.



Şekil 1.7: Boy Tipi Turnikeler

2. DC MOTOR-PLC İLE ÇALIŞAN GÖRÜNMEZ TURNİKE

Bu bölümde teze konu olan camlı tip turnike için bu zamana kadar yapılan çalışmalara değinilecektir. Yapılan ilk çalışmalar ile beraber turnike çalışır duruma getirilmiş; daha sonra maliyet ve performans tarafında iyileştirilmelere gidilmiştir. Bu iyileştirmeler hem mekanik, hem de elektronik-yazılım tarafında gerçekleştirilmiştir. İlk tasarımda sistem tahrik tarafında DC motor, kontrolcü tarafında PLC kullanılmıştır. Daha sonra bu sistemde görülen performans eksiklikleri ve maliyet problemleri son tasarıma götürmüştür.

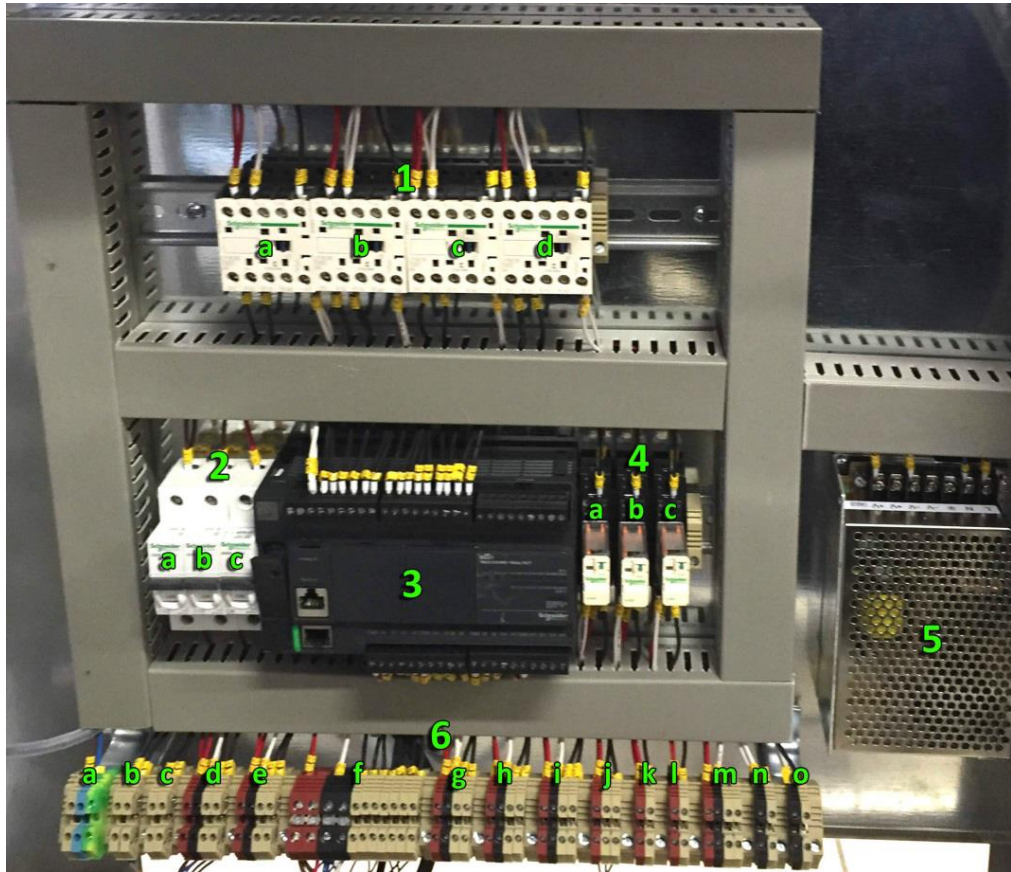
Bilindiği gibi turnikeler fiziksel olarak alanları sınırlara ayırır ve istenen alana giriş-çıkışları kontrol eder. Sistemde bulunan cam sayesinde yetkisiz kişilerin bölgeye girişleri engellenir. Turnikedeki bulunan camın açılıp kapanması için bir tahrik sistemine ihtiyaç duyulur. Genellikle bu tahrik sisteminde bazı mekanik parçalar (rulman, kaplin, vs) ve motorlar kullanılır. Belirtilen tahrik sistemini ise turnikedeki bulunan mikrodenetleyici kontrol eder.

2.1. Elektromekanik Tasarım

Daha önceden de belirtildiği gibi sahaya sürülen ilk camlı turnike, ana hatları ile DC motor ve PLC ile çalışmaya başlatılmıştır. Kullanılan tüm elektronik bileşenler aşağıda detaylı şekilde açıklanmaktadır:



Şekil 2.1: DC Motorlu Turnike



Şekil 2.2: DC Motorlu Tasarım Panosu

1. Kontaktör Grup
 - a) 1.Motor Aç Kontaktörü
 - b) 1.Motor Kapat Kontaktör
 - c) 2.Motor Aç Kontaktörü
 - d) 2.Motor Kapat Kontaktörü
2. Sigorta Grubu
 - a) Ana Sigorta
 - b) Güç Kaynağı Giriş Sigortası
 - c) Güç Kaynağı Çıkış Sigortası (24VDC)
3. PLC
4. Röle Grubu
 - h) A Yönü Geçiş Ledi Rölesi
 - i) B Yönü Geçiş Ledi Rölesi
 - j) Yedek Röle
5. 220 VAC-24 VDC Güç Kaynağı
6. Klemens Grubu
 - a) 220 VAC Giriş
 - b) Motor 1
 - c) Motor 2
 - d) Motor 1 Açık-Kapalı Sensör
 - e) Motor 2 Açık-Kapalı Sensör
 - f) Fotoelektrik Sensör Grubu
 - g) A Yönü Geçiş Ledi
 - h) B Yönü Geçiş Ledi
 - i) Yedek Geçiş Ledi
 - j) A ve B Yönü Aç Sinyali
 - k) Turnikeyi İki Yönde Aç Sinyali

l) Turnikeyi İki Yönde Kapat Sinyali

m) Kart-Parmak Okuyucu Sinyali

n) A Yönü Geçiş Bilgisi

o) B Yönü Geçiş Bilgisi

Sisteme ait elektrik şeması EK 1’de yer almaktadır.

Kontaktör:

Kontaktör, sarımlarına gerekli voltaj verilmesiyle açık olan bağlantısını kapatan, kapalı bağlantısını açan, böylece bir elektrik devresinin açılıp, kapanması sağlayan bir elektromanyetik anahtarlama birimidir. Kontaktörü diğer elektromanyetik birimlerden ayıran en büyük özellik; kontaklarının daha sık açma kapamaya elverişli olması ve yüksek akımları üzerinden geçirebilmesidir. Motoru sürmek için röle kullanılmış fakat belli bir süreçten sonra röle bozulmuştur. Kontaktörler rölelere röle daha güçlü kontak yapısına sahip olduğu için bu sistemde motoru sürmek için röle yerine kontaktör kullanılmıştır.

Sigorta:

Elektrik sistemlerindeki komponentlerin yüksek akım veya kısa devreye karşı korunmaya ihtiyaçları vardır. Bir elektrik cihaz çekmesi gereken akımdan daha fazla akım çektiği anda sigorta, bu fazla akımın geçişine izin vermez ve devreyi açar. Bu şekilde hem diğer devre birimleri hem de güç kaynağı korunmuş olur. Diğer bir görevi ise; kısa devre sırasında devreden akabilecek aşırı akımlara karşı koruma sağlamasıdır. Sigortalar genelde devrenin özelliğine göre düşük erime noktasına sahip bir metal tel veya ince metal şeritten oluşmaktadır.

Sigortanın devreyi açma zamanı çektiği aşırı akımın miktarı ile doğru orantılıdır. Geçen yüksek akım sigortanın daha kısa zamanda atmasını sağlamaktadır. Sigortalar, ters zaman karakteristiğine sahiptir.

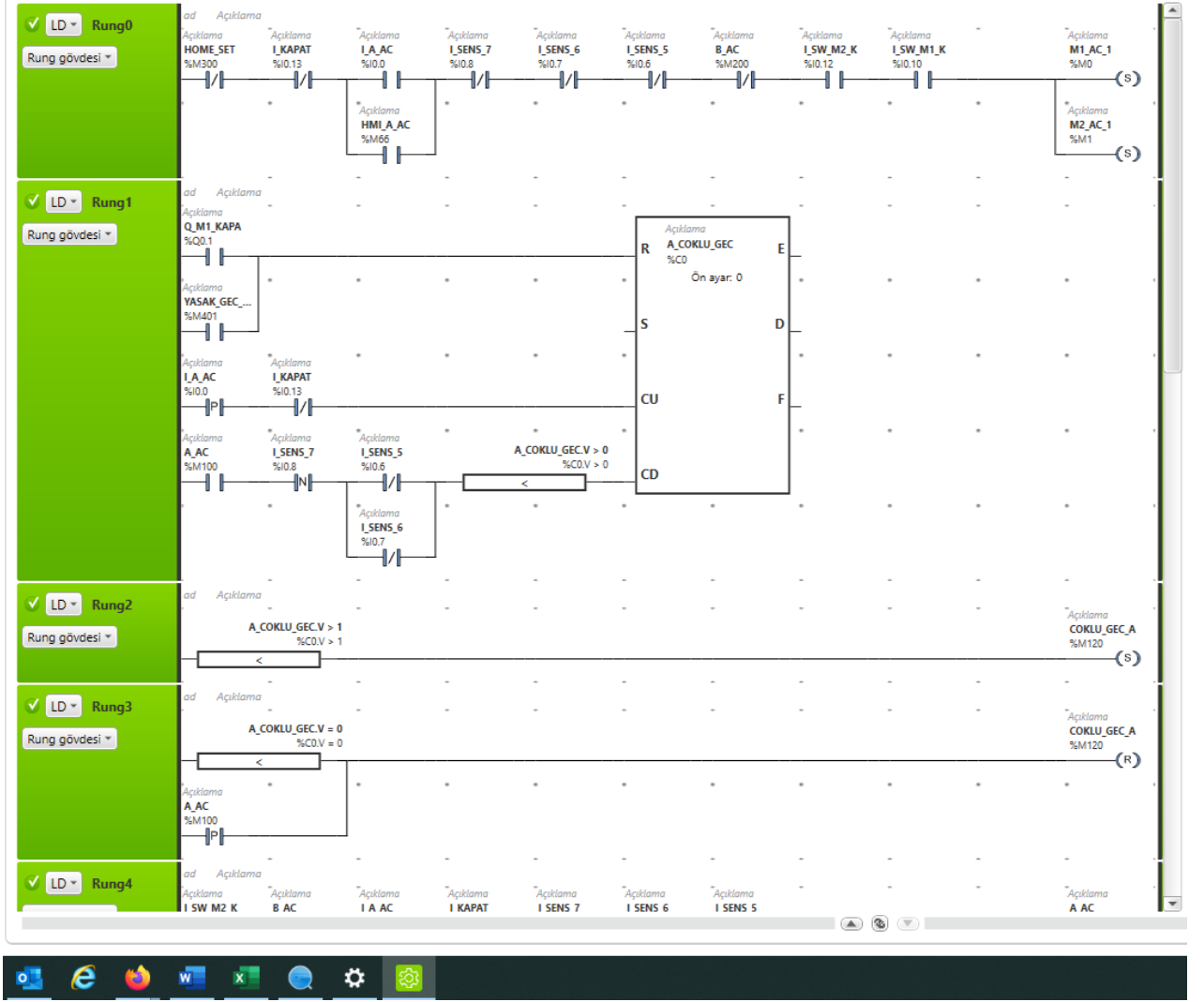
Sigorta elektrik devresi görülen hemen hemen her yerde görülebilir. Örnek verilmek gerekişe; taşıtlarda, otomasyon panolarında, enerji dağıtım bölgelerinde, evlerde, sanayi kuruluşlarında, vs.

Bu sistemde C tipi sigorta tercih edilmiş ve üç adet farklı değerlerde kullanılmıştır. C tipi sigorta piyasada gecikmeli atan sigorta olarak da bilinmektedir.

PLC:

Programlanabilir Lojik Kontrol' ün İngilizce baş harfleriyle oluşan PLC (Programmable Logic Controller) kelimesi bir tür kontrolcü sistem olarak tanımlanabilir. PLC gönderilen giriş sinyallerini, kullanıcının belirlediği algoritmalarla beraber anlamlı çıkış sinyallerine dönüştürmektedir. PLC' ler çoğunlukla sanayilerde; endüstriyel otomasyon panolarının içinde, ray monte olarak görülmektedir. Otomasyonda çok tercih edildiği için genellikle 220 VAC ya da 24 VDC voltajlar ile kullanılmaktadırlar. Bunun yanında çıkış tarafında yoğunlukla röle veya transistör output olarak tercih edilmektedirler. Endüstriyel oldukları için uzun yıllar sorunsuz çalışmaktadırlar fakat buna karşı maliyetleri oldukça yüksektir.

PLC' lerde genelde Ladder ya da FBD (Function Block Diagram) dilleri kullanılmaktadır. Bu projede Schneider Electric firmasının M221 model PLC' si kullanılıp "Ladder" dili tercih edilmiştir. Belirtilen PLC'yi programlamak için SoMachine Basic yazılımı kullanılmış ve aşağıda da programdan bir kesite yer verilmiştir.



Şekil 2.3: PLC Ladder Programı

Röle:

Röleler genelde endüstriyel otomasyon projelerinde kullanılan, bobinini tetikleyerek üzerinden yüksek miktarda akım geçirebilen elektromanyetik devre elemanıdır. Çalışma mantığı kontaktöre benzese de kontaktör kadar güçlü kontak yapısına sahip değildir. Üzerinden kapasitesinin üzerinde yüksek akımlar geçirildikleri zaman yapışarak devrede kullanılamaz hale gelmektedirler.

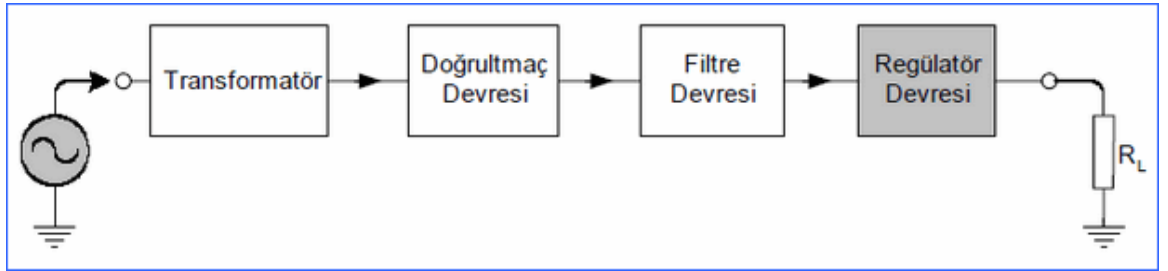
Rölelerin başka bir görevi ise elektriksel anahtarlama yapmalarıdır. Başka bir devrenin enerjisini açıp kapatabilme özelliklerine sahiptirler.

Bu projede röle geçiş ledleri için kullanılmıştır. PLC' nin çıkışı ile röle tetiklenmekte ve kullanıcıya ledler ile beraber geçiş bilgisi sağlanmıştır.

AC-DC Güç Kaynağı:

Tüm elektronik cihazlar (radyo, teyp, televizyon, bilgisayar, vb.) çalışmak için bir DC enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. DC enerji, hazır olarak pil veya akülerden elde edilmektedir. Fakat bu çözüm oldukça maliyetlidir. DC enerji elde etmenin farklı bir yolu ise şehir şebekesinden alınan AC gerilimi giriş voltajı olarak kullanmaktır. Şebekeden alınan AC formdaki sinüzoidal gerilim, DC gerilime dönüştürülür. Bu işlem için DC güç kaynakları kullanılır.

Temel bir DC güç kaynağının blok şeması Tablo 2.1’de gösterilmektedir. Güç kaynağı sistemi; doğrultucu, filtre ve regülatör devrelerinden oluşmaktadır. Sistem girişine uygulanan AC gerilim (genellikle şehir şebeke gerilimi), bir transformatör yardımıyla istenilen gerilim değerine dönüştürülür. Transformatör çıkışından alınan bu AC gerilim, doğrultmaç devreleri kullanılarak doğrultulur.



Şekil 2.4: AC-DC Güç Kaynağı Devresi

Doğrultulan gerilim, ideal bir DC gerilimden uzaktır ve az da olsa dalgalanmalar (ripple) içerir. Filtre devreleri tam bir DC gerilim elde etmek ve ripple faktörünü minimuma indirmek için kullanılır. İdeal bir DC gerilim elde etmek için kullanılan son kat ise regülatör düzenekleri içerir. Regülasyon sonucunda gerilim dalgalanmasız, temiz bir şekilde DC cihazı beslemektedir.

Sistemde 220 VAC’ yi 24 VDC voltaja dönüştürmek için güç kaynağı kullanılmıştır. Güç kaynağından elde edilen 24 Volt ile sensörlerin beslemesi yapılmış ve PLC’ nin giriş-çıkışları kontrol edilmiştir. Güç kaynağı satın alınmadan önce sistemin çekeceği akım çok iyi hesaplanmalı ve bu değere uygun bir ürün seçilmelidir. Sistemin çekeceği akımdan daha düşük bir değerde güç kaynağı alındığında ürünün bozulmasına; aksi yapıldığında ise gereksiz maliyetler oluşmasına sebebiyet verilir.

Klemens:

İki ya da daha fazla elektrik kablosunun izole bantla ek yapılmasına gerek kalmadan birbirlerine bağlanmasına yarayan birime klemens adı verilmektedir. Klemenslerin dış kısımları genellikle plastik olmakta beraber iletken bölümlerinde pirinç ya da nikel malzeme tercih edilmektedir. Klemensler bağlanacakları kablonun çapına ve türüne göre değişiklik göstermektedir. Yeni tip klemenslerin içerilerine cam sigorta da entegre edilebilmekte; bu da sigorta maliyetlerini düşürmektedir.

Sistemde klemens; sahadan gelen buton, enerji gibi kabloların turnikenin elektrik-elektronik sistemine bağlamak için kullanılmıştır.

Turnike Kontrol Klavyesi:

1. Klavye KAPAT/AÇ Anahtarlı Buton: Klavyeyi devreye almak ve iptal etmek için kullanılır.

2. Turnikeyi AÇ Anahtarlı Butonu: Turnikeyi açıp her iki yöne de serbest geçiş verir.

3. Turnikeyi AÇ Anahtarlı Butonu: Her iki yöne açık olan turnikeyi kapatmak için kullanılır.

4. A Yönü AÇ Butonu: Butona basıldığında turnike A yönüne açılır ve kişi geçtikten sonra turnike otomatik olarak kapanır.

5. B Yönü AÇ Butonu: Butona basıldığında turnike B yönüne açılır ve kişi geçtikten sonra turnike otomatik olarak kapanır.

Yukarıda bileşenleri anlatılan ürünün fabrika testleri bitmiş; daha sonra aşağıdaki gibi ilk ürün müşteriye satılmıştır. Bu süreçten sonra ürünün saha testleri yapılmaya devam edilmiştir. Aşağıdaki fotoğraf sahaya çıkan ilk camlı turnikeye aittir.



Şekil 2.5: Kontrol Klavyesi



Şekil 2.6: Turnikenin Saha Görüntüsü

3. GELİŞTİRİLEN SİSTEM: MİKROİŞLEMCİ KONTROLLÜ SERVO MOTORLU TURNİKE TASARIMI

Bölüm 2’de ilk versiyonunun saha testi yapılan camlı tip görünmez turnikedeki birtakım sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunlar aşağıda belirtilmiştir:

- Tabii tutulan ömür testinde DC motorun fazla çalışmaya bağlı şiştiği ve çalışmadığı gözlemlendi. Bu da geçiş sayısı fazla olan sahalarda ürünün çalışmaması düşünüldüğünde bu soruna bir çözüm bulunması gerektiği tespit edildi.
- Turnikenin her bir kanatı için bir tane olmak üzere toplamda iki adet endüktif sensör kullanılmıştır. Bu sensörün iki adet kullanım amacı bulunmaktadır: Amaçlardan ilki; kanat açılıp kapanırken motoru durdurmak diğer bir amacı ise turnikenin konum bilgisini almaktır. Yapılan testler sonucu sensörü turnikenin mekanizmasına bağlayan parça zaman içinde gevşemekte ve sensör motor kapanırken konum bilgisi alamamaktadır. Bu sebepten dolayı motor sürekli çalışmakta ve sistem arızaya geçmektedir.
- Turnikenin kanatları olarak tabir edilen camlar istenildiği gibi kapanmamakta; camın görünmemesi gereken kısımları dışarıdan görünmekte bu da ürünün estetiğini bozmaktadır. Bu sorunun ana sebebi ise; DC motor istenilen yerde durdurulamamasıdır. DC motoru kontrol etmek için kullanılan “DC motor sürücüsü” ile de başarılı sonuç alınamamıştır.



Şekil 3.1: İlk Tasarım Problemi

- Ürün piyasaya sürüldükten sonra satış ekibinden gelen geri bildirimler ile satış fiyatının yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Fiyatı etkileyen ana kalemlerin elektronik malzemeler olduğu açıkça bilinmektedir. Maliyetler incelendiğinde kullanılan PLC'nin ürünün maliyeti üzerinde büyük yük olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında da DC motorun mekanik etkilere karşı korumasını sağlayan bazı mekanik parçalar da belirtilen maliyeti yukarı taşımaktadır.

Yukarıda belirtilen sorunlar sonucunda daha kaliteli ve ekonomik bir sistem yolunda çalışmalara başlanmıştır. Bu bağlamda elektronik tarafta iki paralel çalışma yürütülmüştür:

- Ürünün motor tipinin değiştirilmesi kararı alınmıştır. Bu bağlamda DC fırçasız motor yerine servo-step motor kullanılırsa sistemin performansından tatmin olunacağı kanısına varılmıştır. Hangi motor tipinin uygulamaya en uygun yöntem olduğuna dair çalışmalar aşağıda detaylı şekilde açıklanacaktır.

Diğer bir husus ise PLC'nin maliyetinin yüksek olduğu; bundan dolayı daha ekonomik bir kontrolcünün sisteme kazandırılması gerektiğine karar verildi. Çünkü turnikenin maliyetine bakıldığında; satış fiyatını belirleyen en önemli bileşenin PLC olduğu kanısına

varıldı. Bu bağlamda PLC yerine bu ürünün yaptığı fonksiyonları yerine getirilebilecek alternatif bir ürün bulmak çalışmaları yapılmıştır.

3.1. Ürün Geliştirme Birinci Adımı: Step-Servo Motor Seçimi

Piyasaya sürülen ilk camlı turnikeden sonra müşteriden motor ile alakalı olumsuz geri bildirimler gelmiştir. Doha Katar Petrol Rafinerisinde yer alan müşteri her sabah turnikeden yoğun geçiş olduğunu; bu geçiilerden sonra turnikenin kanatlarının açılmadığı belirtildi. Gelen bu tip geri bildirimlerden dolayı bu motor tipinin bu ürüne uygun olmadığı anlaşıldı ve yeni tip motor araştırılması gerektiği anlaşıldı.

Yapılan gerekli araştırmalar sonucu iki tip motorun üzerinde çalışması gerektiği belirlendi. Bunlardan biri step, diğeri ise servo motordur. Belirtilen motorlar hakkında aşağıda bir takım bilgiler verilecek ve sistem için hangisinin uygun olduğu belirtilecektir.

3.1.1. Step motor

Step motor, bir tam turu birkaç eşit adıma bölen bir DC motordur. Servo motorlar gibi dahili bir encoder bulunmamaktadır. Hız ve tork parametlerinin dikkatli bir şekilde step motor sistemine entegre edilmesi oldukça önemlidir. Bu iki önemli değişken doğru seçilmediği durumlarda sistemden gerekli verimin alınması mümkün değildir.

Step motor verilen her bir kare dalga (pulse) ile beraber şartın belirli bir adım dönmesi esasına dayanmaktadır. Verilen kare dalga ile step motor shaftı döner ve hesaplamalar sonucu kullanıcının ihtiyaç duyduğu pozisyona geldiği zaman durur.

Alınan her bir giriş kare darbesinde, motor bir adım ilerler. Örneğin 1000 adımlık bir step motor bir tur döndüğü zaman 800 adım yapar; bu halde bir adımın açısı $360/1000=0.36^\circ$ olur. Belirtilen bu değer step motorun hassaslık derecesini ifade etmektedir. Motorun bir devrini tamamladığı adım sayısı yükseldikte; step motorun hassasiyeti ve buna bağlı olarak maliyeti de doğru orantılı şekilde artmaktadır. Adım sayısı yüksek step motorlar genelde konumun çok kritik önem derecesine sahip olduğu endüstriyel işlerde kullanılmaktadır.

Step motor, yarım adım modunda çalıştıkları zaman hassaslıkları daha da artar. Örneğin; 800 adım/tur değerindeki bir step motor, yarım adım modunda çalışırken her turda 1600 adım yapar. Bu da 0.36° ye göre daha hassas olan 0.18° bir adım açısı anlamındadır.

Aşağıda bu motorların avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir.

Avantajları:

- Step motorlar geri beslemeye gereksinim duymazlar. Step motorların rotosyan açısı giriş darbesiyle orantılıdır. Açık döngülü olarak kontrol edilebilirler.
- Sayısal olarak kontrol edilebildikleri için bilgisayar ve mikroişlemci gibi elamanlarla kolayca entegre edilebilirler.
- Sürücüleri tarafından gönderilen hareket sinyallerine çok hızlı cevaplar vermektedirler.
- Servo motorlara göre basit yapıları olduğu için çok bakım gereksinimleri bulunmamaktadır.

Dezavantajları:

- Step motorlar adım açıları sabit olduğu için hareketleri sürekli değil darbelidir. Titreşim bazı hız değerlerinde tork kayıplarına sebep olabilir.
- Sürtünme kaynaklı yükler, açık döngülü kontrolde konum hatası oluştururlar. Çok yüksek hızlarda kolaylıkla kontrol edilemezler.
- Step motorların elde edilebilecek güç ve momentleri sınırlıdır.
- Servo motor ve DC motorlara kıyasla sürücüleri daha kompleks yapıya sahiptir.
- Step motorlar geribildirim mekanizması barındırmadıklarından harici konum limitlemeye gerek duyarlar.



Şekil 3.2: Step Motor

3.1.2. Servo motor

Servo motorlar, DC ve AC motorlara benzeseler de yapılarında kimi farklılıklar bulunmaktadır. Bu motor tiplerine ek olarak potansiyometre ve enkoder adı verilen motorun konumunun belirlendiği bir tip sensör kullanılmaktadır. Servo motorlarda genelde 3 telli bağlantı vardır, bunların ilk ikisi motora enerji verirken sonuncu tel ise motorun enkoderinden motorun pozisyonu hakkında geri bildirim vermektedir.

Servo motorlar sürücüleri ile senkron çalışmaktadır. Servo motor sürücü; motoru kullanıcının belirlediği pozisyona götürmekle görevlidir. Kontrolcü servo motor sürücüsüne gidilmesi gereken pozisyonu iletir; servo motor sürücüsü ise motorun bu pozisyona gitmesi konumunu iletir. Servo motorlar seri üretim bantları gibi çok hassas konum ihtiyacı olan uygulamalarda tercih edilir.

DC ve AC olmak üzere servo motorlar ikiye ayrılmaktadırlar. Bu iki tip aşağıda detaylı şekilde açıklanmaktadır:

DC Servo Motor:

DC servo motor yapısının içeriğinde bir adet de DC motor bulunmasından ötürü bu ismi almıştır. DC servo motor, DC motorun yanında potansiyometre ve kontrol devresine de sahiptir.

Potansiyometre, servo motorun konumunun belirlenmesi için kullanılır. Motor milinin dönmesiyle beraber bir direnç artışı söz konusu olur. Artan her direnç değeri milin konumunu belirler. Potansiyometre bu işlemi tek başına karar veremez; kontrol devresi ile koordineli çalışır.

Kontrol devresi, potansiyometrenin değişen direnç değerine göre servo motorun hangi konumda bulunduğunu tespit eder. Bunun yanında servo motor sürücüsünden gelen komut ile motora yön bilgisi verir. Kontrol devresi servo motora bulunduğu açı değerine hareket konumu gönderirse; motor hareket etmez ve konumunu korur. Eğer farklı bir konuma gidiyorsa da yeni gelen komuta uyar ve eski hareketini sonlandırır. Kontrol devresi servo motor sürücüden gelen açı değerine gidilene kadar servo motoru çalıştırır, belirtilen açı değerine ulaşıldığında motoru durdurur. Servo motorlarda yumuşak duruş özelliği aktif olarak kullanılmaktadır, motor istenilen açığa yaklaştığında yavaşlar ve açı değerinde ulaştığında yumuşak şekilde durur. Bu devre aynı zamanda servo motordaki yüksek torku ve zorlanmayı tespit edip servo motor sürücüsüne gerekli geri bildirimleri verir.

DC Servo Motor İç Yapısı:

DC Servo Motorların en önemli parçaları arasında DC motor, kontrol devresi ve potansiyometre gösterilebilir. Bunların dışında motorun dönüş momentini ve torkunu belirleyen dişli yapısı vardır. Genellikle bu dişliler plastik olarak üretilmekte fakat seri imalat gibi sürekli işler için özel olarak metal dişli de servo motor için üretilmektedir. Metal dişli plastik dişliye göre daha uzun ömürlü ve mukavemetlidir. Plastik dişlilerin en büyük arızaları dişlinin zamanla sıyrması; bu şekilde motoru boşa dönmesi ve tahrik almamasıdır.

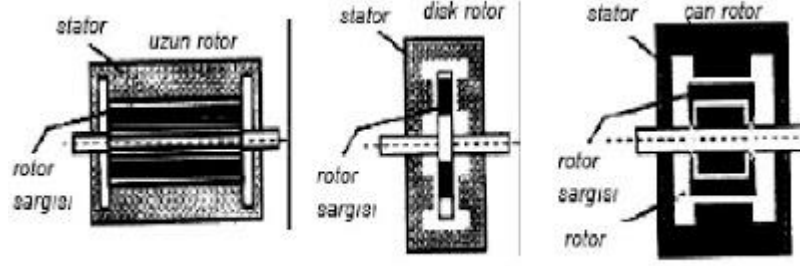
DC Servo Motor alışma Prensibi:

DC servo motorlar -90° ve $+90^\circ$ arasında 180° 'lik bir açısal hareket yapabilme yeteneğine sahiptir. Böylece DC servo motor ile $0-180^\circ$ 'lik açılar kontrol edebilmektedir.

Servo motorda motorun dönme miktarını PWM modülü denilen yapı ayarlamaktadır. Bu ayarlama yazılım ile yapılmakta ve pulse denilen kare dalgalar sayesinde oluşmaktadır. Oluşan kare dalga HIGH (Logic 1) konumunda iken motor çalışır; LOW (Logic 0) konumunda ise motor durur. Servo motorlarda açısal hareketin gerçekleşmesi için kare dalganın periyodunun 20 ms olması gerekmektedir. Açısal adım sayıları 1-2 milisaniyede ya da 1,25-1,75 ms arasında gönderilen pulse miktarlarıyla beraber iki farklı şekilde belirlenmektedir. Standart olan bu açısal pulse değerleri ile beraber DC servo motorun kontrolü sağlanır.

DC Servo Motorların Yapısı:

DC servo motorlar adından da anlaşılacağı üzere DC güç kaynağı kullanılarak çalışmaktadır. Sabit bir kutup manyetik alanı elde edilerek rotora değişken bir gerilim verilir. İki geriliminde dolaştırdığı akımların meydana getirdikleri manyetik alanlar birbirlerini iterek dönüşü başlatır. DC servo motorların rotorları uzun, an ve disk şeklinde olurlar. Kısa ve hafif olduklarından disk rotorlu DC Servo Motorlu, robot mafsallarında hareketi kolaylaştırmak için kullanılırlar. Servo motorların ince ve uzun rotorlu olanlarında boyutları küçük olduğundan her ortamda montesi kolay olur.



Şekil 3.3: DC Servo Motorun Yapısı

AC Servo Motorlar:

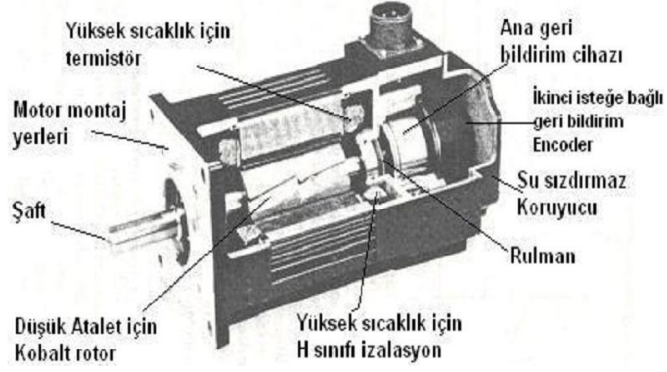
AC Servo Motorlar, yapısal olarak AC elektrik motorlarla aynı özelliklere sahiptir. Bu tip motorlardan farklı olarak konum bilgisi veren enkoder yapısı bulunmaktadır. Enkoder ile beraber AC servo motora açısal hassasiyette dönme kabiliyeti kazandırılmış olur.

AC Servo Motor Özellikleri:

- DC motorlara göre kıyasla hassas işler daha rahat yapılabilir.
- Ömürleri DC servoya göre daha uzundur.
- DC bir güç kaynağı gerekmez, şebekede konuşlanan AC voltaj ile beslenebilmektedirler.
- Yüksek güç ve frekans gereksinimi duyulan projelerde DC servo motor yerine tercih edilirler.
- Genelde talaşlı imalatta kullanılan CNC makinelerinde tercih edilirler.
- Düşük moment ihtiyacında DC servo motorlara göre daha kullanışlıdır.

AC Servo Motorların Yapısı:

AC Servo Motorlar genelde iki ya da üç fazlı şekilde üretilmektedirler. Bu motorların rotorları kısa devre çubuklu veya doğal mıknatıslıdır. Yapı itibari ile senkron ve asenkron motor tiplerine oldukça benzemektedirler.



Şekil 3.4: AC Servo Motor

AC Servo Motorlarda Adım Sayısı:

Motorlar dairesel alanda hareket ettiklerinden dolayı 360° açı oluştururlar. Servo motorların hassasiyeti adım sayısı ile ters orantılıdır, kat edilen açı miktarı ne kadar kısa olursa servo motor hassasiyeti de o kadar yüksek olur. Örnek ile açıklamak gerekirse; bir tam turunu 200 adımda tamamlayan bir servo motorun tek açı derecesi $360/200=1,8^\circ$ derecedir. Belirtilen bu adım derecesi hassasiyetin göstergesidir. Adım sayısı artan bir servo motorun orantısal olarak hassasiyeti de artmaktadır. Artan hassasiyet miktarıyla beraber servo motorun maliyeti de paralel olarak yükselmektedir.

Servo Motorların Genel Özellikleri:

- Konumun kritik olduğu hassas işlerde kullanılabilirler. (Seri üretim bandı gibi)
- Motorun içinde gömülü olarak bulunan konum bilgisi sağlayan enkoder ile çalışmaktadır.
- Servo motoru kontrol etmek için harici bir servo motor sürücüsüne ihtiyaç vardır. Bu sürücü servo motor ile kablolu olarak haberleşmektedir. 3 kablo ile bağlantı yapılan bu haberleşmede ilk iki kablo motoru çalıştırmakta; üçüncü kablo ise enkoderden servo motor sürücüsüne konum bilgisi göndermektedir.
- Özellikle sanayide üretim yapılırken çok yoğun olarak tercih edilmektedirler.
- Gerekli alt yapı oluşturulduğunda istenilen birimler ile kolayca haberleşme yeteneğine sahiptirler.
- Motordaki oluşabilecek tek hata dönmeleri sırasındaki adım hatasıdır.

- Servo motorların hızları; sürücülerini üzerindeki parametre ayarlarıyla beraber ayarlanmaktadır.

CNC makineler, robot kolları, endüstriyel taşıma sistemleri servo motorların uygulama alanlarına örnek olarak verilebilir. Servo motorlarda çıkış; mekaniksel konum, hız, tork veya ivme gibi parametreler kontrol edilebilir.

Yukarıda teknik özellikleri verilen iki motor tipi olan step ve servo motorlar detaylı bir şekilde incelenmiştir; camlı turnike projesine en uygun tip servo motor olarak seçilmiştir. Servo motor seçilmesindeki en önemli kriterler; herhangi bir limit sensörüne gerek kalmadan konum bilgisinin alınması ve tork kontrolüdür. Servo motorların içerisinde bulunan enkoderler sayesinde turnikenin açık ya da kapalı konum bilgisi kolayca tespit edilebilmektedir. Bunun yanında tork kontrolü de sistemin sağlıklı çalışması için oldukça önemlidir. Servo motorların programlanabilir tork parametresi sayesinde; herhangi bir mekanik aksaklığa karşı sürücü yüksek torku tespit edip motoru arıza konumuna geçirmektedir. Bu şekilde motorun ve sistemin mekanik parçalarının zarar görmesine engel olunmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği gibi ürünün tahrik sistemi servo motor olarak seçilmiştir. Motor seçiminden sonra sistemi kontrol edecek bileşenler ile ilgili gerekli çalışmalar yapıldı. Aşağıda detaylı şekilde anlatılacak olan sistemlerde iki farklı adım çalışması yapılmıştır. Öncelikle servo motor sistemi PLC modülü ile kontrol edilmiş, daha sonra ekonomik çözüm olan akıllı röle modülüne geçilmiştir.

3.2. Ürün Geliştirme İkinci Adımı: PLC-Servo Motor

Yapılan ilk çalışmada camlı turnike sisteminde PLC ve servo motor ana bileşenleri kullanılmıştır. Belirtilen sistemde PLC'nin çıkış birimi, servo motor sürücüsünün giriş birimiyle dijital haberleşerek (1 ve 0 sinyalleri) turnikenin cam kanatlarını servo motor sayesinde açıp kapatmaktadır. Geliştirilen bu sistemin çalışma mantığı aşağıda anlatılmaktadır:

- Servo motor sürücüsüne 24 V'luk güç kaynağından ilk enerji geldiğinde servo motor sürücü sıfırlama moduna gitmektedir. Sıfırlama modunda servo motor sıfır noktasının turnikenin neresinde olacağına karar vermektedir. Servo motor sıfır noktasını bulduktan sonra turnike kapalı pozisyona geçmektedir. PLC turnikenin kapalı olduğunu servo motorun enkoder sensöründen aldığı bilgi ile anlamaktadır. Eğer iki servo motor enkoderi de PLC'nin giriş birimine kapalı dijital sinyalini

gönderirse bu; camlı turnikenin iki kanadının da kapalı olduğunu işaret etmektedir.

- Eğer kullanıcı turnikenin kanatlarını açıp turnike bölgesinden geçmek istiyorsa kart okuyucusunu ya da push butonunu kullanması gerekmektedir. Kullanıcı kartını okuttuktan sonra PLC'ye bu giriş sinyali gitmekte; ve eğer turnike kapalı pozisyondaysa açık pozisyona doğru gitmektedir. Servo motor sürücüsü enkoderden açık pozisyon sinyali gelene kadar motoru açma pozisyonunda tutmaktadır. Eğer enkoderden açık pozisyon sinyali gelirse motor durmakta ve enkoderden PLC'ye turnikenin açık olduğu bilgisi gelmektedir.



Şekil 3.5: Push Buton

- Turnike açık pozisyondayken tekrar kapalı pozisyona geçmesi iki şekilde olmaktadır. Bunlardan biri zamanlayıcı ile; diğeri ise kullanıcı turnikeden geçtikten sonra. Açık turnike kullanıcının isteği üzerinde belli bir zamandan sonra otomatik olarak kapanmaktadır (Eğer kullanıcı turnike bölgesinden geçmezse). Ayrıca kullanıcı turnikeden geçtikten sonra fotoelektrik sensörleri geçiş yapan kişiyi algılamakta ve PLC yardımıyla kullanıcı turnikeden ayrıldıktan sonra otomatik olarak kanatları kapatmaktadır.
- Kullanıcı turnikenin A bölgesinden kartını okutup farklı bir kişi art niyetle B bölgesinden geçiş yapmaya çalışırsa yine fotoelektrik sensörleri kaçak geçiş yapacak bu kullanıcıyı tespit edip sesli uyarı ile diğer kullanıcıları uyarmaktadır. Sesli uyarıdan sonra PLC servo motor sürücüsüne turnikenin kapanması talimatını vererek kaçak geçiş yapacak kullanıcının bu amacına ulaşmasına engel olacaktır.



Şekil 3.6: PLC-Servo Motorlu Tasarım Elektronik Yapı

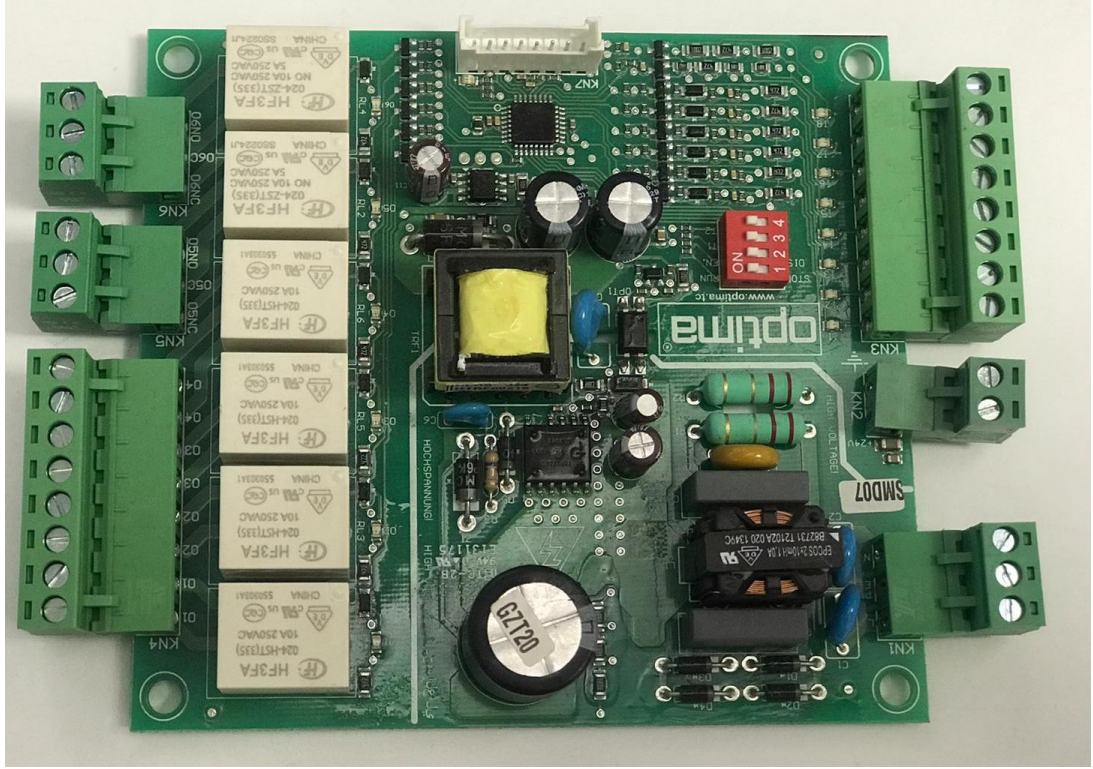
Yukarıdaki resimde yapılan ilk iyileştirme çalışmasına ait sistemin elektronik bileşenlerinin yer aldığı sistem görülmektedir. Üründe geliştirilmesi düşünülen sistemden farklı olarak sadece servo motor ve sürücüsü eklenmiştir. Bunun dışında servo motor kullanıldığı için motor kontaktörü sistem bileşenlerinden çıkarılmıştır. Ayrıca aşağıdaki resimde de görüldüğü gibi turnikenin mekanik yapısı da revize edilmiştir.



Şekil 3.7: PLC-Servo Motorlu Tasarım Mekanik Yapısı

3.3. Ürün Geliştirme Üçüncü Adımı: Akıllı Röle-Servo Motor

İlk çalışma nihayete ulaştıktan sonra servo motorlu sistem saha testlerinden başarılı şekilde geçmiştir. Çalışmanın bu aşamasında yüksek maliyetli kontrolcü olan PLC, sistemden çıkarılarak daha ekonomik bir kontrolcü bulma yoluna gidilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda aşağıda fotoğrafı bulunan çok amaçlı “Optima Kontrol Kartı” üretilmiştir. Bunun yanında kartın bileşenleri ve devre çizimlerine ekte detaylı şekilde yer verilmiştir.



Şekil 3.8: Optima Kontrol Kartı

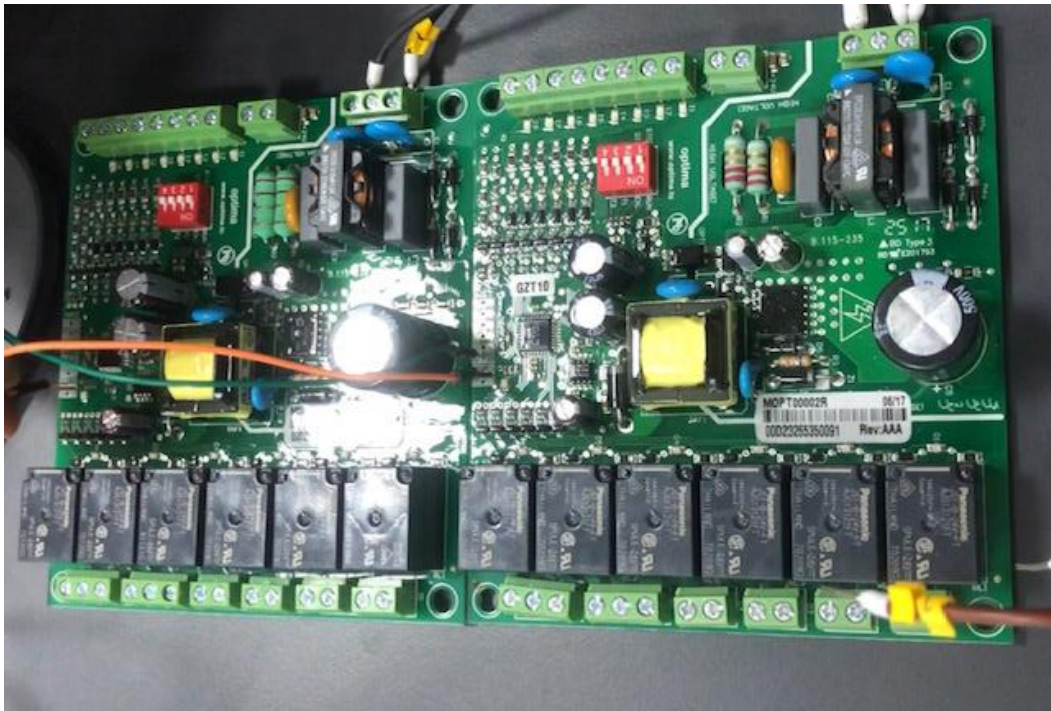
Optima Kontrol Kartı ile kullanıcıdan ve sensörlerden gelen bilgiler işlenip çıkış olarak servo motor gibi birimleri sürecektir. Optima Kontrol Kartı'nın temel özellikleri aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir:

- Kartın kısa kenarlarında bir tarafta Faz/Toprak/Nötr, +24V/GND ve 8 adet 24V DC dijital giriş, bir tarafta 4 adeti COM/NO, 2 adeti NC/COM/NO olmak üzere toplam 6 adet röle çıkışı bulunmaktadır. Belirtilen dijital girişlere fotoelektrik sensörler ve kart okuyucular; röle çıkışlarına ise servo motor kontrol edecek dijital sinyaller bağlanabilmektedir.
- Kartın üzerinde bir adet 4 anahtarlı DIP Switch bulunmaktadır. Bu anahtarlardan ilki Run/Stop modu ayarlamak için, ikincisi otomatik operasyonları aktif/deaktif etmek için, diğerleri de çeşitli zamanlama ayarları için kullanılmaktadır. Servis ihtiyacı olduğu durumlarda teknisyen birinci DIP Switch'i kapalı konumu alarak rahatça turnike üzerinde çalışabilmektedir. Bunun yanında diğer DIP Switchler ile de turnikenin kullanıcı geçmediği takdirde aktif olan otomatik kapama sürelerini ayarlamaktadır.
- Kartın çalışma voltaj aralığı 85 V – 265 V AC, frekans aralığı 48 – 62 Hz' dir. Kartın üzerinde 24V DC (+/- %5) çıkış veren bir güç kaynağı bulunmaktadır. Bahsedilen

sıcaklık ve giriş voltajları aralığında 1,30 A çıkış akımı verebilmektedir. Bu özellik sayesinde harici bir güç kaynağı kullanılmasına gerek kalmamış; turnikenin üretim maliyeti düşmüştür.

- Kartın işlemcisini sahada tekrar programlayabilmek için kartın üzerinde bir programlama konnektörü yer almaktadır. Kartın yazılımının kaynak kodu dosyaları ve yazılım geliştirme / programlama ortamı sağlamaktadır.
- Kartın üzerinde ileride farklı amaçlı bir sinyal girişi (RF kapı açma sinyali gibi) bağlanabilmesi için Input / +5V / GND şeklinde 3 pinlik bir konnektör veya ek modül takılabilecek yer bırakılmıştır. Bu özellik sayesinde turnike kumanda ile uzaktan kontrol edilebilmektedir.

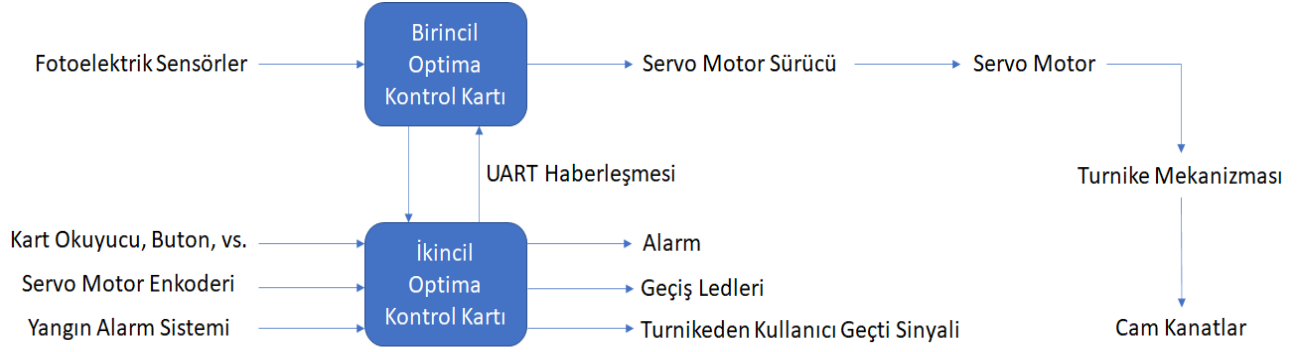
Yukarıda da belirtildiği gibi Optima Kontrol Kartı'nda 8 giriş ve 6 çıkış olmak üzere toplam 14 giriş-çıkış birimi bulunmaktadır. Fakat bu giriş-çıkış birimi teze konu olan turnikeyi kontrol etmek için yeterli değildir. Bu durumda sistemi kontrol etmek için hazır olan iki Optima Kontrol Kartı seri haberleştirilerek giriş-çıkış sayısı artırılmış; belirtilen iki birim turnikeyi kontrol etmek için yeterli hale gelmiştir. Aşağıdaki şekilde iki kontrol kartının seri bağlantısı gösterilmiştir. Diğer bölümde haberleşme ve sistem hakkında daha detaylı bilgidan bahsedilmiştir.



Şekil 3.9: İki Optima Kartı'nın Seri Haberleşmesi

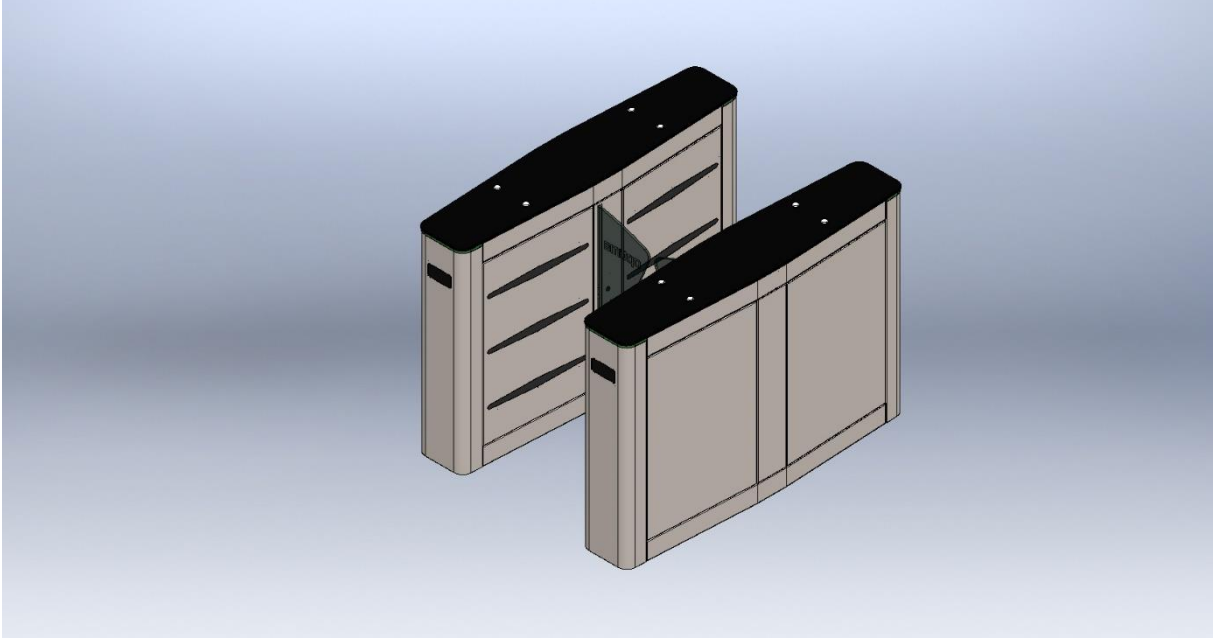
3.3.1. Mimari blok diyagram

Tasarımı yapılan sistemin mimari blok diyagramı aşağıda gösterilmiş ve detaylı açıklamasına yer verilmiştir:



Şekil 3.10: Sistem Mimari Blok Diyagramı

Sistem birincil ve ikinci kontrol kartı olmak üzere iki ana omurga üzerine inşa edilmiş olup karar merci birincil kontrol kartı olarak tasarlanmıştır. Birincil kontrol kartı hem kendi hem de ikincil kontrol kartından aldığı giriş sinyalleriyle, yine hem kendi hem de ikincil kontrol kartının çıkışlarını kontrol etmektedir. Birincil kartın girişlerine kullanıcı geçişlerini algılayan fotoelektrik sensörleri bağlanmıştır. Belirtilen fotoelektrik sensörler kullanıcının kanatlar arasında sıkışmamasını ve kullanıcı turnikeden geçtikten sonra kontrolcüye sinyal gönderilmesini sağlamaktadır. Diyagramdan da görüldüğü gibi birincil kartın çıkışında servo motor sürücüsü kontrol edilmekte; servo motor sürücüsü de motor, dolayısıyla sistem mekanizmasını tetiklemektedir.



Şekil 3.11: Turnikenin Bilgisayar Ortamında Katı Modeli

İkincil Optima Kontrol Kartı, birincil karta bağlı olarak çalışmaktadır. Herhangi bir karar verme yetkisi bulunmamaktadır. Kart okuyucu, buton, servo motor enkoderi, yangın alarm sistemi gibi giriş sinyallerini seri haberleşme yöntemiyle birincil karta göndermektedir. Yangın alarm sistemi, kendi panelinden gelen sinyalle yangın anında turnikeye aç komutu göndermektedir. Bu şekilde yangın durumunda insanların turnike bölgesinden hızlı tahliyesi sağlanmaktadır. Bunlarla beraber ana modülden gelen kararlar doğrultusunda ikincil kartın çıkışındaki alarmlar, geçiş ledleri ve kullanıcı geçti sinyalleri de bu sistemin bir parçasıdır. Alarm ile kaçak geçiş yapan kullanıcı uyarılmakta, geçiş ledleriyle kullanıcılar yönlendirilmekte ve geçti sinyaliyle de kullanıcı turnikeden geçtikten sonra geçiş kontrol sistemine gerekli bilgiler iletilmektedir.

3.3.2. Sistemin güç bütçesi

Turnikenin elektronik biriminde giriş voltajı olarak 220 Volt AC kullanılmıştır. Donanımlar 50 Hertz frekans ile çalışmaktadır. Giriş enerjisi 1 A C tipi sigorta ile yüksek akım ve kısa devreye karşı korunmaktadır. AC voltaj ile yalnızca Optima Kontrol Kartı beslenmektedir. Optima Kontrol Kartı dışındaki tüm bileşenler DC voltaj ile çalışmaktadır.

DC voltaj kaynağı Optima Kontrol Kartı' dır. Optima Kontrol Kartı aldığı 220 V AC giriş voltajını üzerinde bulunan güç kaynağı devresiyle 24 V DC voltaja dönüştürmektedir. Bir adet Optima Kontrol Kartı üzerinden 24 Voltta 2.5 Amper akım çekilebilmektedir. Sistemde iki adet Optima Kontrol Kartı olduğu için toplamda 5 Amper DC akım çekme kapasitesi bulunmaktadır.

Aşağıda donanımların çektikleri akım miktarlarına yer verilmiştir. Toplamda 4.2 Amper yük bulunduğundan sistem ortalama 100 W güç harcamaktadır. Belirtilen akım 4.2 Amper olduğu için yine DC voltajı korumak için 6 A C tipi sigorta elektrik kısmında yer verilmiştir.

Tablo 3.1: Güç Hesabı

NO	Ürün İsmi	Adet	Voltaj	Akım
1	Fotoelektrik Sensör	7	24 VDC	0.7 A
2	Geçiş Ledi	4	24 VDC	0.8 A
3	Alarm	1	24 VDC	0.3 A
4	Servo Motor Sürücüsü	2	24 VDC	2.4 A
DC Toplam Akım	4.2 A			

3.3.3. Fotoelektrik sensörler ve turnikedeki yerleşimi

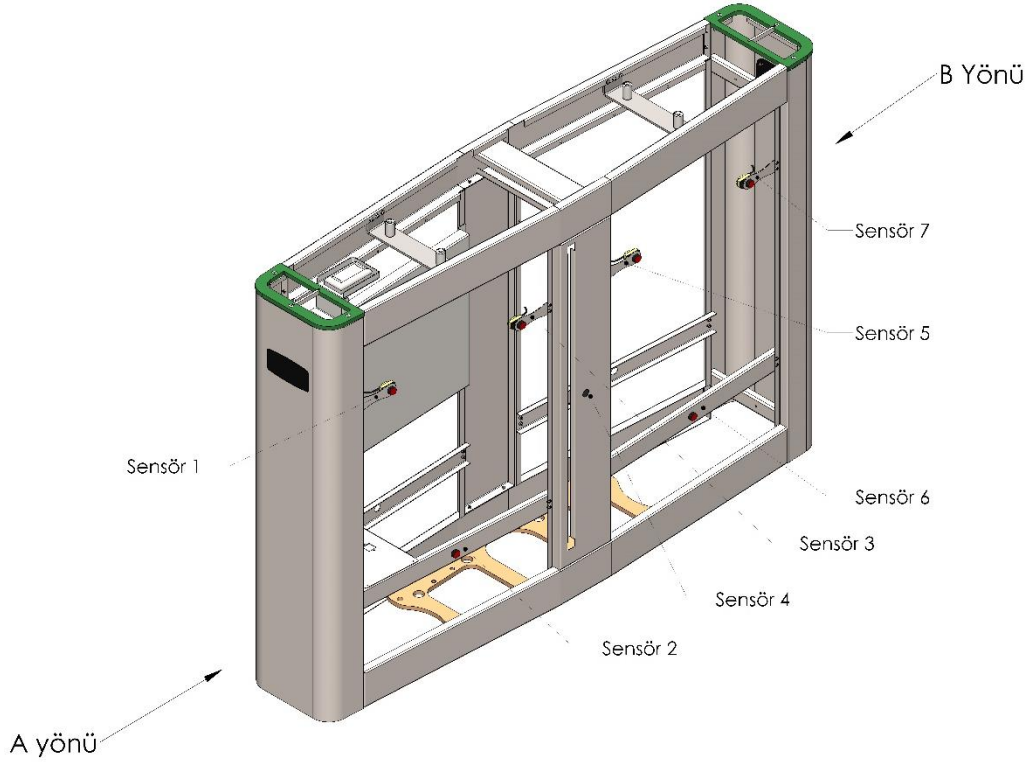
Fotoelektrik sensörler turnikedeki kullanıcıların hareketlerini tespit etmek amacıyla kullanılmakta olup alıcı ve verici olmak üzere karşılıklı şekilde sistemde yer almaktadır. EK 6' da teknik özelliklerine yer verilmiş bu sensör, 24 Volt ile çalışabilmekte ve sistemde 7 set kullanılmaktadır.



Şekil 3.12: Fotoelektrik Sensör

Sensörlerin faaliyetlerinin detayları aşağıda açıklanmaktadır:

- Kart okuyucu, buton gibi giriş sinyalleri ile açılan turnike; fotoelektrik sensörler sayesinde kullanıcının hareketlerini algılar. Kullanıcının turnikeden ayrıldığına tespitıyla beraber turnike otomatik olarak kapanır.
- Turnike kapanırken fotoelektrik sensörler kanatlar arasında bir nesne tespit ettiğinde turnikenin kapanması engeller. Şekil 'deki 4 numaralı sensör bu görevi yapmaktadır.
- Çıkış yönünden kartını okutan bir kullanıcı turnikeyi açabilir; tam bu esnada giriş yönünden yetkisi olmadığı halde açık turnikeden geçmeye çalışan diğer kullanıcı sensörler sayesinde algılanır ve sistem tarafından alarm verilir. Bu şekilde kaçak geçişin önünde geçilmiş olur. Şekil 'den örnek vermekte gerekirse A yönünden kartını okutan bir insan turnikeyi açtığına B yönünden gelen başka bir kullanıcı Sensör 7 tarafından algılanır. Bu da kaçak geçiş senaryosunu göstermektedir.
- Diğer bir kaçak durumu ise arka arkaya geçiştir. Yetkili bir kullanıcı kartını okutup geçişi esnasında diğer bir kullanıcı geçiş hakkına sahip değilken bu kullanıcının arkasından geçmek ister. Tekrar bir örnek verilmek gerekirse B yönünden kartını okutup geçen bir kullanıcı sensör 2 bölgesindeyken; yetkisiz bir kullanıcı sensör 7 tarafından algılanırsa sistem kaçak geçiş algılayıp alarm vermektedir.

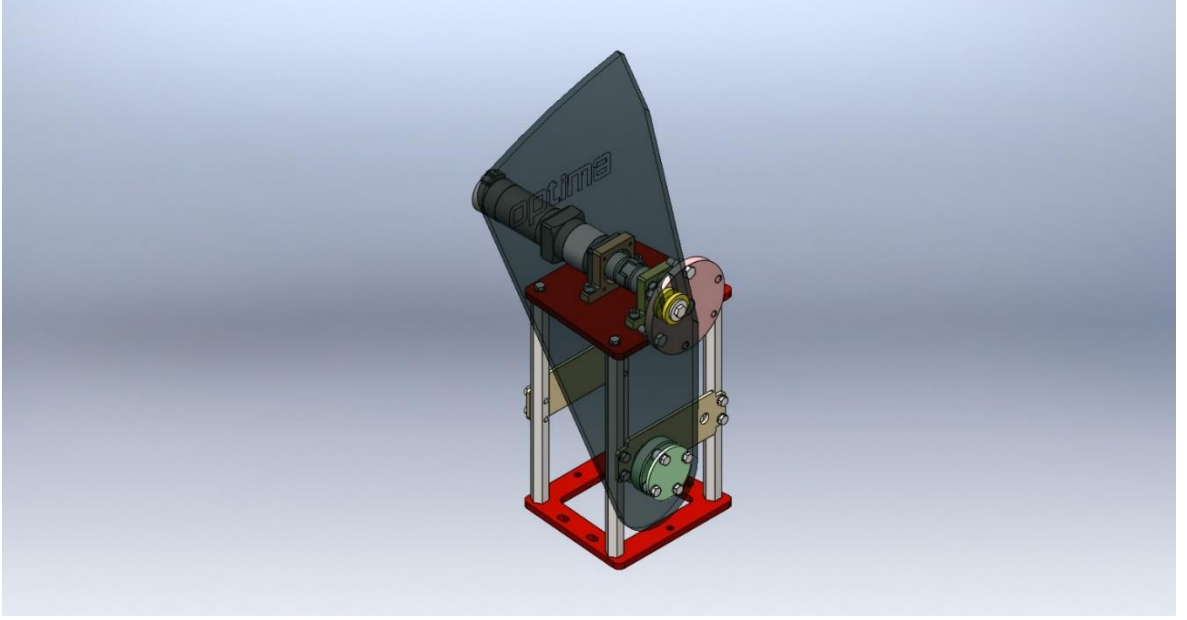


Şekil 3.13: Turnikedeki Sensör Yerleşimi

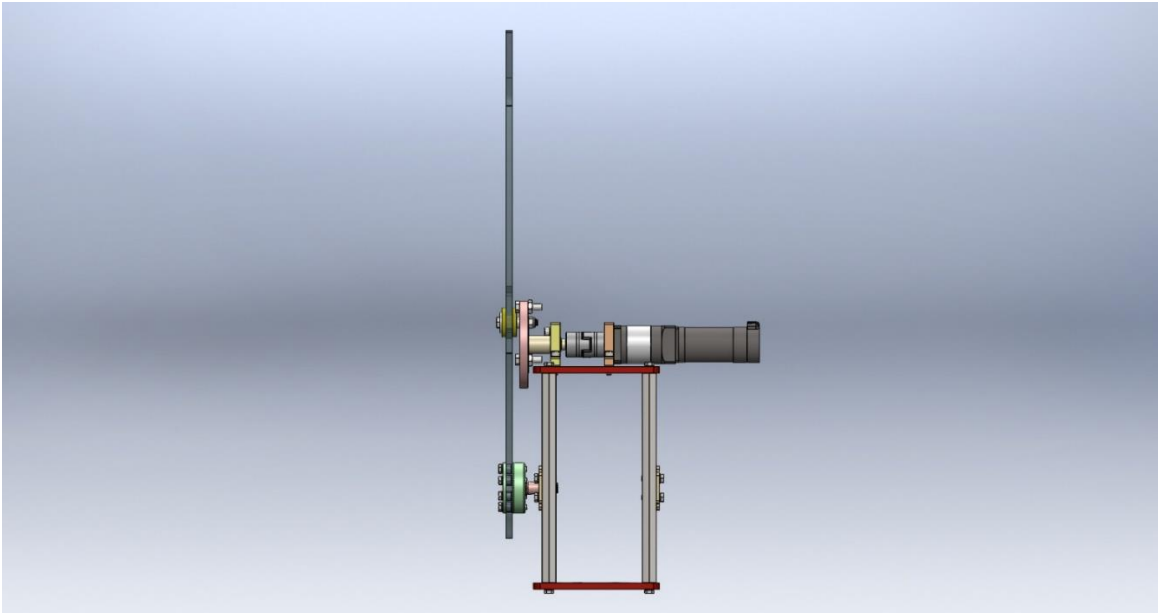
- Önemli bir geçiş senaryosu ise bavullu geçiştir. Kullanıcı seyahat bavuluyla turnikeden geçtiği esnada; kendi turnike bölgesinden ayrılırken turnike kapanabilir ve bavulu turnike bölgesinde kalabilir. Bu duruma mahal vermemek için sensör 2 ve 4 bu amaçla kullanılmıştır. A yönünden geçen bir kullanıcı sensör 4 ya da sensör 3 bölgesindeyken sensör 2 aktif ise sistem geçişte bavul olduğunu tespit eder ve kullanıcı turnikeden ayrıldıktan sonra sensör 3 ün durumuna bakar. Bavul sensör 3 den geçtikten sonra turnike kapanma pozisyonuna geçebilir.

3.3.4. Turnikenin açma-kapama mekanizması

Turnikenin kanatlarının açılıp kapanması servo motor sayesinde yapılmaktadır. Fakat servo motor kanatları açıp kapatmada tek başına yeterli değildir. Servo motor mekanizmayı tetikleyerek açma-kapama işlemlerinin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Sistemde kol kızak mekanizması kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde önce kol kızak mekanizması hakkında teknik bilgi verilip daha sonra sistemdeki mekanizmanın analizleri yapılacaktır.



Şekil 3.14: Turnike Mekanizmasının İzometrik Görünümü

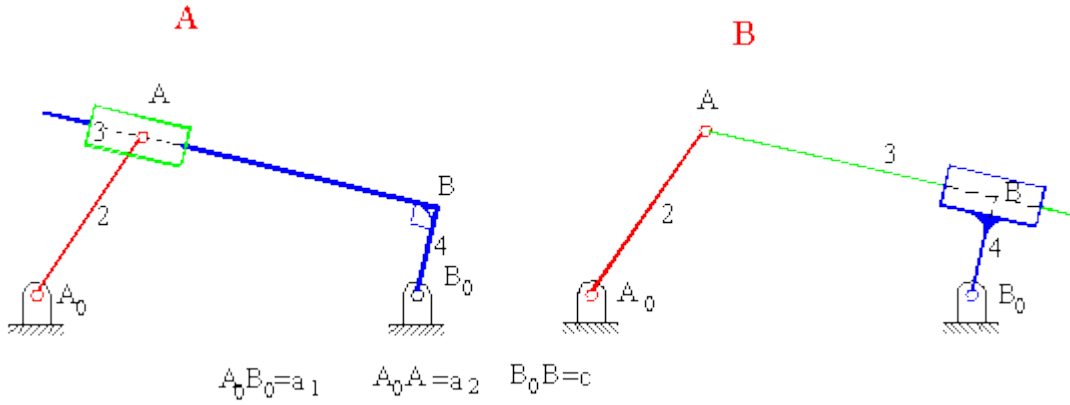


Şekil 3.15: Turnike Mekanizmasının Yan Görünümü

3.3.4.1. Kol kızak mekanizması

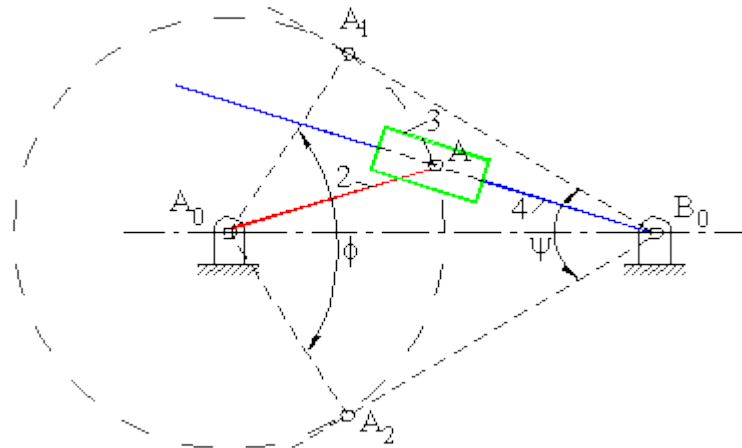
Tasarımı yapılan turnikenin tahrik kısmında kol kızak mekanizması kullanılmıştır. Bu bölümde kol kızak mekanizması hakkında teknik bilgilere yer verilecektir. Şekil 3.16’da yapısı gösterilen kol kızak mekanizmasının özellikleri aşağıdaki gibidir:

- 2 numaralı link giriş, 4 numaralı link çıkış linkidir.
- 3. ve 4. linkler arasında prizmatik çift adı verilmektedir.
- Şekil 3.16’daki A ve B mekanizmalarının giriş-çıkış hareket karakteristikleri aynı olsa da hareketi aktarma karakteristikleri farklıdır.

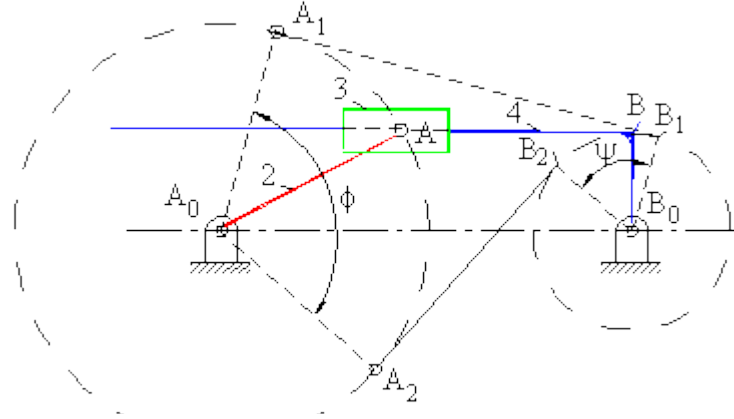


Şekil 3.16: Kol-Kızak Mekanizması
[11] E.Söylemez, “Makina Teorisi-1:Mekanizma Tekniği”

Kol-kızak mekanizması BB_0 değerine göre santrik ve eksantrik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır:



Şekil 3.17: Santrik Kol-Kızak Mekanizması
[11] E.Söylemez, “Makina Teorisi-1:Mekanizma Tekniği”



Şekil 3.18: Eksantrik Kol-Kızak Mekanizması
 [11] E.Söylemez, “Makina Teorisi-1:Mekanizma Tekniği”

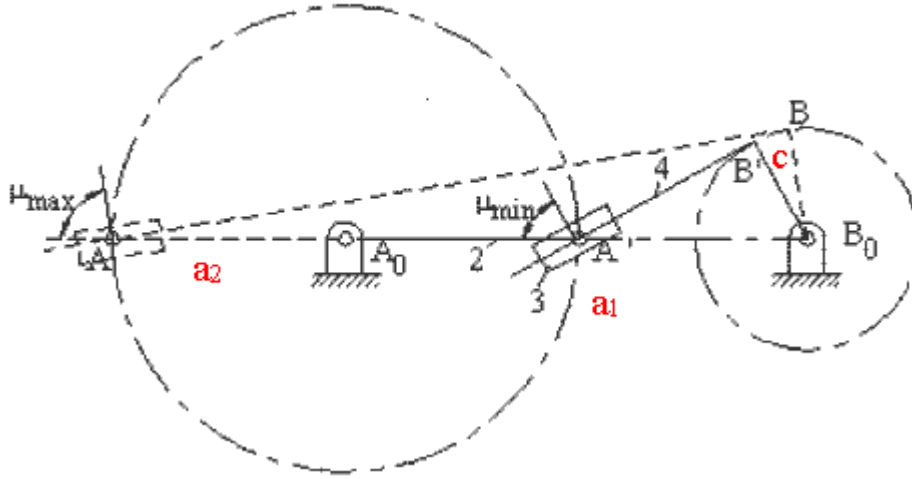
B_0 'dan yarıçapı AA_0 olan daireye teğetler çizilerek santrik tipli kol-kızak mekanizmasının son noktaları kolaylıkla tespit edilebilir. (Şekil 3.17'de $AA_0 B_0$ ve $A_0A_2B_0$ görülmektedir.) Belirlenen bu son noktalar “ $A_0A_1B_0=A_0A_2B_0 = 90^0$ ” olduğundan Ψ ve ϕ arasında (a) denklemindeki gibi bağlantı vardır:

$$\psi + \phi = 180^\circ \quad (a)$$

Eğer $a_2 < a_1$ ise link 2 tam dönüş yapabilmektedir. Bununla beraber $a_1 = a_2$ ise belirlenen mekanizma ikizkenar kol-kızak mekanizmasıdır.

Eksantrik kol-kızak mekanizmasının son noktaları A_0 merkezli AA_0 yarıçaplı daire ile B_0 merkezli BB_0 yarıçaplı dairelere içten ve dıştan teğetler çizilerek bulunmaktadır. (Şekil 3.18'de $A_0A_1B_1B_0$ ve $A_0A_2B_2B_0$ konumları gösterilmektedir. Bu mekanizma için de $\Psi + \phi = 180^0$ denklemi geçerlidir. Link 2'nin tam dönüş yapabilmesi için (b) deki eşitsizliğin doğru olması gereklidir.

$$a_2 + c < a_1 \quad (b)$$



Şekil 3.19: Mekanizma Bağlanma Açılıarı
 [11] E.Söylemez, "Makina Teorisi-1:Mekanizma Tekniği"

Şekil 3.16 gösterilen şekillerdeki durumlar santrik ve eksantrik kol kızak mekanizmasının ikisi için de geçerlidir. Kol-kızak mekanizmasının iletim açısı; krank ve sabit link aynı doğrultuda olduğu zaman maksimum ya da minimum değerini alır. Bağlama açısının maksimum ve minimum değeri (c) denklemi ile bulunabilir:

$$\cos \mu_{\min}^{\max} = \frac{c}{a_1 \pm a_2} \quad (c)$$

Santrik kol-kızak mekanizmasında bağlanma açısının optimum değeri 90^0 'dir. Bu sebeple tasarımcılar santrik tip kol-kızak mekanizmasını daha çok tercih ederler. Bununla beraber minimal mekanizma boyutu ile aynı salınım açısı ve karşı gelen kol dönme açısı istenirse, eksantrik kol-kızak mekanizmasının tercih edilebilir. Şekil 3.19'da link uzunlukları ve dönme açıları verilen sistemin birbirleri arasındaki bağlantının eşitliğine (d) denkleminde yer verilmiştir:

$$\frac{c}{a_1} = \frac{1}{\tan \frac{\mu}{2}} \sqrt{\left(\sin^2 \frac{\mu}{2} - \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^2 \right)} \quad (d)$$

Ya da:

$$\tan\left(\frac{1}{2}\Psi\right) = \frac{1}{2c} \left[\sqrt{a_1^2 - (a_2 - c)^2} - \sqrt{a_1^2 - (a_2 + c)^2} \right] \quad (e)$$

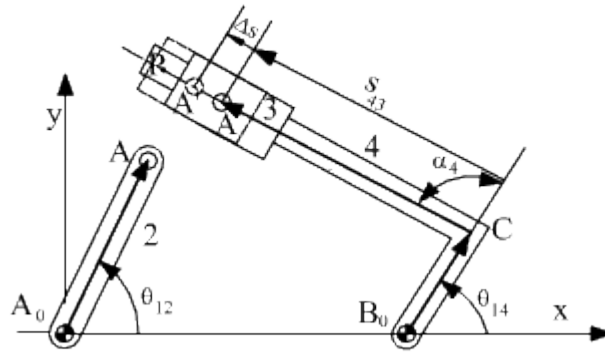
Şeklinde yer verilir. ($c=0$ olacağından, $\sin(\Psi/2) = a_2/a_1$).

3.3.4.2. Mekanizmanın matematiksel modeli

Mekanizmaların matematiksel modelini çıkartmak için fizikten de hatırlayacağımız gibi bileşke kuvvet kullanılabilir Şekil 3.20’de gösterilen mekanizmaya göre; A_0A linkinin düzlemsel uzunluğu sırayla A_0B_0 , B_0C , CA ’nın düzlemsel uzunluklarına eşittir. Burada linklerin düzlemle arasındaki açılar da göz önünde alındığında 2’deki kompleks sayıların da bulunduğu denklem ortaya çıkmaktadır. Bu denklem sayesinde bilinmeyen bir link uzunluğu ya da herhangi bir linkin düzlemle yaptığı açı rahatlıkla bulunabilmektedir.

$$\mathbf{A_0A} = \mathbf{A_0B_0} + \mathbf{B_0C} + \mathbf{CA} \quad (1)$$

$$a_2 e^{i\theta_{12}} = a_1 + a_4 e^{i\theta_{14}} + s_{43} e^{i(\theta_{14} + \alpha_4)} \quad (2)$$

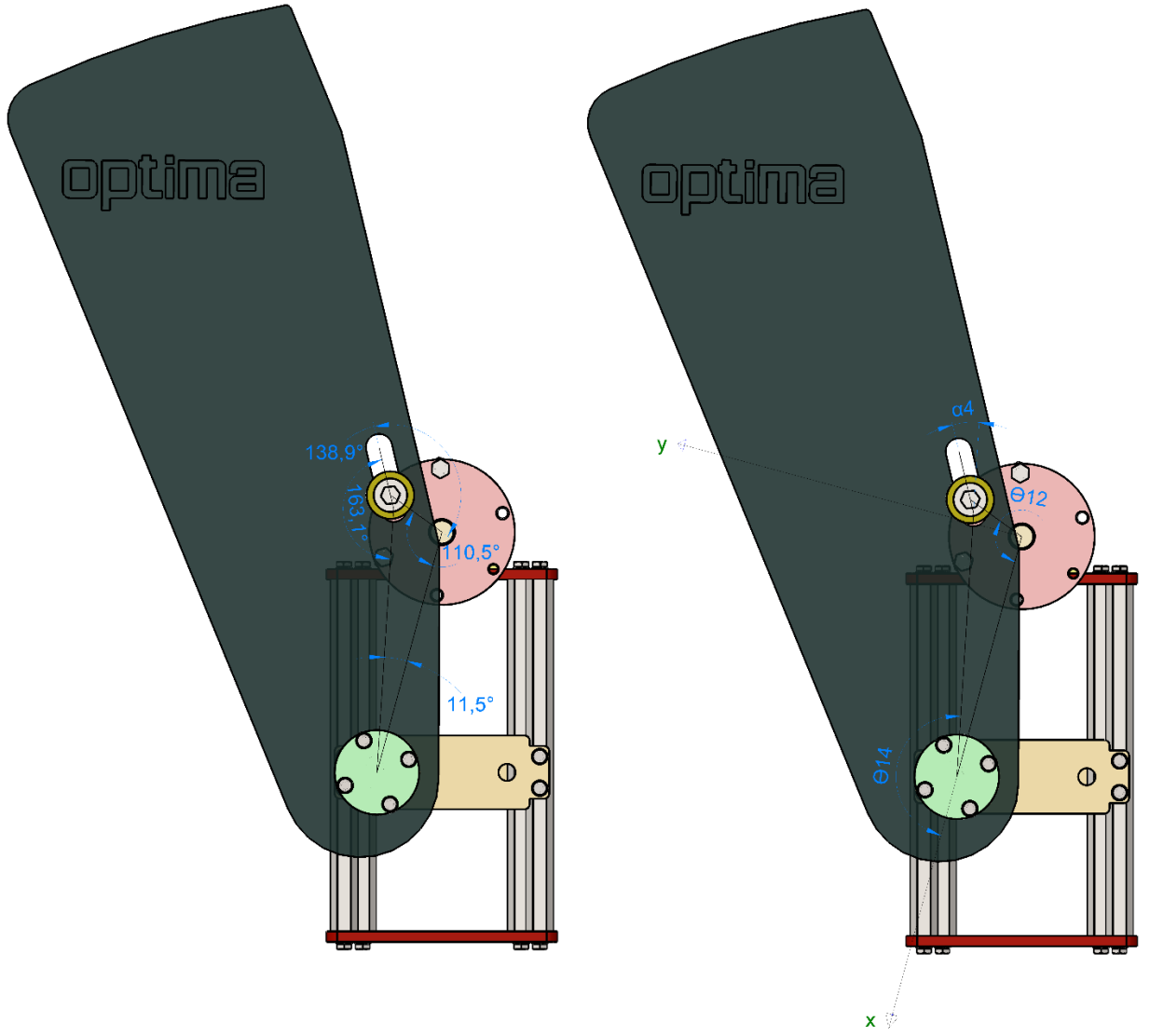


Şekil 3.20: Mekanizma Düzlem Analizi
[11] E.Söylemez, “Makina Teorisi-1:Mekanizma Tekniği”

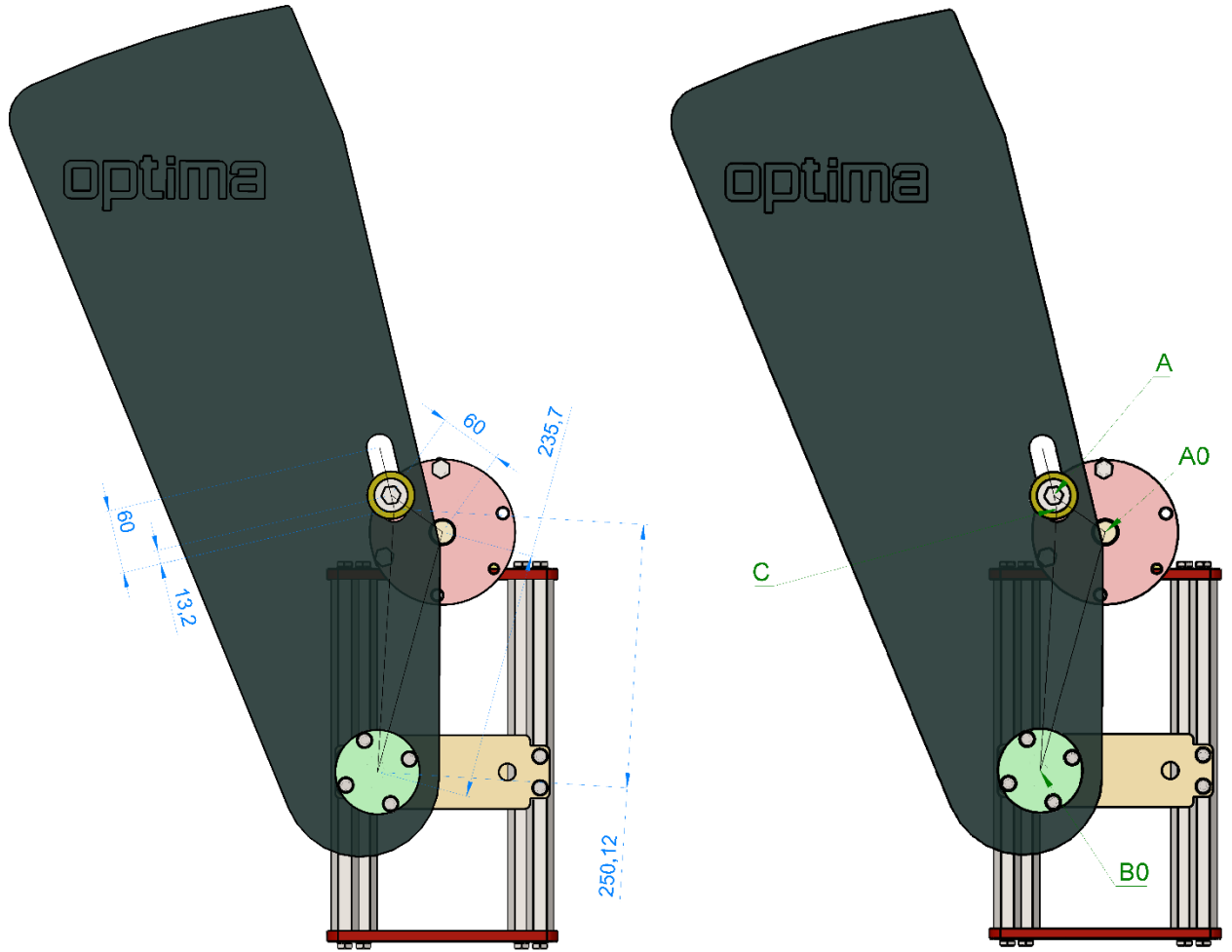
Bu bilgilere göre aşağıda denklemde bulunan uzunluklar ve açı değerleri mekanizma üzerinde gösterilmiş olup konum denkleminde de yine aşağıda yer verilmiştir.

Mekanizmanın açı değerleri;

$$\theta_{12} = 110,5^\circ \quad \theta_{14} = 168,5^\circ \quad \alpha_4 = 16,9^\circ$$



Şekil 3.21: Mekanizmanın Açıları



Şekil 3.22: Mekanizmanın Kol Uzunlukları

Uzunluk değerleri;

$$A_oA = 60 \text{ mm} \quad A_oB_o = 235,7 \text{ mm} \quad B_oC = 250,12 \text{ mm} \quad CA = 13,2 \text{ mm}$$

şeklindedir.

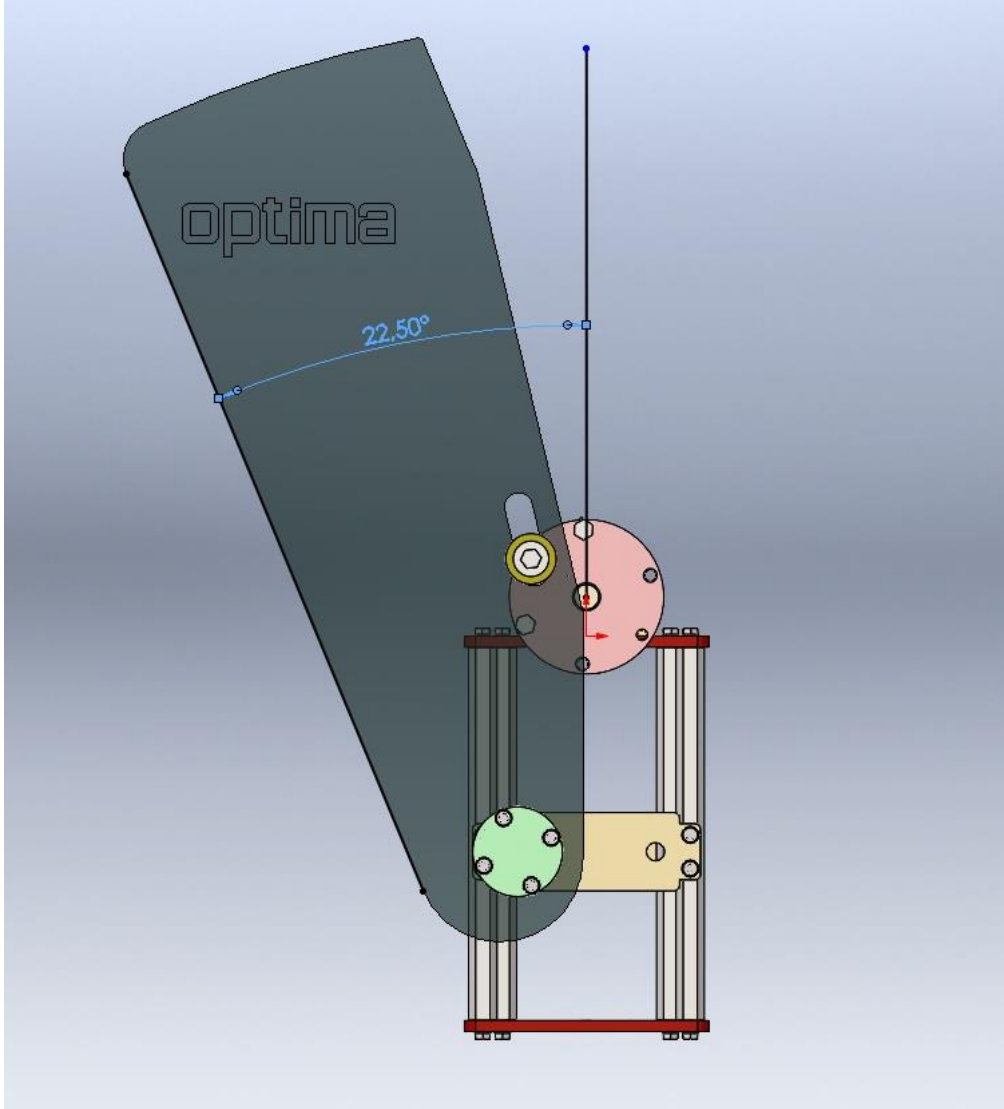
Bu bilgilere göre konum denklemi;

$$60e^{i110,5^\circ} = 235,7 + 250,12 e^{i168,5^\circ} + 13,2 e^{i185,4^\circ} \text{ 'dir.}$$

Bu denklemin zamana göre birinci türevi hız; ikinci türevi ise ivme denklemlerini vermektedir.

3.3.4.3. Mekanizmanın açılıp-kapanma süre hesabı

Bu bölümde turnike kanatlarının açılıp-kapanma süresinin hesaplanması gösterilmiştir. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi turnike kanatlarının tam olarak açılması için 22,5°'lik bir açı yapması gerekmektedir. Bu açının tespitinde karşılıklı iki kanatın birbirine olan mesafesi önemlidir. EK' de ölçüleri görülen turnikenin iki kanat arası mesafesi 55 cm'dir. Bu değer üretimi yapılan turnikenin kullanım standardıdır.



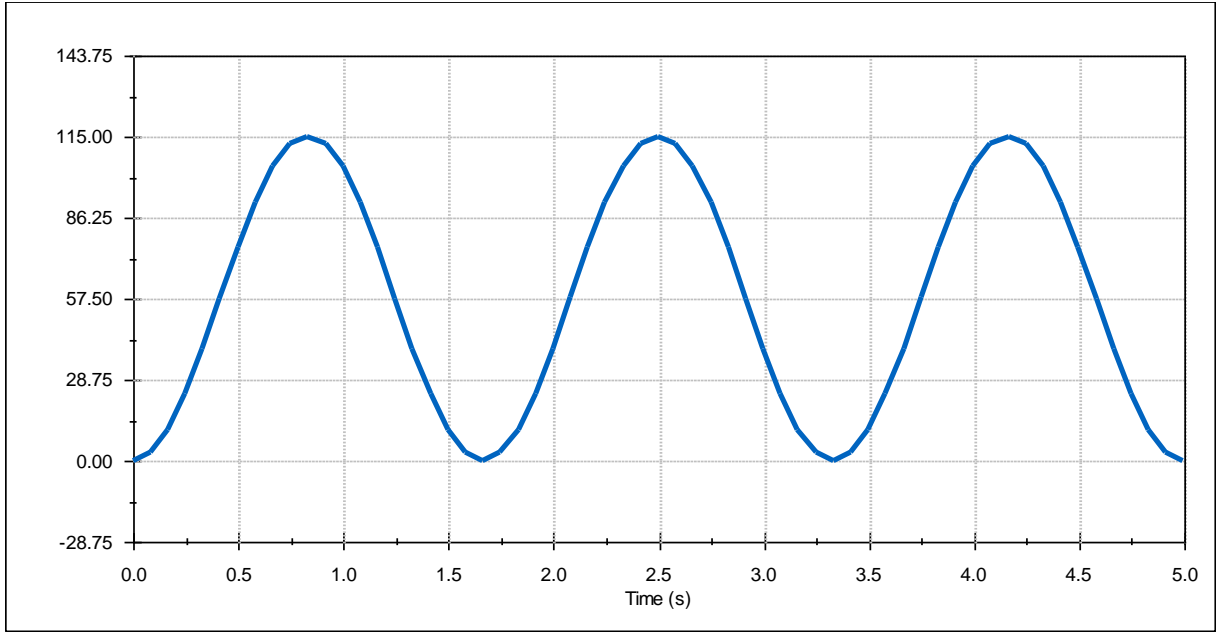
Şekil 3.23: Mekanizmanın Açılıp-Kapanma Açısı

Önceki bölümlerde mekanizmayı tahrik eden komponentin servo motor olduğu bilgisi verilmiştir. Mekanizmanın açılıp-kapanma süresinin tespitinde servo motor ve redüktörünün parametreleri oldukça önemlidir. Sistemde 1200 rpm dönüş hızına sahip 1:50 redüksiyon

oranına sahip servo motor-redüktör çifti kullanılmıştır. Bu parametrelerle beraber hesaplama aşağıda gösterilmiştir.

- $1200 \text{ rpm (dönüş hızı)} / 50 \text{ (redüksiyon oranı)} = 24 \text{ rpm (redüktörün çıkış hızı- dakikada 24 tur)}$
- Sistem 24 turu 60 saniyede alıyorsa 1 turu 2,5 saniyede alır.
- 360° 'yi 2,5 saniyede alan bir sistem 115° 'yi **0,8 saniyede** alır.

Yukarıda belirtilen 0,8 saniye mekanizmanın açılıp kapanma süresini ifade etmektedir. Bunun yanında redüktörün açı-zaman grafiği aşağıda gösterilmiştir:



Grafik 3.1: Redüktör Çıkış Hareket Grafiği

Grafiğe göre redüktör 115° iken kanatlar açık pozisyonda bulunmaktadır. Kanatların açılıp-kapanması 0,8 saniye içinde olmaktadır.

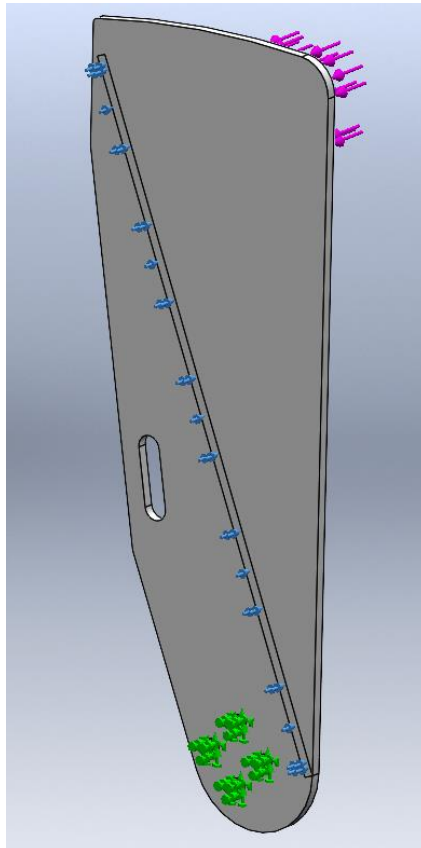
3.3.4.4. Mekanizmanın yanal kuvvet analizi

Turnikeler sahaya kurulduktan sonra kullanıcı bazı kimi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri de turnikenin kanatlarına elle müdahaledir. Kullanıcı turnikenin kanatlarını elle zorlayarak açmakta bu da mekanizmaya zarar vermektedir. Bu sorunu çözmek için yapılan araştırmalarda servo motor sürücülerinin yüksek tork tespit özelliklerinin var olduğu

bulunmuştur. Böylece turnikenin kanatlarına elle, yüksek kuvvetle, müdahale eden kullanıcı servo motor sürücü tarafından tespit edilmekte ve turnikenin mekanizması boşa çıkmaktadır. Bu özelliğin sisteme eklenmesi ile beraber elle müdahale sorunsalı çözülmüştür.

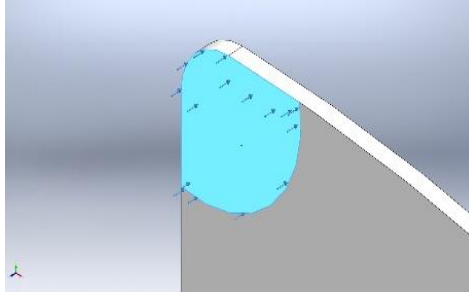
Bu başlıkta kullanıcının yanal olarak turnikenin kanatlarına müdahalesinde kanatların ne kadarlık bir kuvvete dayandığı çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışma aşağıda maddeler halinde anlatılmış, analiz raporuna ise ekte yer verilmiştir.

- Turnikenin kanadı aşağıdaki şekildedir. Pembe olan oklar uygulanacak kuvveti, yeşil olan oklar turnikenin mekanizmaya sabitlendiği yeri ve mavi kısım ise kanatların turnikenin kasasına dayandığı yeri belirtmektedir. Bir kanatın ağırlığı 2.19 kg ve hacmi 0,0018 m³'dür.



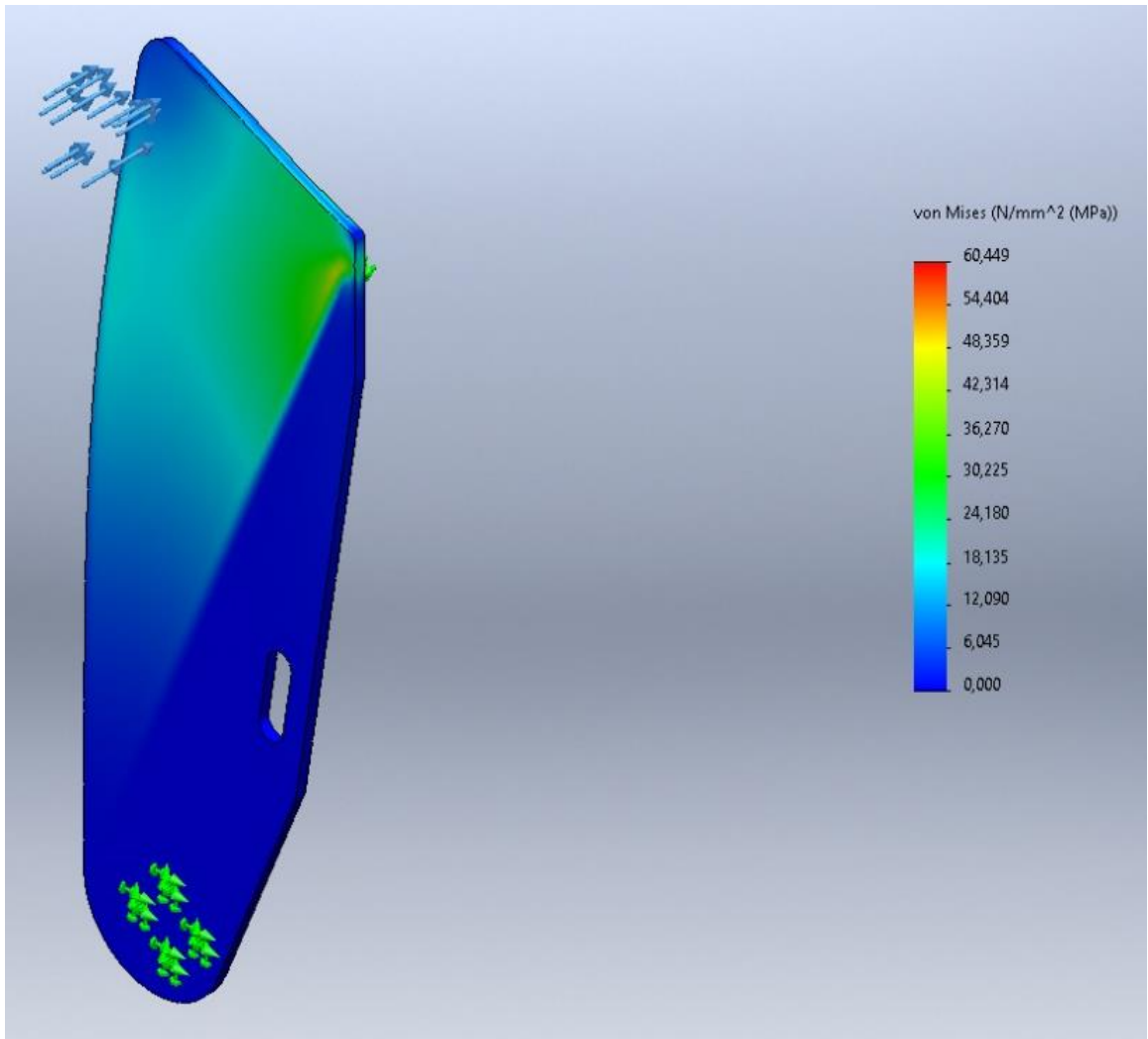
Şekil 3.24: Yanal Kuvvet Analizi

- Solidwork adlı programla yapılan bu analizde kanata 825 N' luk kuvvet uygulanmıştır.



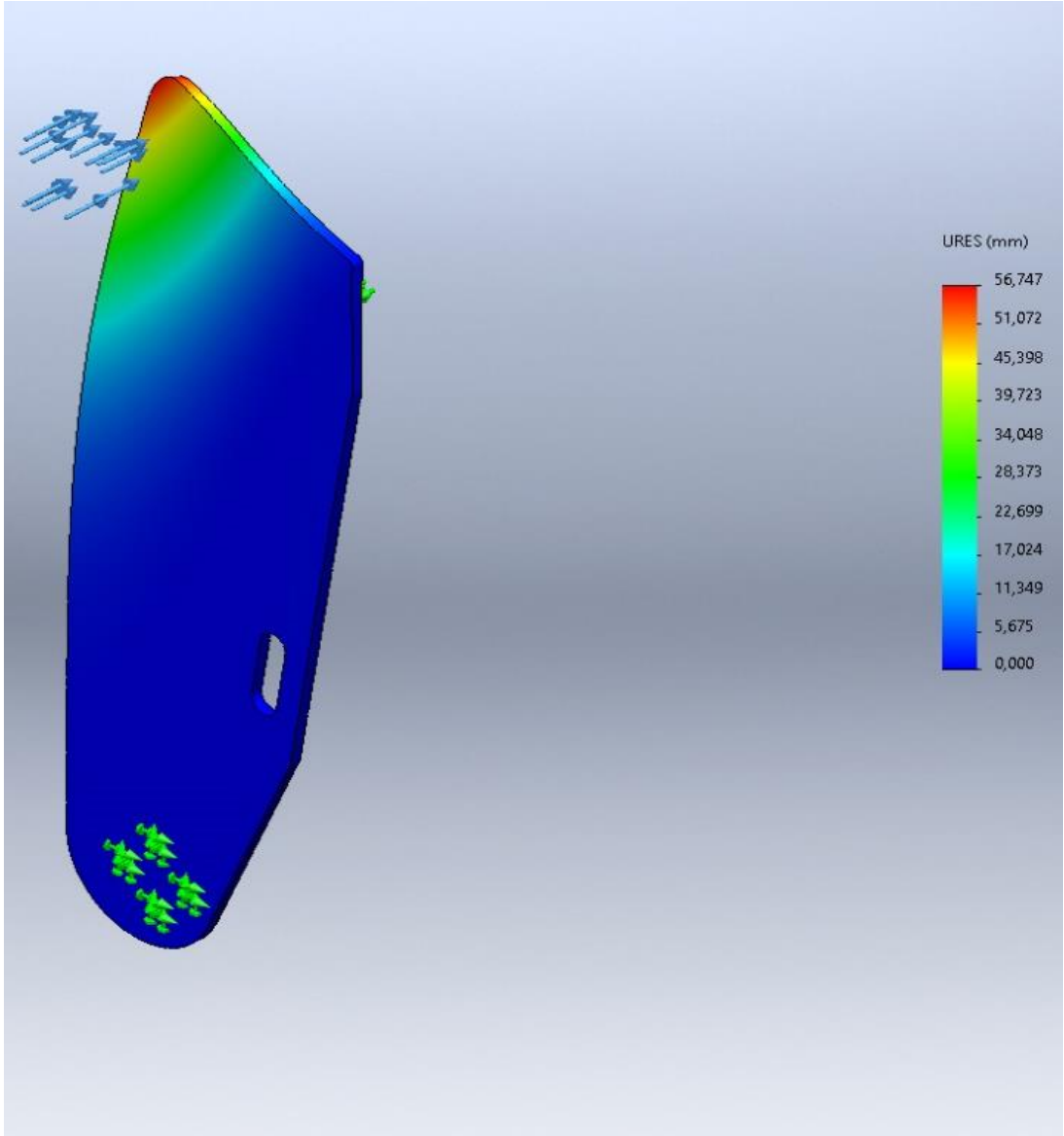
Şekil 3.25: Kanata Uygulanan Kuvvet

- Uygulanan bu 825 N' luk kuvvetle beraber sistem 60.5 MPa Stress eşiğine dayanmaktadır. Stress grafiği aşağıda verilmiştir:



Grafik 3.2: Mekanizmanın Stress Grafiği

- 825 N' luk kuvvetle 60.5 MPa stress değerine ulaşan kanat; 56,747 mm esnemiştir. Kuvvetin uygulandığı kısım en fazla esneme miktarına ulaşmıştır. Esneme analizi işe aşağıda gösterilmiştir.



Grafik 3.3: Mekanizmanın Esneme Grafiği

4. İKİ AKILLI RÖLENİN SERİ HABERLEŞTİRİLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde seri haberleşme protokolleri hakkında bilgi verilecek ve iki Optima Kontrol Kartı seri haberleştirilerek turnike kontrolünün nasıl yapıldığı hakkında bilgi verilecektir.

Senkron Haberleşme

Bu haberleşme tipinde gönderilen-alınan dataların birbirleriyle senkron çalışması gerekmektedir. Haberleşen iki cihaz aynı zaman aralığında çalışmaktadır. Veri iletiminde başlama ve bitirme bitlerine ihtiyaç duyulmaz.

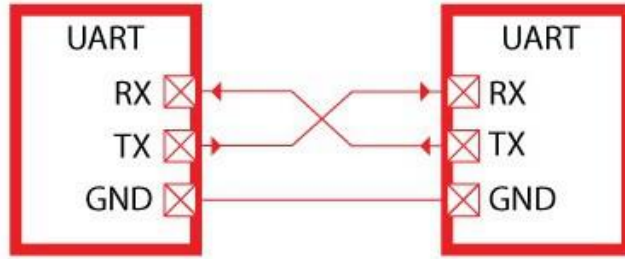
Asenkron Haberleşme

Asenkron Haberleşme tipinde, Senkron haberleşmedeki gibi bir saat sinyaline gerek yoktur. Gönderilip alınan data herhangi bir zaman aralığında aktarılabilir. Senkron Haberleşmeye göre dezavantajı veri haberleşme hızının daha düşük olmasıdır. İletilen ve alınan her bir byte “sıfır” biti ile başlayıp “bir” biti ile bitirilir.

4.1. UART Protokolü

Açılımı “Universal Asynchronous Receiver Transmitter (Evrensel Asenkron Alıcı Verici)” olan UART, mikroişlemcilerin birbirleriyle veya diğer kontrolcü birimlerle kurdukları seri haberleşme protokolüdür. UART haberleşme protokolü asenkron haberleşme modunda çalıştığı için herhangi bir saat (clock) sinyal gerekliliği bulunmamaktadır. Bunun yanında USART’ın açılımı ise “Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (Evrensel Senkron Asekron Alıcı Verici)” şeklindedir ve hem asenkron hem de senkron haberleşme modunda çalışabilmektedir. USART haberleşmenin UART’a göre avantajı daha detaylı bir protokole sahip olmasıdır. İki tipin de haberleşme filozofileri benzer olsa da USART, asenkron ile beraber senkron olarak da çalışabilmektedir. Son dönemlerde çıkan yeni nesil mikrokontrolcülerin teknik özelliklerine dikkat edildiğinde haberleşme protokolü kısmında USART öne çıkmaktadır. Bunun sebebi ise USART’ın UART’ı kapsayacak teknik

özelliklere sahip olmasıdır. USART haberleşme birimi 5 ila 9 bit arasında veri taşıma kapasitesine sahip olsada genelde 8 ve 9 bitlik veri taşımada yoğunlukla kullanılmaktadır.

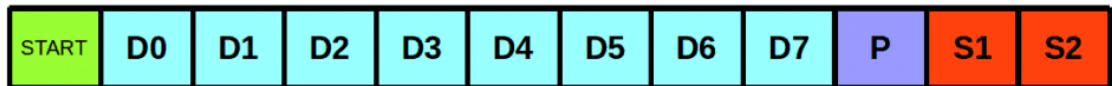


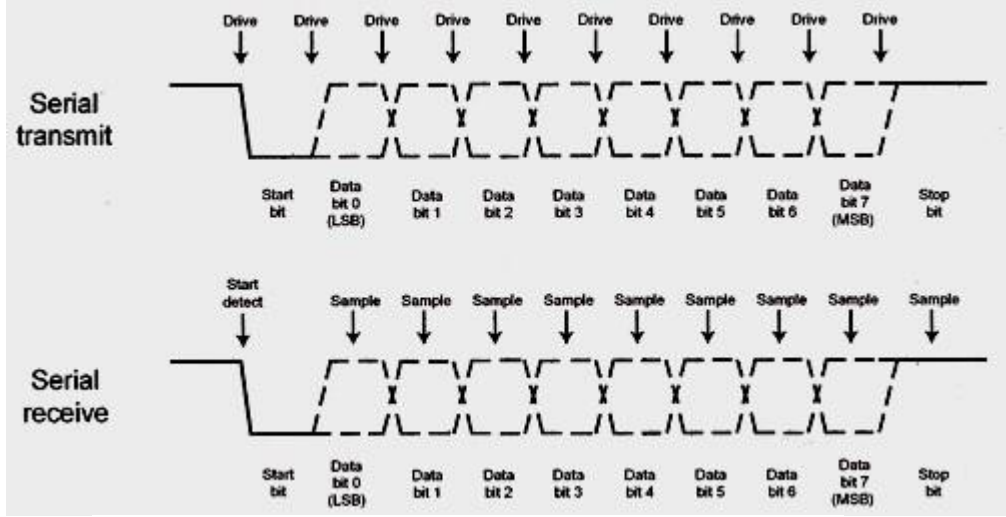
Şekil 4.1: UART Bağlantı Detayı

UART-USART Haberleşmesi

İki mikroişlemci birimin UART ile haberleşmesi istenirse öncelikle veri taşıma hızı (baund-rate) ayarlamalarının doğru yapılması gerekmektedir. Veri taşıma hızı, alınan ya da gönderilen verinin bir saniyedeki taşıyabileceği byte sayısı olarak tanımlanabilir. Baund-rate' e örnek verilmek gerekirse; veri taşıma hızı 9600 olan bir haberleşmede bir saniyede 9600 adet byte taşınabilmektedir. Veri taşıma hızı çok çeşitli aralıklarla kullanıldığı gibi genelde 4800, 9600, 57600, 115200 ve 921600 olarak kullanılmaktadır. Fakat 921600 baund-rate i genelde çok hızlı işlemlere ihtiyaç duyulan haberleşme projelerinde tercih edilmektedir. Tablo 4.2'de data iletimi detayları gösterilmiştir. Buna göre haberleşme; başlama biti olan start biti ile başlayıp, parity biti ile devam ederek stop biti ile de sonlanmaktadır. Parity biti ve veri uzunluğu opsiyonel olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Tablo 4.1: UART Veri İletim Tablosu

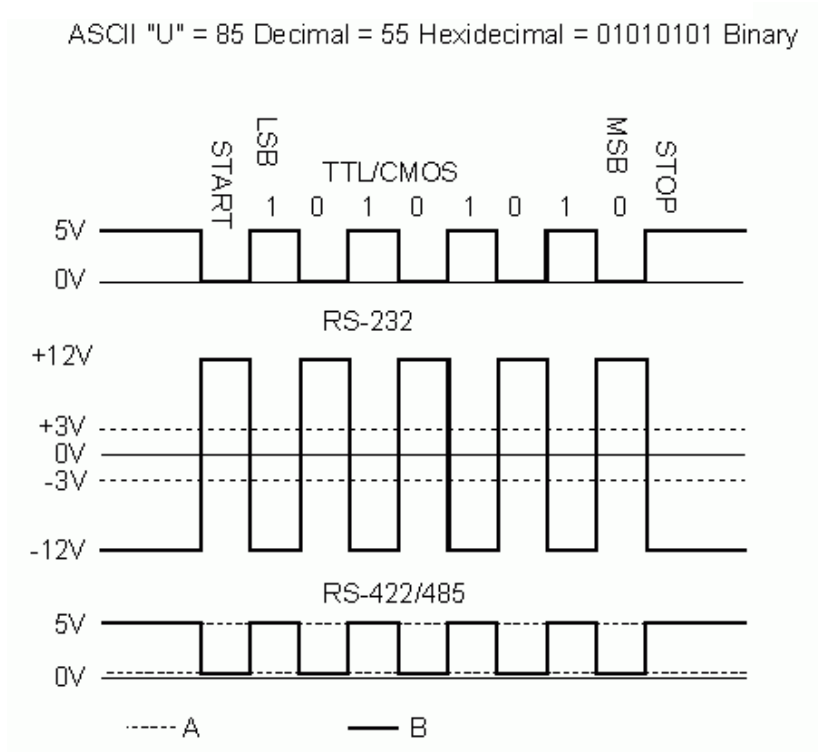




Grafik 4.1: UART Data Grafiği

Bir önceki başlıkta haberleşme başlarken veri taşıma hızının ayarlanması gerektiği aktarılmıştı. Belirtilen ayarlama yapılırken iki birimin baud-rate lerinin aynı olmasına azami önem gösterilmesi gerekmektedir. Farklı veri taşıma hızlarında; dataların iletilmesi esnasında hatalar oluşmakta, bu da haberleşmenin sağlıklı çalışmamasına neden olmaktadır. Haberleşme protokolü yine de ~%1-3 şeklindeki hataları tolere edebilme yetkinliğine sahiptir.

Tablo 4.2: RS-232/ RS-485



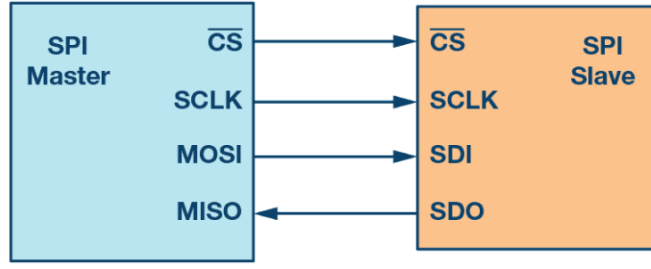
Grafik 4.1’de de görüldüğü üzere; haberleşme, verici bölgesinde start bitiyle beraber birden (HIGH,Logic 1) sıfıra (LOW,Logic 0) çıkarak başlar. Başlangıç bitiyle başlayan seri iletişim daha sonra göndermek istenilen verilerin start bitinin arkasına eklenmesiyle beraber devam eder. Haberleşme de opsiyonel olarak kullanılan parity biti varsa; bu da gönderilmek istenen verilerin arkasına eklenerek bir sonraki adıma geçilmiş olunur. Son olarak stop bitiyle beraber bir byte ın gönderilmesi, systemin sıfırdan (LOW,Logic 0) bire (HIGH,Logic 1) çekilmesiyle beraber tamamlanmış olunur. (Son bit bir ise, HIGH’dan HIGH’a geçiş devam eder.) Verici bölgesi için anlatılan bu kısım alıcı bölgesinde de aynı şekilde paralel şekilde devam eder ve alıcı bölgesinde alınan datalar Data Register bölümüne yazılır.

UART ve USART haberleşmesi yapılabilmesi için mikroişlemcinin bu protokoller için ayrılan bölümlerine gerekli bağlantıların yapılması gerekmektedir. Genelde bu bağlantılar yapılırken USB-TTL (RS-232 portu olmayan bilgisayarlarda kullanılır) dönüştürücü ya da RS-232 modülleri kullanılmaktadır. Şekil 4.1’de de gösterildiği üzere alıcının RX pini vericinin TX pinine, alıcının TX pini vericinin RX pinine bağlanması gerekmektedir. Bu bağlantılarla beraber GND (Ground) pinlerinin birbirlerine linklenmesi zorunludur, aksi halde iletişim söz konusu olamaz.

4.2. SPI Protokolü

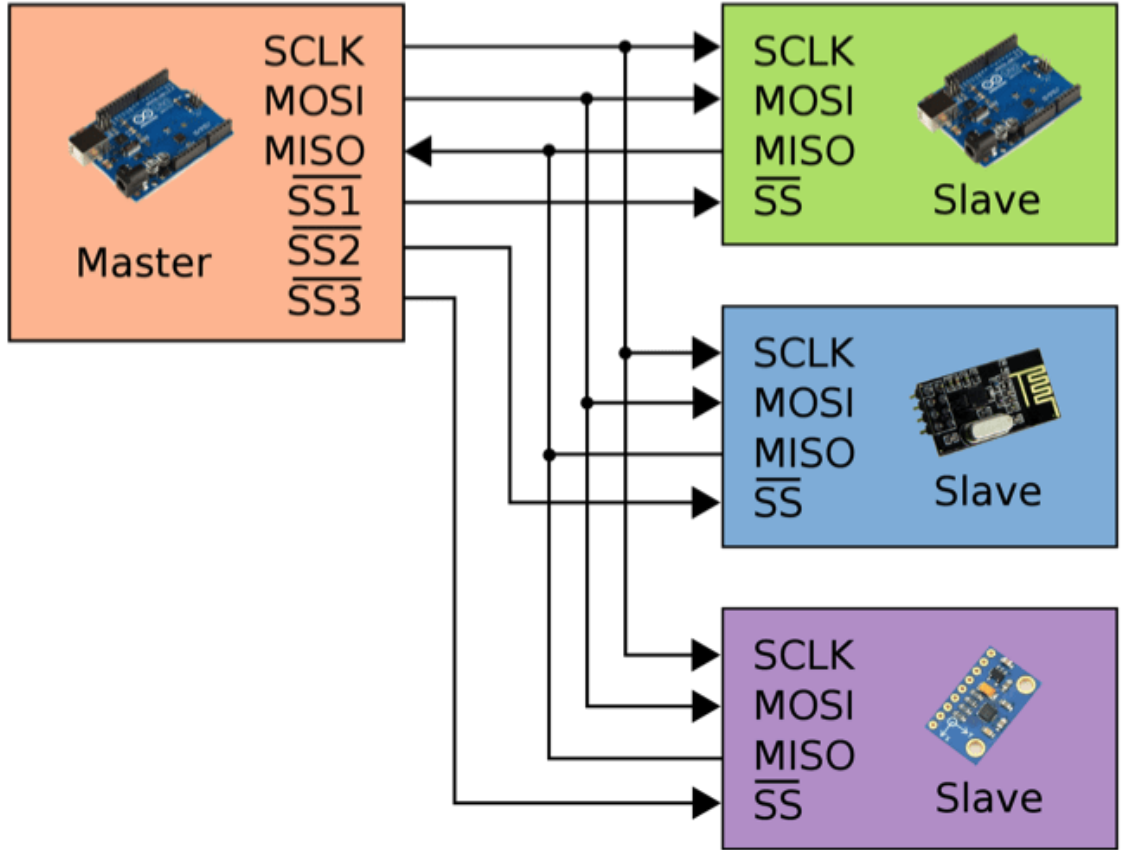
Anlamı Serial Peripheral Interface olan SPI, Full-Dublex prensibiyle çalışmaktadır. Full-Dublex; veriyi eş zamanlı olarak alıp-gönderme anlamına gelmektedir. SPI protololündeki haberleşme master-slave prenbinine göre çalışmaktadır. Master birim iletişim kurmak istediği slave cihazı kendi seçip o birim ile iletişim kurar. Belirtilen seçim SPI cihazdaki “Slave Select (SS)” pini ile yapılmakta ve bu pin kullanıcı tarafından seçilebilmektedir.

- Serial Clock: SCLK (Master’ dan Slave Yönüne). Kare dalga oluşturularak haberleşen SCLK, senkron mantığında çalışmaktadır. Senkron haberleşmede olduğu için saat sinyaline ihtiyaç duymakta ve bu sinyal master birim tarafından sağlanmaktadır.



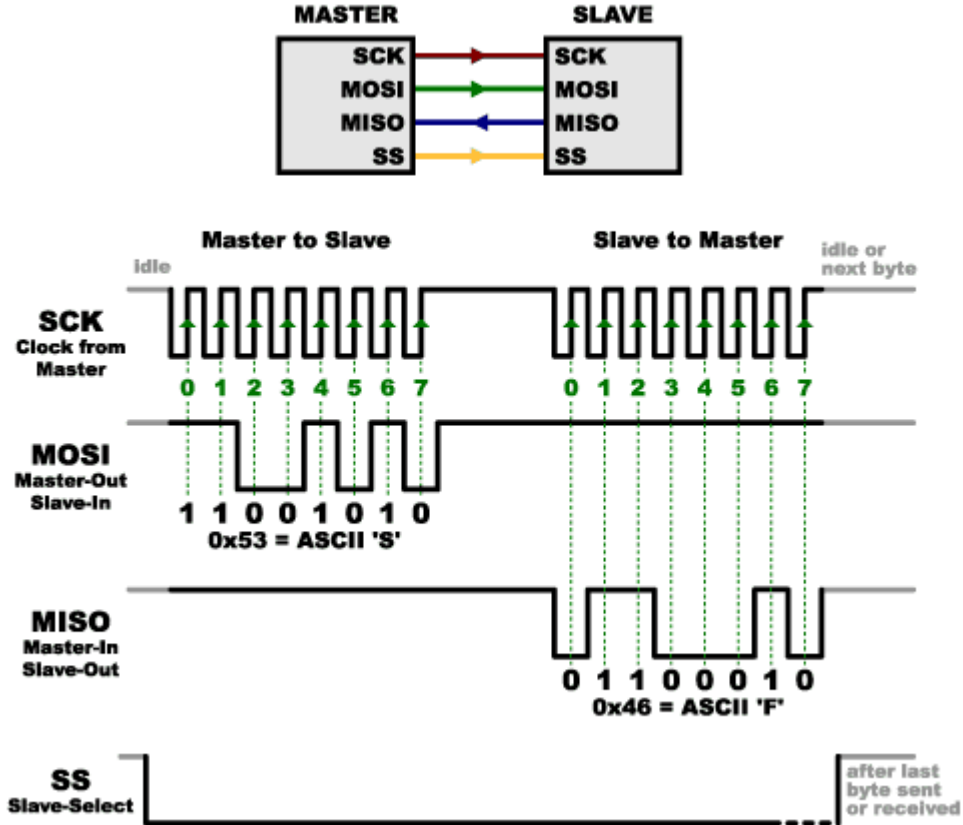
Şekil 4.2: SPI Protokolü

- Master Output, Slave Input : MOSI (Master' dan Slave Yönüne). Master birimin çıkış Slave birimin ise giriş olduğu haberleşme yolunu oluşturur.
- Master Input, Slave Output: MISO (Slave' den Master Yönüne). Master birimin giriş Slave birimin ise çıkış olduğu haberleşme yolunu oluşturur.
- Slave Select: SS (Master' dan Seçilir). Master birimin Slave birimi seçmesini sağlar. SS kullanıcı tarafından seçilir. Şekil 4.3' de Master' ın Slave' leri SS pini üzerinden seçtiği gösterilmiştir.



Şekil 4.3: SPI Master-Slave Yapısı

SPI protokolünde data iletimi 8 bit olarak çalışmaktadır. Master cihaz, Slave Select pini ile Slave cihazı seçtikten sonra veri iletimi başlar. Haberleşme MOSI üzerinden HIGH (Lojik 1) ve LOW (Lojik 0) olarak yapılır ve bu esnada SCK birimi her bit için HIGH (1) ve LOW(0) şeklinde değişmektedir. Şekil 4.4’de belirtilen haberleşme, detaylı şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.4: SPI ASCII Yapısı

Haberleşme SPI kanalı üzerinden yapılmak isteniyorsa “Serial Peripheral Interface” kütüphanesinin mikrodenetleyiciye tanıtılması gerekmektedir. Yazılım faaliyetleri icra edilirken; master-slave ikilisine de belirtilen kütüphaneler tanıtılmalı ve gerekli kodlar mikroişlemciye gömülmelidir. Arduino olarak tanımlanan ve piyasada çok tutulan kontrol biriminde de SPI için hazır kütüphanelere bulunmaktadır. Belirtilen bu kütüphane cihazın yalnızca master konumunda olduğu durumlar için ayarlanmıştır.

Slave birime kod yazılırken “Serial Peripheral Interface” kütüphanesinin data iletimi için kullanılan aşağıdaki bölümlerinde gerekli değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Değişiklik yapılacak bu bölümler aşağıda gösterilmiştir:

- SPI Data Register (SPDR): SPDR, SPI’ daki iletilecek datayı bünyesinde tutar.
- SPI Status Register (SPSR): SPI Status Register, SPI’nin durumunu gösterir. Bit kaydırmada iletilecek datanın varlık durumunu tespit eder.
- SPI Control Register (SPCR): SPI Control Register, SPI’nin gerekli başlama ayarlarının yapıldığı birimdir. Master-Slave ile ilgili tüm ayarlar bu register da yapılmaktadır.

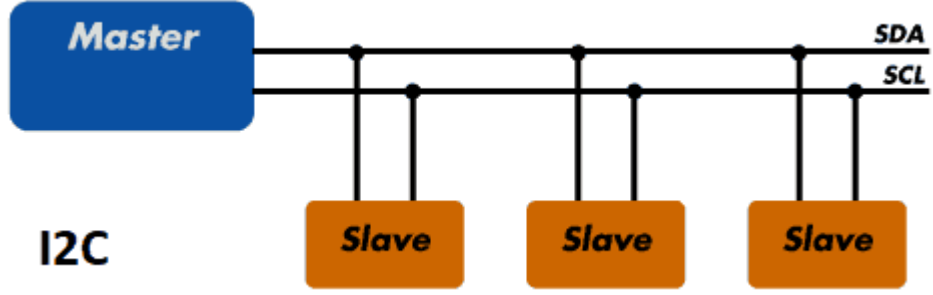
4.3. I2C Protokolü

I2C protokolü iki adet data pini üzerinden haberleşme kurmayı sağlayan bir protokolüdür. Philips (NXP) firması tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bir birimin içerisinde I2C yapısı varsa; bu birim I2C protokolü ile kullanılabilir, aksi halde bir RAM içerisinde bu yapı yok ise I2C protokolü ile haberleşme yapılamaz. I2C protokolüne göre yönetici birimlere “Master”, yönetilen birimlere ise “Slave” adı verilmektedir.

Tablo 4.3: I2C Protokolü Pozitif-Negatif Yönleri

Pozitif Yönleri	Negatif Yönleri
Yapıda istenildiği kadar slave veya master-slave ikilisi ilişkilendirilebilir, esnek bir yapıya sahiptir.	Parça adresleri üretilirken tanımlandıklarından, adres çakışması ile karşı karşıya kalılabilmektedir.
Birden fazla Chip Select (CS) pinine gerek yoktur, adrese dayalı tercih yapabilmektedir.	Haberleşme hızı diğer protokollere göre sınırlı bir yapıya sahiptir.
İki pin üzerinde bağlantı yapıldığı için sadece ve kolay bağlantı yapısına sahiptir.	Kimi durumlarda gereğinden fazla pull-up direnci sisteme ilave edilebilmektedir. Buda PCB alanında gereksiz yer işgal edilmesine neden olmaktadır.
ACK ve NACK adında iki sistem bulunmaktadır. Bu sistemler hata tespiti yapmakta, işlemin doğruluğu irdelenmektedir.	
Haberleşme hızı ayırt etmeksizin I2C protokolüne sahip tüm cihazlarla çalışabilmektedir.	

I2C haberleşme protokolü normalde fazla pin ayrılması gereken parçaların sadece 2 pin kullanılarak çalışmasını sağlamaktadır. I2C protokolünde yalnızca 2 pin ile aynı hat üzerindeki birçok RAM, EEPROM, RTC vb. gibi birimler çalışabilmekte ve fazladan pin ihtiyacı ortadan kaldırılmaktadır. I2C protokolünde iletişim hattı üzerine birden başka MCU bağlanabilmekte ve MCU'lar istenilen zamanlarda master-slave olarak kullanılabilirler.



Şekil 4.5: I2C Yapısı

I2C Protokolünün Yapısı

Temelde fazladan bir devreye gerek olmamakla beraber SDA ve SCL uçları dirençler ile pull-up yapılabilirler.

I2C protokolü 4 adet hız aralığına sahiptir:

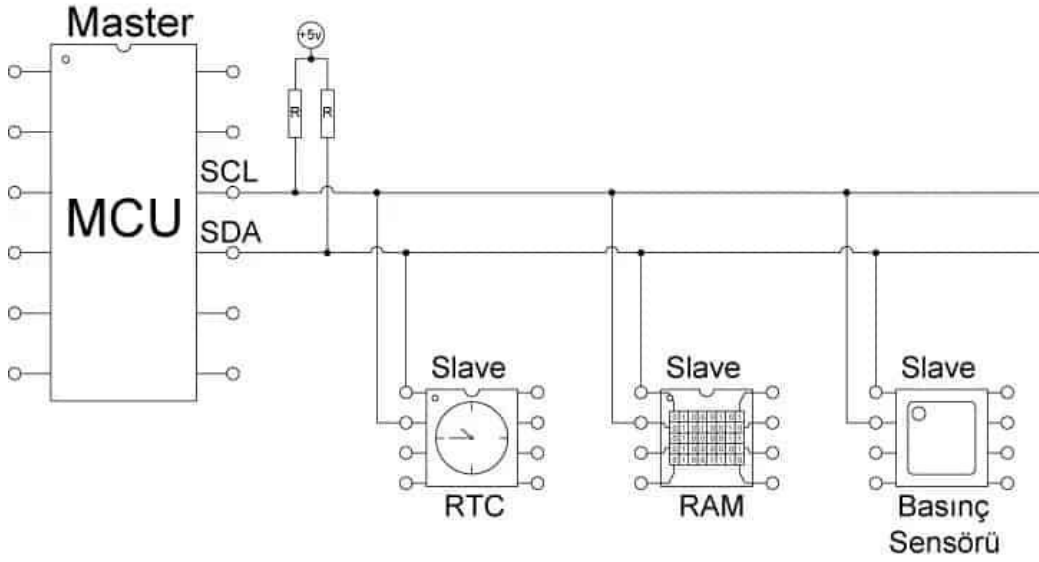
Tablo 4.4: I2C Protokolü Hız Aralıkları

100 kilobit/second	400 kilobit/second	1 megabit/second	3.2 megabit/second
--------------------	--------------------	------------------	--------------------

I2C haberleşme protokolü yalnızca kısa mesafelerde kullanılmaktadır. Uzun mesafelerde tercih edilmemesi gerekmektedir. Tablo 4.5'de kullanılacak moda göre seçilmesi gereken Pull-Up dirençleri verilmiştir:

Tablo 4.5: I2C Protokol Modları

Mod	Hız	Direnç Aralığı
Standart Mod	100 KHz	5k Ω – 10k Ω
Hızlı Mod	400 KHz	2k Ω – 5k Ω
Yüksek Hızlı Mod	3,4 Mhz	1k Ω



Şekil 4.6: RTC-RAM-Basınç Sensörü

Yapılan araştırmalar sonucunda iki Optima Kontrol Kartı'nı UART ile seri şekilde haberleştirilmiştir. İki kontrol kartından ilki “birincil” diğeri ise “ikincil” kontrol kartı olarak adlandırılmıştır. Birincil kontrol kartında ana turnike yazılımı dönmekte; ayrıca ikinci kontrol kartının girişlerini okuyup, çıkışlarını da kontrol etmektedir. Durum böyle olduğu için haberleşme iki yönlü olmaktadır. Birincil ve ikincil kartlar birbirleriyle sürekli haberleşmektedir. Aşağıda kontrol kartları için yapılan gerekli ayarlama detaylarına değinilmektedir.

- “ReceiveBuffer” işlemciye her bir bit ulaştığında işlemciyi uyan bir komuttur.

```
ISR(USART_RXC_vect) //Receive Complete Interrupt rutini
```

```
{
```

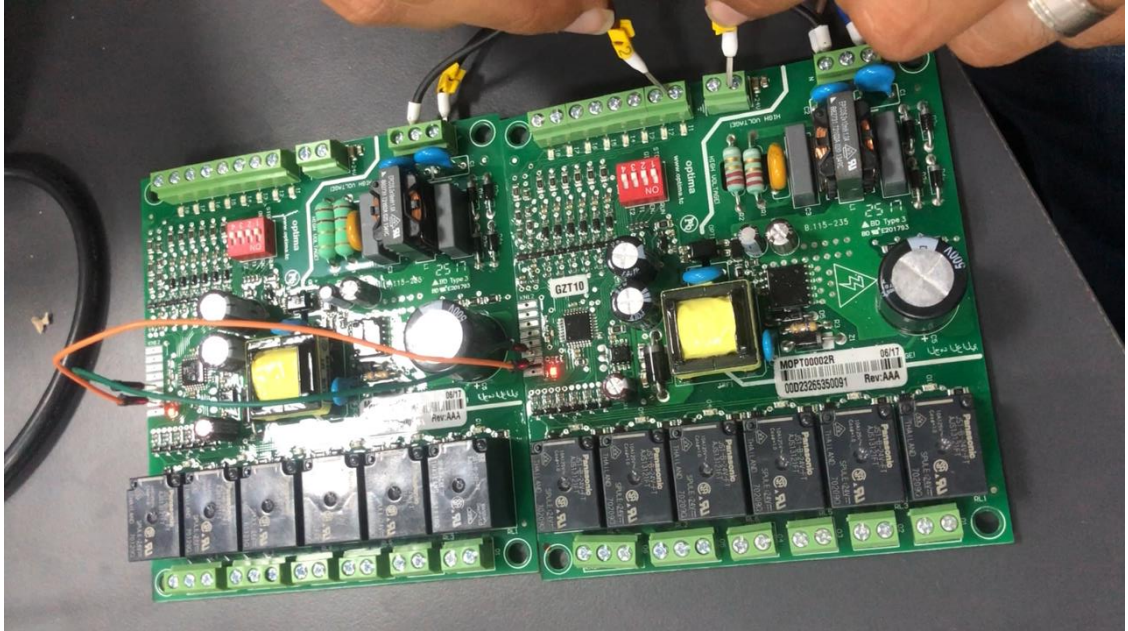
```
ReceiveBuffer = UDR;  
}
```

- Mikroişlemcinin dokümanlarından alınan bu bilgilere göre 9600 hızı kullanılmış, 8 bitlik veri bir başlangıç ve bir bitiş bitiyle veri iletimini gerçekleştirmektedir.

```
//UART ayarları:  
UCSRA = 0x02; //Double speed.  
UCSRB = 0x98; //RX TX Interrupts enable, Receiver enable.  
UCSRC = 0x06; //0000 0110 Async, no par, 1 stop, 8 bit.  
UBRRH = 0;  
UBRRL = 103; //9600 BAUD
```

Yapılan haberleşme ayarlarından sonra kartların RX-TX ve GND bağlantıları aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi yapılmış, daha sonra testlere başlanmıştır. Aşağıdaki kodlar kullanılarak şekildeki sağ tarafta bulunan karta verilen input sinyaliyle sol taraftaki kartın röleleri enerjilendirilmiştir. Bu çalışmayla beraber iki kart arasındaki haberleşme testi tamamlanmıştır.

```
if (Inputs2.In1) SETBIT(PORTD,5); else CLEARBIT(PORTD,5);  
if (Inputs2.In2) SETBIT(PORTB,7); else CLEARBIT(PORTB,7);  
if (Inputs2.In3) SETBIT(PORTB,6); else CLEARBIT(PORTB,6);  
if (Inputs2.In4) SETBIT(PORTD,4); else CLEARBIT(PORTD,4);  
if (Inputs2.In5) SETBIT(PORTD,3); else CLEARBIT(PORTD,3);  
if (Inputs2.In6) SETBIT(PORTD,2); else CLEARBIT(PORTD,2);
```



Şekil 4.7: İki Optima Kartın Seri Haberleştirilmesi

- Yapılan haberleşme testlerinin başarılı geçmesinin ardından turnikenin yazılım çalışmalarına başlanmıştır. Öncelikle birincil ve ikincil kartların giriş-çıkış isimleri belirlenmiş; daha sonra da bu çıkışlar karşılıklı olarak test edilmiştir. Aşağıdaki kodlarla beraber ikincil kartta bulunan sekiz adet giriş “SendBuffer” komutuyla beraber birincil karta gönderilmiştir:

```
if (Inputs.In1) SETBIT(SendBuffer,7); else CLEARBIT(SendBuffer,7);  
if (Inputs.In2) SETBIT(SendBuffer,6); else CLEARBIT(SendBuffer,6);  
if (Inputs.In3) SETBIT(SendBuffer,5); else CLEARBIT(SendBuffer,5);  
if (Inputs.In4) SETBIT(SendBuffer,4); else CLEARBIT(SendBuffer,4);  
if (Inputs.In5) SETBIT(SendBuffer,3); else CLEARBIT(SendBuffer,3);  
if (Inputs.In6) SETBIT(SendBuffer,2); else CLEARBIT(SendBuffer,2);  
if (Inputs.In7) SETBIT(SendBuffer,1); else CLEARBIT(SendBuffer,1);  
if (Inputs.In8) SETBIT(SendBuffer,0); else CLEARBIT(SendBuffer,0);
```

- Birincil karta gelen sinyaller ise “ReceiveBuffer” komutuyla sisteme dahil olmakta ve beşlik arraylar ile beraber işlemciyi tetiklemektedir.

```
if(TESTBIT(ReceiveBuffer,0))  
{  
    Insync[0]++;
```

```
if(Insync[0] == 5)
{
SETBIT(PORTD,5);
}
}
```

- Sistemin giriş ve çıkışları aşağıda detaylı şekilde gösterilmiştir.

Birincil Kart

Girişler:

IN1: 1.Sensör

IN2: 2.Sensör

IN3: 3.Sensör

IN4: 4.Sensör

IN5: 5.Sensör

IN6: 6.Sensör

IN7: 7.Sensör

IN8: Boş

Çıkışlar:

Q1:1. Motor Aç

Q2:1. Motor Kapat

Q3: 2.Motor Aç

Q4: 2.Motor Kapat

Q5: A Matrix

Q6: B Matrix

İkincil Kart

Girişler:

IN1: A Yönü Aç

IN2: B Yönü Aç

IN3: 1.Motor Açık Sensör

IN4: 1.Motor Kapalı Sensör

IN5: 2.Motor Açık Sensör

IN6: 2.Motor Kapalı Sensör

IN7: Mutlak Aç

IN8: Mutlak Kapat

Çıkışlar:

Q1: Boş

Q2: A Geçti Bilgisi

Q3: B Geçti Bilgisi

Q4: Buzzer

Q5: A Yönü Led

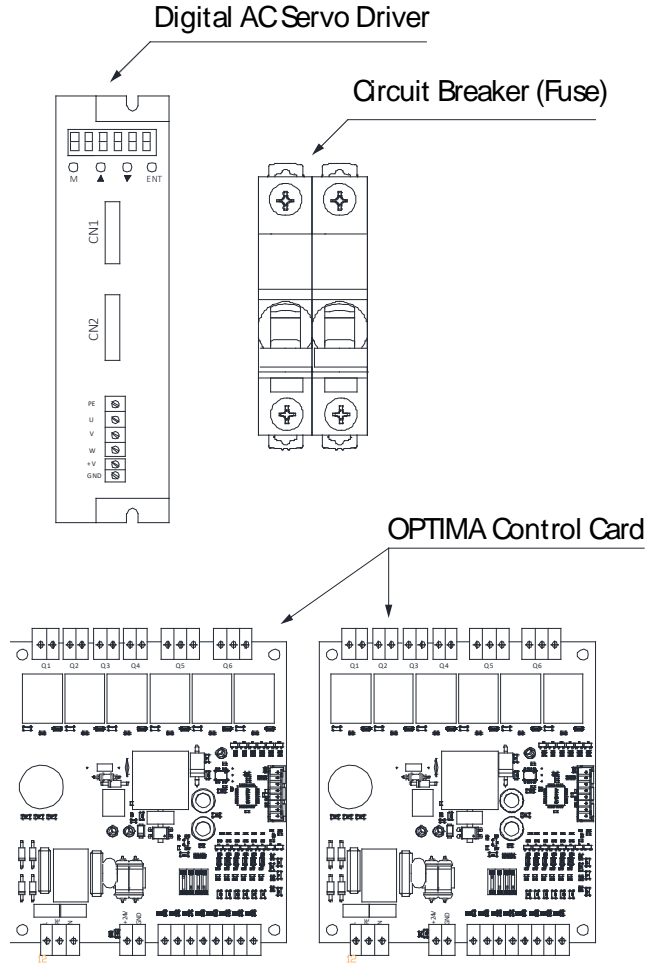
Q6: B Yönü Led



Şekil 4.8: Son Turnike Tasarımının Kontrol Panosu

Tüm yazılım çalışmaları tamamlandıktan sonra aşağıda da görüldüğü gibi sistem bileşenleri bir araya gelip son test çalışmaları başlamıştır. EK 5’de yazılım ile alakalı tüm detaylara ulaşılabilir. PLC yazılımında bulunan tüm mantık C dili ile Optima Kontrol Kartı’ na aktarılmıştır. Paralelde mekanik tasarım ekibi turnike de kozmetik birtakım

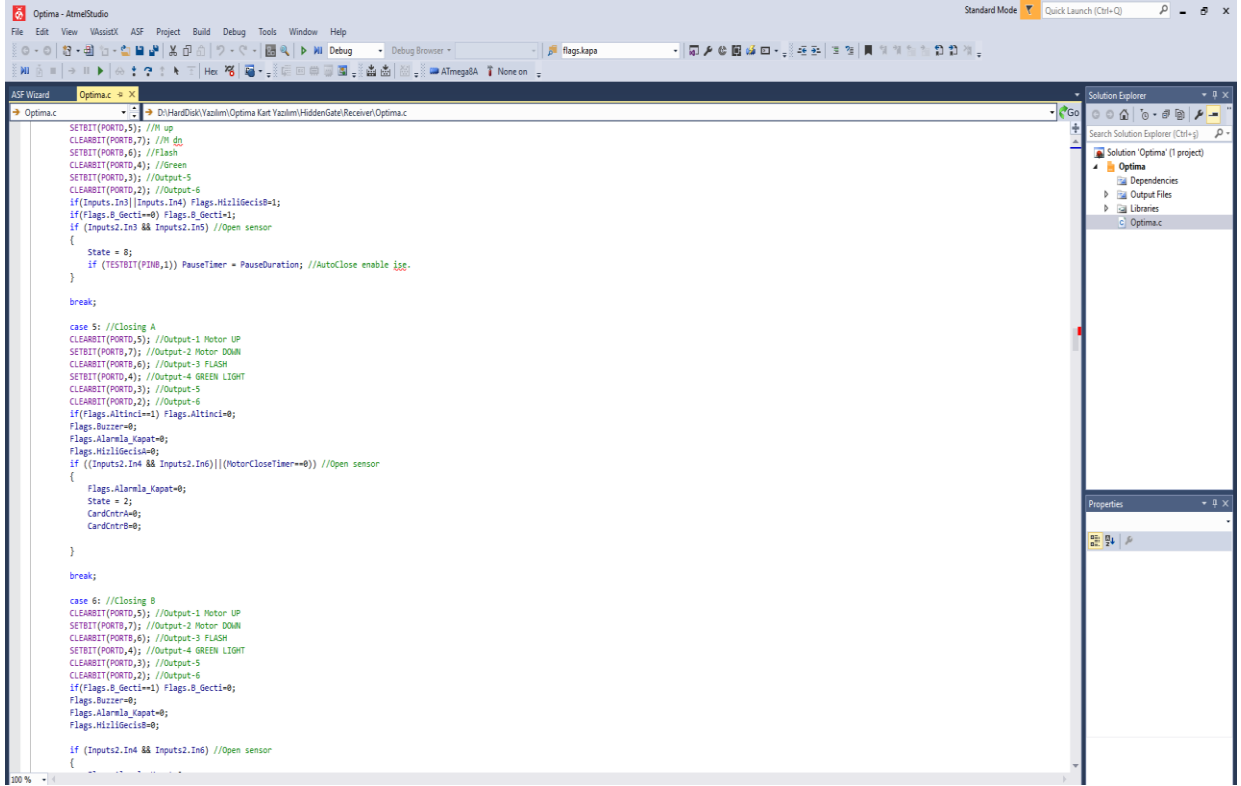
değişiklikler yapılmıştır. Aşağıda sahaya çıkan son tasarımdaki elektronik bileşenlerin görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.9: Optima Kontrol Kartı-Servo Motor Sürücü

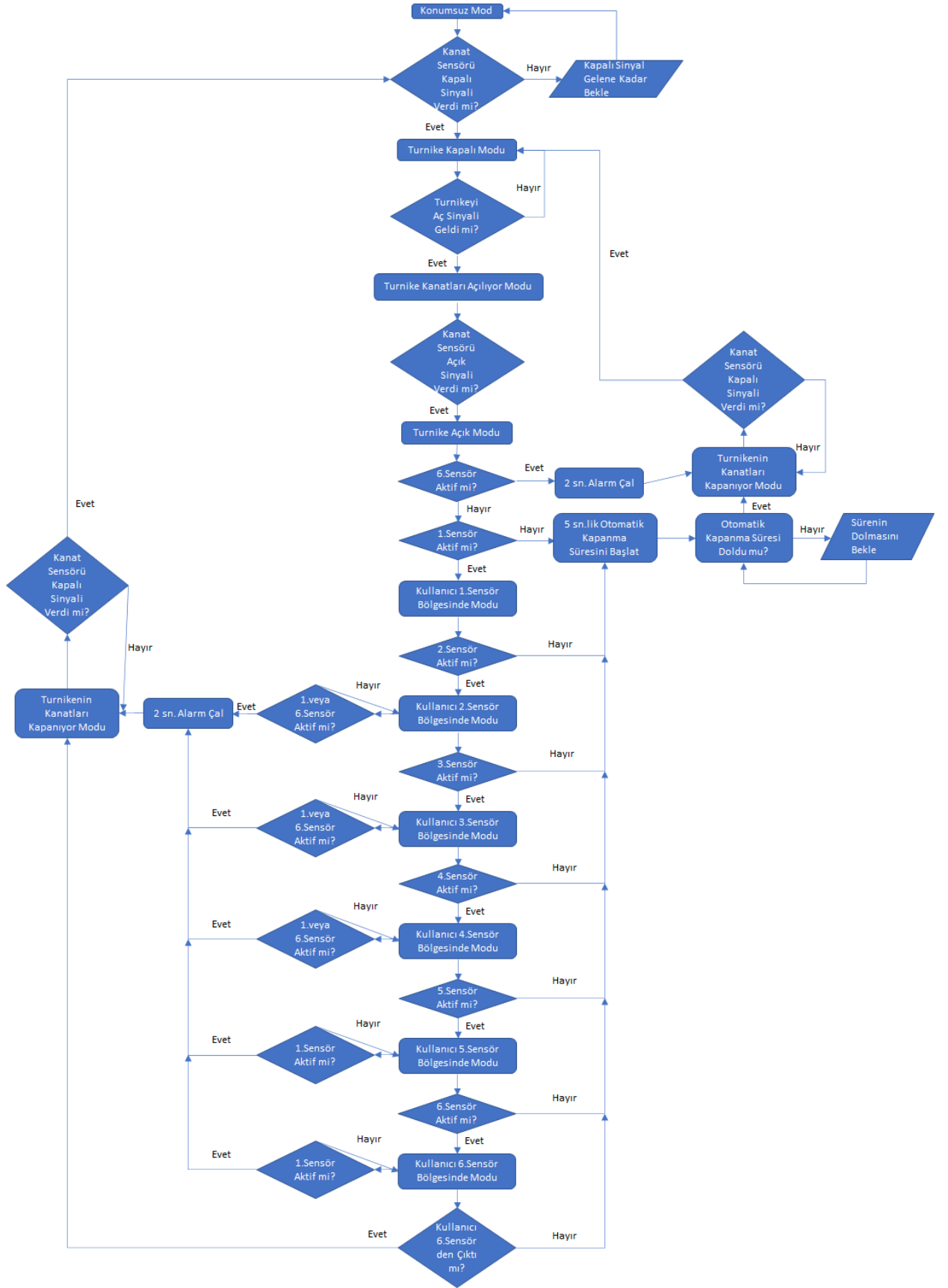
Yazılım ve Lojik Detayları

Optima Kontrol Kartında Atmel marka mikroişlemci kullanılmış ve yazılımı C programlama dilinde yazılmıştır. Yazılımın derlenmesi ve karta gönderilmesi ise Atmel' in resmi uygulaması olan Atmel Studio tarafından gerçekleştirilmiştir. Aşağıda Atmel Studio'nun ara yüzüne yer verilmiştir.



Şekil 4.10: Atmel Studio Kullanıcı Ara Yüzü

Haberleşme detayları daha önce verilen iki Optima Karttan birincil kart; ana yazılımın döndüğü modüldür. Birincil kart turnikenin karar verme mekanizmasına sahiptir. Kullanıcı ve sistemden gelen girişlere karşı yazılan lojiklerle beraber gerekli çıkışları üretmektedir. Turnike sisteminin yazılım akış şeması aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 4.11: Yazılım Akış Şeması

Detay vermek gerekirse:

- Birincil karta ilk enerji geldiğinde servo motor sürücüleri, servo motoru kalibre eder ve daha sonra turnikeyi kapalı pozisyona götürür.
- Turnike kapalı pozisyondayken kullanıcı tarafından “turnikeyi aç” komutu gelirse; sistem turnikeyi kanatlar açılıyor durumuna götürmektedir.
- Kanatlar açılıyor durumundaki turnikedeki motor, cam kanatları açar ve motorun üzerindeki enkoderler açık pozisyonuna geldiğinde motoru durdurur. Böylece turnike açık pozisyona geçmiş olur.
- Açık pozisyondayken turnikedeki üç durum söz konusudur: Eğer herhangi bir geçiş olmazsa turnike otomatik olarak kapanır, kullanıcı açık turnikeden geçiş yapabilir ya da kaçak geçiş yapmak isteyen kullanıcının geçişi engellenir.
- Açık turnikeden geçiş yapan kullanıcı; fotoelektrik sensörler sayesinde algılanır ve şemada belirtilen bölgelerden geçerek geçişini tamamlar.
- Geçişini tamamlayan kullanıcı yine birincil kart sayesinde tespit edilip motorlar turnikeyi kapatır.

5. SONUÇ

Geçiş turnikeleri, fiziksel güvenlik sistemlerinin, yayalar için tasarlanmış en önemli yapı taşlarındandır. Bu sistemler kendilerine entegre edilen geçiş kontrol sistemleriyle beraber; buldukları alandaki tüm giriş-çıkışları kontrol altına alabilmektedirler. Turnikeler günümüzde birçok alanda kullanımın görmüş ve çok önemli bir yere sahiptir. Yoğunlukla fabrikalarda, işyerlerinde personel takip amaçlı kullanılan turnikeler; bununla beraber havalimanları, statlar, metrolar gibi insanların yoğun bulunduğu alanlarda özellikle kullanılmaktadır.

Teze konu olan camlı turnike; tasarlanmış, üretilmiş ve müşterilere satılmıştır. Müşterilerden gelen kötü geri bildirimler sonucu ürünün iyileştirme çalışmalar yapılmış, bununla beraber maliyet sorunsalı da tekrardan irdelenmiştir. Çalışmanın temeline inildiğinde tahrik mekanizması ve system kontrolcüsü üzerine çalışılması gerektiği karar bağlanmıştır. Bu bağlamda öncelikle DC motorun bu uygulamaya uygun olmadığı tespit edilmiş; bunun yerine step ya da servo motorun daha uygun olacağı kanısına varılmıştır. Step-servo motor arasında ise pozisyon kontrolünün kusursuz olması ve heran konum bilgisine sahip olunabilmesi durumları göz önüne getirildiğinde servo motorun daha uygun olduğu kanısına varılmıştır. Motor seçimi akabinde sistemin kontrolcüsü olan PLC yerine bu ürüne muadil olan Optima Kontrol Kartı kullanılmıştır. Bir Optima Kontrol Kartı'nın bu sistemi kontrol etmek için gerekli olan giriş-çıkış sayısı yeterli olmadığından iki kart birbiriyle seri haberleştirilerek giriş-çıkış sayısı arttırılmıştır. Optima Kontrol Kartı'nda dahili güç kaynağı da bulunduğundan ekstra bir güç kaynağı kullanılmasına da gerek kalmamıştır.

Tüm bu parametreler göz önüne alındığında turnikenin maliyetinde de büyük bir değişiklik olmuştur. Aşağıdaki tabloda çıkarılan malzemelerin maliyetleri yer almakta; görüldüğü üzere büyük bir maliyet tasarrufu yapılmıştır.

Tablo 5.1: PLC'li tasarımın maliyeti

1	PLC	550 \$
2	Kontaktör	80 \$
3	Güç Kaynağı	45 \$
	Toplam	680 \$

Tabloya göre totalde 680 \$'a mal olan bu bileşenlerin çıkarılması sayesinde; toplamda 30 \$ olan iki Optima Kontrol Kartı'nın maliyeti de çıkarıldığında turnike başı firma 650 \$ tasarruf etmektedir. Bunların yanında ilk tasarımda sahada sorunlar çıkmakta; yurt dışına gönderilen teknisyenlerin masrafları ile beraber hem müşteri kaybedilmekte hem de ekonomik zararla yol açmaktaydı.

Aşağıda en güncel hali bulunan bu yeni sistem sayesinde; ürün zorlu sıcak koşullarda, yoğun geçişli sahalarda sorunsuz şekilde çalışmaktadır.



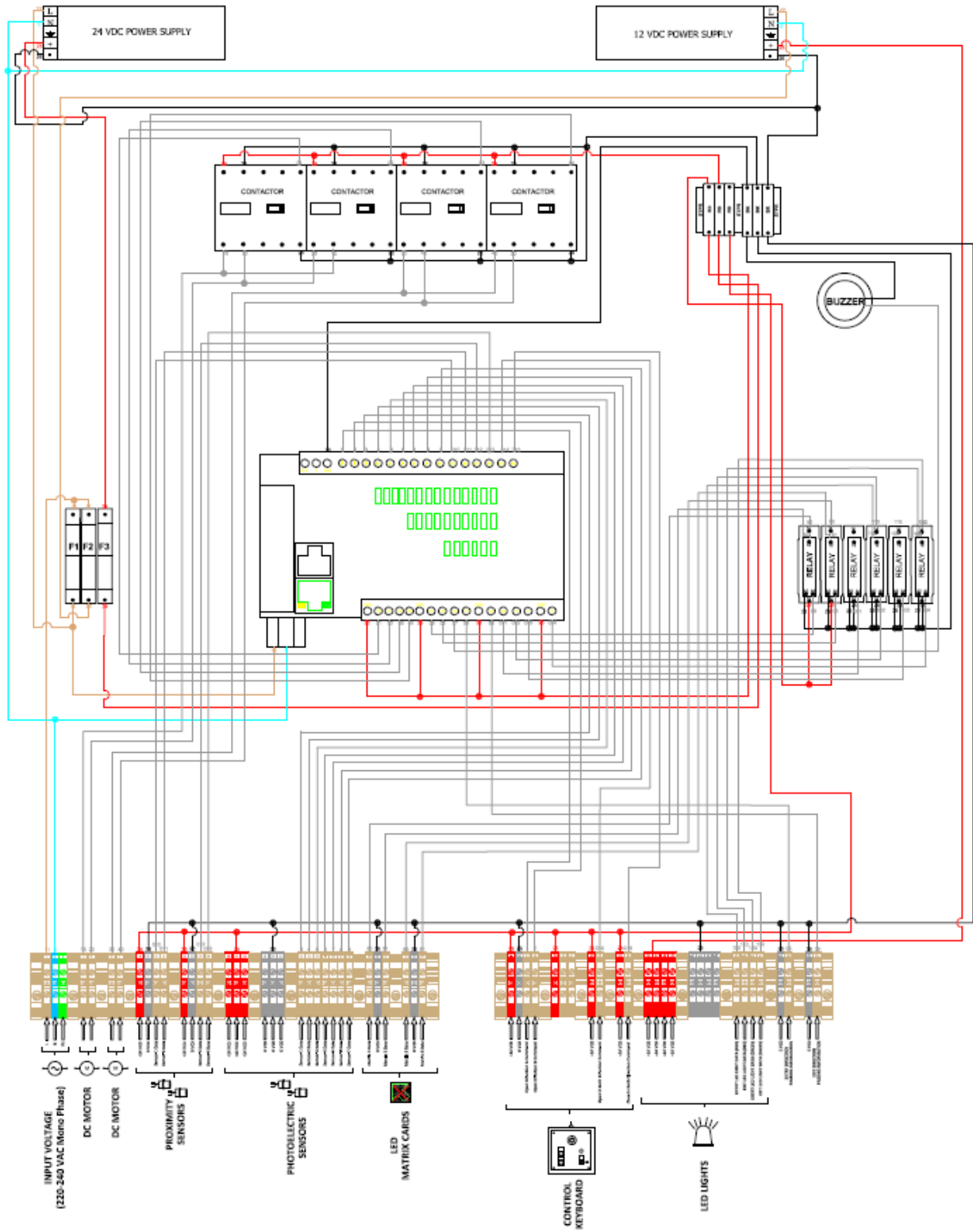
Şekil 5.1: Camlı Son Turnike Tasarımı

KAYNAKLAR

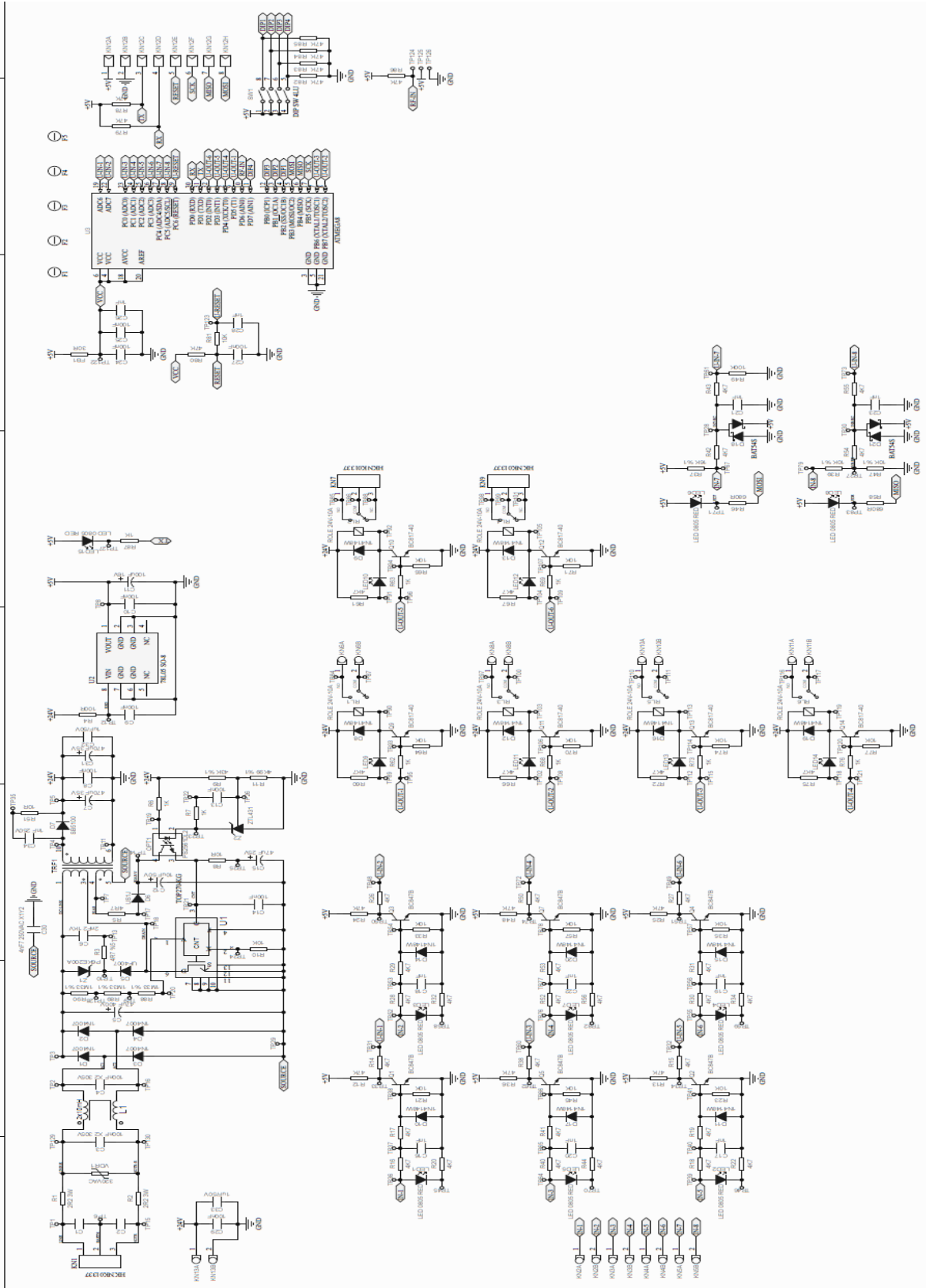
- [1] “The Interesting History and Uses of Turnstile Gates.” [Online]. Available: <https://www.daosafeturnstile.com/history-uses-turnstile-gates/>. [Accessed: 30-Jan-2020].
- [2] E. Engineering, “Controlling of a Mechanical System Having Three Dimensional Moving Capability by Using Servo Motors, Fpga a Personal Computer Controlling of a Mechanical System Having Three Dimensional Moving Capability by Using Servo Motors, FPGA and a Personal Co,” no. February, 2016.
- [3] P. Priyadarshan, B. R. Mundari, and C. Engineering, “Serial Communication By,” p. 60, 2016.
- [4] C. Of, “M . Sc . in Electrical and Electronics Engineering Mehmet Taner Karşlı University of Gaziantep Graduate School of Natural & Applied Sciences,” 2014.
- [5] K. Görür, “FPGA tabanlı mikrobilgisayar mimarisi kullanılarak seri haberleşme üzerinden adım motor hareket kontrolü ve uygulaması.pdf,” 2014.
- [6] Y. Ezginci, A. Açıköz, E. Özdemir, and E. Mühendisliği, “Geçiş Güvenlik, Kontrol ve Takip Sistemleri Deney Seti Tasarımı,”
- [7] J. Norman and S. H. Space, “DIY Access Control Systems_v3,” 2016.
- [8] F. A. Sa and S. Ersoy, “BİR SERVO MOTORUN,” 2018.
- [9] “History Perey Turnstiles,Inc,”[Online].Available: <http://www.turnstile.com/history/>. [Accessed: 30-Jan-2020].
- [10] “ATmega8A - 8-bit AVR Microcontrollers.” [Online]. Available: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega8A>. [Accessed: 30-Jan-2020]
- [11] E.Söylemez, “Makina Teorisi-1: Mekanizma Tekniği,” Ankara, 2000.

EKLER

EK 1: PLC VE DC MOTORLU SİSTEMİN DEVRE ŞEMASI



EK 2: OPTİMA KONTROL KARTI DEVRE ŞEMASI



EK 3: OPTİMA KONTROL KARTI MALZEME LİSTESİ

Konum	Malzeme Tanım
C1	CAP TH CER 4n7F 250VAC %20 X1Y2 [pitch=5mm]
C10	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R
C11	CAP TH AL. ELEC 100uF 16V %20 105C HIGH REL (1200920023)
C12	CAP TH AL. ELEC 10uF 50V %20 105C F=2.5/5x11 (1200920212)
C13	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R
C14	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R
C15	CAP TH AL. ELEC 47uF 50V %20 105C HI REL F=2.5/6.3x11 (1200920294)
C16	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C17	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C18	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C19	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C2	CAP TH CER 4n7F 250VAC %20 X1Y2 [pitch=5mm]
C20	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C21	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C22	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C23	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C24	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R
C25	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R
C26	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C27	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R

C28	CAP 0603 CER 1nF 50V %10 X7R
C29	CAP 0805 CER 100nF 50V %10 X7R
C3	CAP TH POLY 100nF 305VAC %10 X2 [pitch=15mm]
C30	CAP TH CER 4n7F 250VAC %20 X1Y2 [pitch=5mm]
C31	CAP TH AL. ELEC 470uF 35V %20 105C SSZ F=5/10X16 (1200920196)
C32	CAP 1206 CER 1uF 50V %10 X7R
C33	CAP 1206 CER 1uF 50V %10 X7R
C34	CAP 1206 CER 1nF %10 X7R 250V
C4	CAP TH POLY 100nF 305VAC %10 X2 [pitch=15mm]
C5	CAP TH AL. ELEC 47uF 500V %20 105C F=7.5/18x25 (1200920430)
C6	CAP TH CER 2n2F 1000VDC %10 Y5P [pitch=5mm]
C7	CAP TH AL. ELEC 470uF 35V %20 105C SSZ F=5/10X16 (1200920196)
C8	CAP 0805 CER 100nF 50V %10 X7R
C9	CAP 0603 CER 100nF 50V %10 X7R
D1	DIODE TH 1N4007 1000/1A RECTIFIER DO-41 (DIODES)
D10	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D11	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D12	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D13	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D14	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D15	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D16	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123

D17	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D18	DIODE SMD SCHOTTKY BAT54S 30V/200mA DUAL SOT-23
D19	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D2	DIODE TH 1N4007 1000/1A RECTIFIER DO-41 (DIODES)
D20	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D21	DIODE SMD SCHOTTKY BAT54S 30V/200mA DUAL SOT-23
D3	DIODE TH 1N4007 1000/1A RECTIFIER DO-41 (DIODES)
D4	DIODE TH 1N4007 1000/1A RECTIFIER DO-41 (DIODES)
D5	DIODE TH UF4007 1000V/1A ULTRAFAST DO-41
D6	DIODE SMD US1J 600V/1A RECTIFIER DO-214AC (SMA)
D7	DIODE TH SCHOTTKY SB3100 100V/3A DO-201AD
D8	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
D9	DIODE SMD 1N4148W 100V/150mA FAST SOD-123
FB1	IND 0805 FERRITE BEAD 3A 30R/100MHz
KN1	TERMINAL BL. 03 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN10	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN11	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN13	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN2	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN3	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN4	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN5	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm

KN6	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN7	TERMINAL BL. 03 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN8	TERMINAL BL. 02 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
KN9	TERMINAL BL. 03 SCREW TYPE SIDE ENTRY PITCH 5.0mm
L1	IND TH LINE FILTER 2x10mH 1A VERTICAL E CORE
LED1	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED10	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED11	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED12	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED13	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED14	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED15	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED2	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED3	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED4	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED5	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED6	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED7	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED8	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
LED9	LED SMD 0805 RED 2.5-112mcd 638nm AlGaNp
OPT1	TR SMD OPTO PS2561DL2-1Y-V-A SMD-4
Q1	TR SMD NPN BC847B (BCX70) 45V/100mA SOT-23-3

Q10	TR SMD NPN BC817-40 45V/500mA SOT-23-3
Q11	TR SMD NPN BC817-40 45V/500mA SOT-23-3
Q12	TR SMD NPN BC817-40 45V/500mA SOT-23-3
Q13	TR SMD NPN BC817-40 45V/500mA SOT-23-3
Q14	TR SMD NPN BC817-40 45V/500mA SOT-23-3
Q2	TR SMD NPN BC847B (BCX70) 45V/100mA SOT-23-3
Q3	TR SMD NPN BC847B (BCX70) 45V/100mA SOT-23-3
Q4	TR SMD NPN BC847B (BCX70) 45V/100mA SOT-23-3
Q5	TR SMD NPN BC847B (BCX70) 45V/100mA SOT-23-3
Q7	TR SMD NPN BC847B (BCX70) 45V/100mA SOT-23-3
Q9	TR SMD NPN BC817-40 45V/500mA SOT-23-3
R1	RES AXIAL WW 2R2 %5 3W SS
R10	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R11	RES 0603 CHIP 4K99 %1 1/10W
R12	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R13	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R14	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R15	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R16	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R17	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R18	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R19	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W

R2	RES AXIAL WW 2R2 %5 3W SS
R20	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R21	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R22	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R23	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R24	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R25	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R26	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R27	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R28	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R29	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R3	RES AXIAL CARB 4R7 %5 1/4W
R30	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R31	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R32	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R33	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R34	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R35	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R36	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R37	RES 0805 CHIP 16K %1 1/8W
R38	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R39	RES 1206 CHIP 10K %1 1/4W

R4	RES 1206 CHIP 100R %5 1/4W
R40	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R41	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R42	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R43	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R44	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R45	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R46	RES 0805 CHIP 680R %5 1/8W
R47	RES 1206 CHIP 10K %1 1/4W
R48	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R49	RES 0603 CHIP 100K %5 1/10W
R5	RES 1206 CHIP 4R7 %5 1/4W
R50	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R51	RES 1206 CHIP 10R %5 1/4W
R52	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R53	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R54	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R55	RES 0603 CHIP 4K7 %5 1/10W
R56	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R57	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R58	RES 0805 CHIP 680R %5 1/8W
R6	RES 1206 CHIP 1K %5 1/4W

R60	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R61	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R62	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R63	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R64	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R65	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R66	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R67	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R68	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R69	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R7	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R70	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R71	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R72	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R73	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R74	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R75	RES 1206 CHIP 4K7 %5 1/4W
R76	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R77	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R78	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R79	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R8	RES 0805 CHIP 10R %5 1/8W

R80	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R81	RES 0603 CHIP 10K %5 1/10W
R82	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R83	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R84	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R85	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R86	RES 0603 CHIP 47K %5 1/10W
R87	RES 0603 CHIP 1K %5 1/10W
R88	RES 1206 CHIP 1M33 %1 1/4W
R89	RES 1206 CHIP 1M33 %1 1/4W
R9	RES 0603 CHIP 43K %1 1/10W
R90	RES 1206 CHIP 1M33 %1 1/4W
RL1	(1200930021) ROLE SPST 24V 10A 16x22x16mm
RL2	(1200930019) ROLE SPDT 24V 10A 16x22x16mm
RL3	(1200930021) ROLE SPST 24V 10A 16x22x16mm
RL4	(1200930019) ROLE SPDT 24V 10A 16x22x16mm
RL5	(1200930021) ROLE SPST 24V 10A 16x22x16mm
RL6	(1200930021) ROLE SPST 24V 10A 16x22x16mm
SW1	DIP SWITCH TH 4'LU SLIDE TYPE
TRF1	TRAFO SMPS 2P1S 230V/24V 1.3A EE20
U1	LINEAR SMD TOP270KG OFF-LINE SWITCHER eSOP-12
U2	LINEAR SMD 78L05 +5V VOLT. REG. SOIC-8

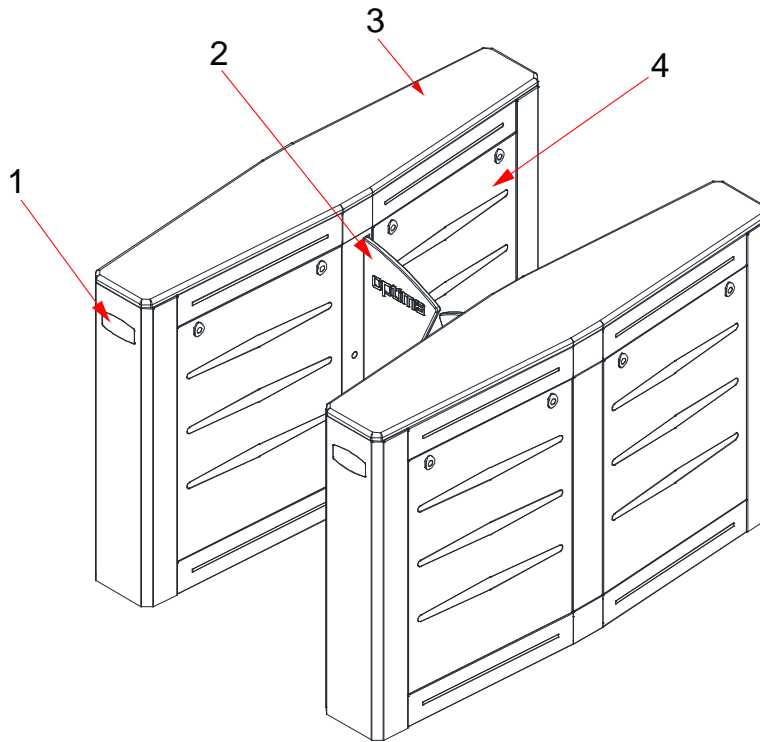
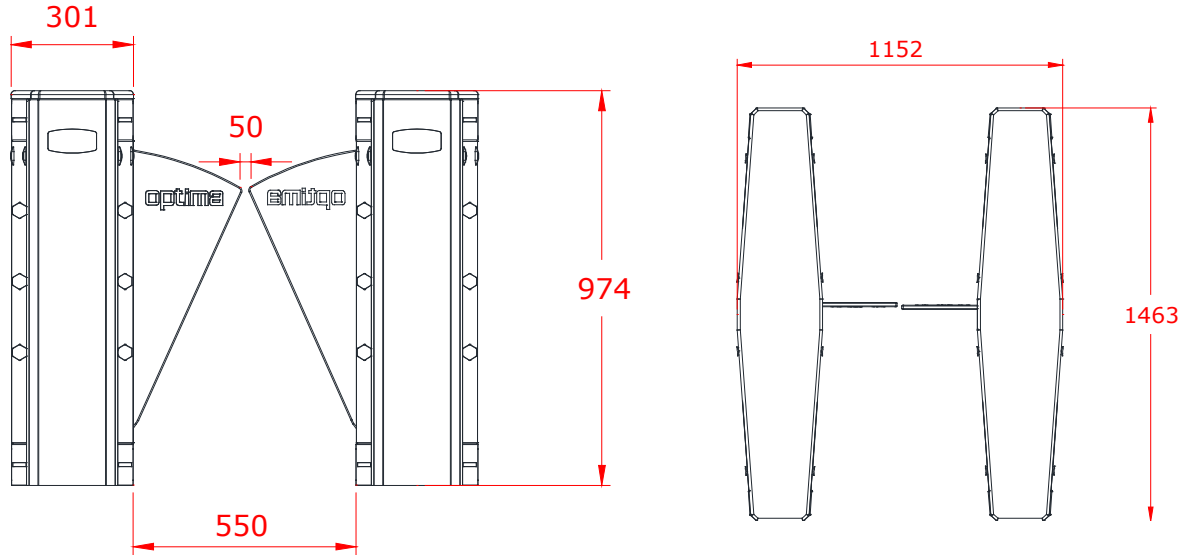
U3	(1200980027) MICRO SMD ATmega8L-8AU SL602 TQFP-32
VDR1	VARIS TH 320VAC 10MM %10
Z1	DIODE TH TVS P6KE200A UNI-DIR. 200V/600W DO-15
Z2	LINEAR SMD ZTL431 (%1) (Vref/2.5V) (Vka/20Vmax) ADJ. SHUNT REGULATOR SOT23F-3
PCB	PCB OPTIMA BARIYER KONTROL KARTI 110x120mm

EK 4: OPTİMA KONTROL KARTI TEKNİK ÖZELLİKLERİ

1. Elektronik kartın boyutları 110 x 120 mm dir. Maksimum komponent yüksekliği 30 mm'dir. Kartın dört köşesinde, kenarlardan 5'er mm içeride 5 mm çapında montaj delikleri vardır. Montaj deliklerine 7 mm başlık çaplı vida takıldığında komponentlere değmektedir.
2. Kartın 110 mm' lik kısa kenarlarında bir tarafta Faz/Toprak/Nötr, +24V/GND ve 8 adet 24V DC dijital giriş, bir tarafta 4 adeti COM/NO, 2 adeti NC/COM/NO olmak üzere toplam 6 adet röle çıkışı bulunmaktadır. Röleler en az 250VAC / 10A kapasitelidir. Rölelerin açma kapama çevrim sayısı ömrü maksimum yük altında en az 10.000 çevrimdir.
3. Tüm giriş ve çıkışlar en az 10A kapasiteli vidalı klemens şeklindedir.
4. Tüm girişlerde sinyal geldiğinde yanacak şekilde LED, tüm çıkışlarda da röleler aktive olduğunda yanacak şekilde uyarı LEDİ bulunmaktadır.
5. 7 ve 8 numaralı girişlere 24V DC dijital sinyalin yanı sıra sıcaklık ve basınç için analog sinyal bağlanabilir şekildedir. Sıcaklık için pasif NTC, basınç için 0 – 10V DC voltaj çıktısı veren aktif sensör kullanılabilir durumdadır.
6. Kartın üzerinde bir adet 4 anahtarlı DIP Switch bulunmaktadır. Bu anahtarlardan ilki Run/Stop modu ayarlamak için, ikincisi otomatik operasyonları aktif/deaktif etmek için, diğerleri de çeşitli zamanlama ayarları için kullanılmaktadır. Kartın Run / Stop modları ayarı PCB üzerinde kolayca görülebilir durumdadır.
7. Kartın üzerinde bir adet Heartbeat LED'i bulunmaktadır. Bu LED 1 sn periyotta yanıp sönmektedir. Normal operasyonda 100 mS on / 900 mS off, Stop modunda 900 mS On / 100 mS Off, Hata modunda ise 500mS on / 500mS off şeklinde yanıp sönmektedir.
8. Elektronik kartın çalışma sıcaklığı -40°C ile +70°C aralığında, çalışma bağıl nem seviyesi %0 RH ile %90 RH aralığındadır.
9. Kart nemden ve tozdan korunması için konformal kaplama yapılmıştır.
10. Kartın çalışma voltaj aralığı 85 V – 265 V AC, frekans aralığı 48 – 62 Hz'dir. Kartın üzerinde 24V DC (+/- %5) çıkış veren bir güç kaynağı bulunmaktadır. Bahsedilen sıcaklık ve giriş voltajları aralığında 1,30 A çıkış akımı verebilmektedir.
11. Kartın güç kaynağı izoledir, 24V DC tarafında herhangi bir çarpılma tehlikesi bulunmamaktadır. Kartın üzerinde tehlikeli voltaj taşıyan bölgede uyarılar

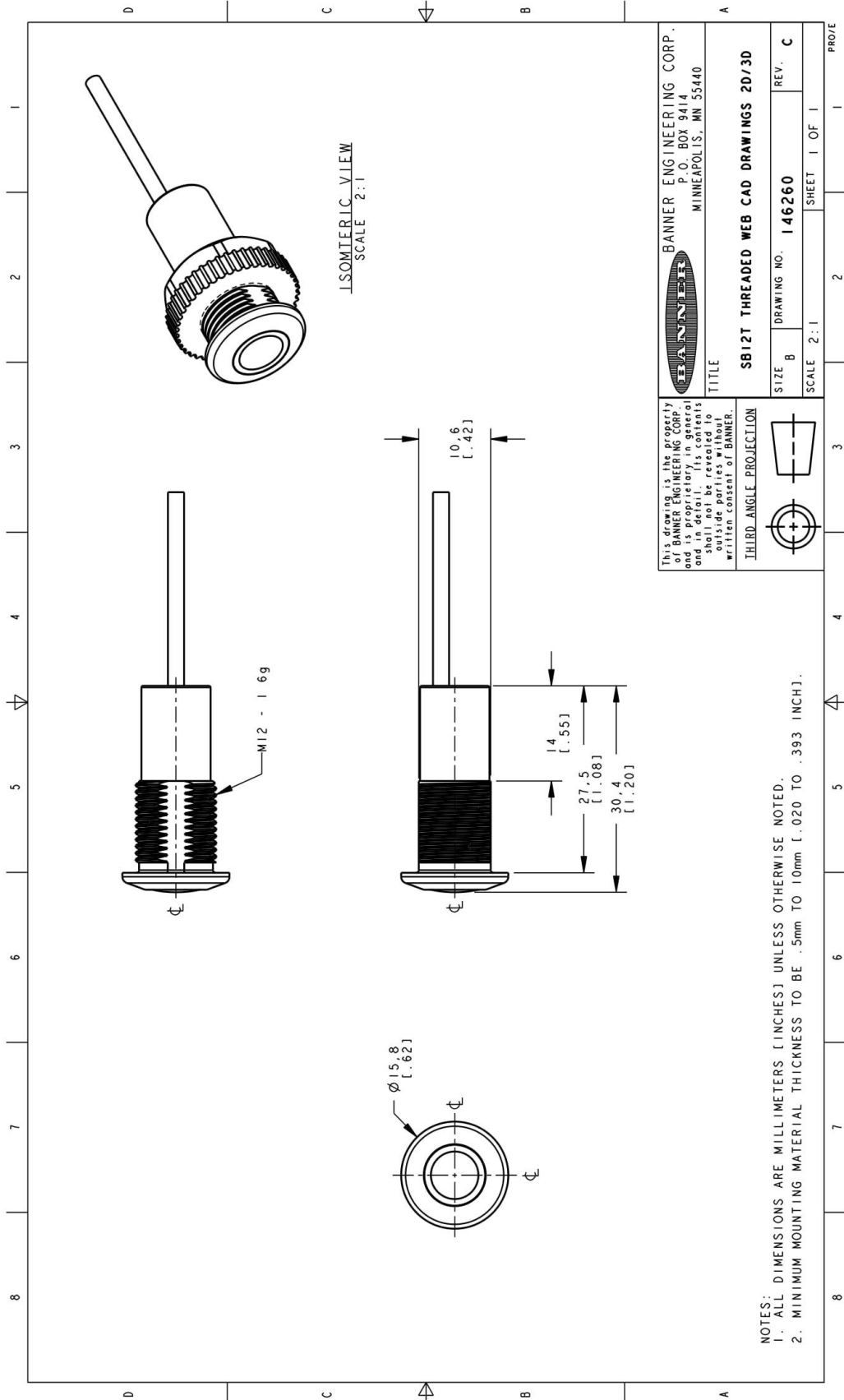
12. bulunmaktadır. Güvenli alçak voltaj tarafı ile primer taraf arasında en az 8 mm creepage mesafesi mevcuttur.
13. Kartın işlemcisini sahada tekrar programlayabilmek için kartın üzerinde bir programlama konektörü yer almaktadır. Kartın yazılımının kaynak kodu dosyaları ve yazılım geliştirme / programlama ortamı sağlamaktadır.
14. Kartın güç kaynağının ürettiği elektriksel gürültü 0,15 MHz – 30 MHz ve 30 MHz – 300 MHz frekans aralıklarında Avrupa Normu EN 55014-1 sınırlarının altındadır.
15. Kartın toplam gücü 75W altında kalmalı ve kartın akım harmonikleri bu güç aralığında geçerli ilgili Avrupa Normu EN 61000-3-2 sınırları altındadır.
16. Kartın elektromanyetik bağışıklık özellikleri ilgili Avrupa Normu EN 55014-2 limitlerine uygundur:
 - EFT limiti +/- 1kV
 - ESD limiti +/- 8kV A. Discharge +/- 4 kV C. Discharge
 - Surge limiti P-N 1kV, P-E ve N-E 2kV
 - CI limiti 3V
 - RF Immunity limiti 3 V/m
 - Voltaj düşümü ve kesilmesi limitleri %0 10mS, %40 200mS ve %70 1 Sn.
17. Kartın üzerinde ileride farklı amaçlı bir sinyal girişi (RF kapı açma sinyali gibi) bağlanabilmesi için Input / +5V / GND şeklinde 3 pinlik bir konektör veya ek modül takılabilecek yer bırakılmıştır.

EK 5: TURNİKENİN MEKANİK ÖLÇÜLERİ

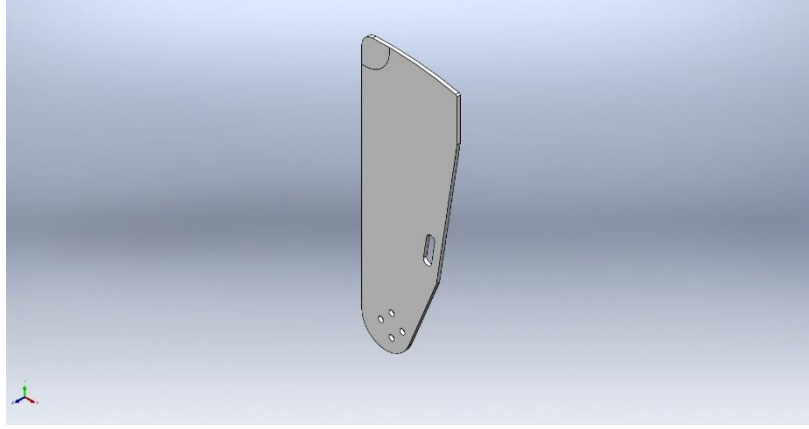


1. Matrix LED
2. Cam Kanatlar
3. Cam Üst Kapak
4. Yan Kapak

EK 6: FOTOELEKTRİK SENSÖR TEKNİK ÇİZİMİ



EK 7: YANAL KUVVET ANALİZİ



Description

No Data

Simulation of HG100_R11_903

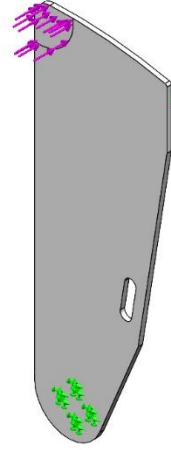
Date: 30 Nisan 2020 Perşembe

Designer: Solidworks

Study name: Static 2

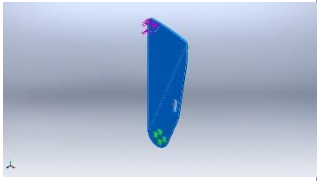
Analysis type: Static

Model Information



Model name: HG100_R11_903
Current Configuration: Varsayılan

Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Split Line2 	Solid Body	Mass:2,19982 kg Volume:0,00184859 m ³ Density:1.190 kg/m ³ Weight:21,5583 N	C:\Users\furkankalkan\Desktop\Mekanizma\HG100_R11_903.SLD PRT Apr 30 09:42:06 2020

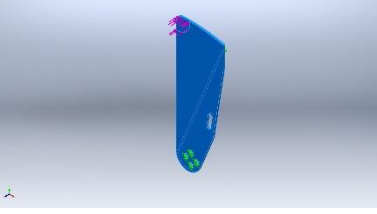
Study Properties

Study name	Static 2
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	On
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (C:\Users\furkankalkan\Desktop\Mekanizma)

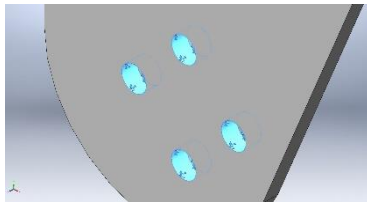
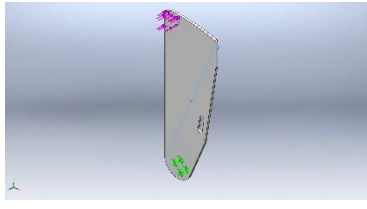
Units

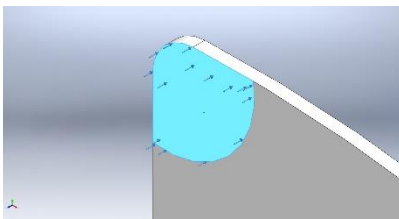
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	<p>Name: PMMA</p> <p>Model type: Linear Elastic Isotropic</p> <p>Default failure criterion: Unknown</p> <p>Tensile strength: 6,1e+07 N/m²</p> <p>Compressive strength: 1,05e+08 N/m²</p> <p>Elastic modulus: 2,77e+09 N/m²</p> <p>Mass density: 1.190 kg/m³</p>	<p>SolidBody 1(Split Line2)(HG100_R11_903)</p>
Curve Data:N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		Entities: 4 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	-2,38419e-07	-1,05798e-06	-4,76704	4,76704
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0
Roller/Slider-2		Entities: 1 face(s) Type: Roller/Slider		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0	0	829,702	829,702
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 825 N

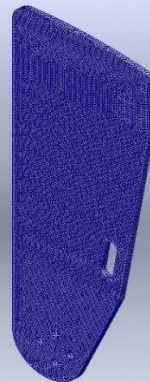
Mesh information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points for High quality mesh	16 Points
Element Size	5 mm
Tolerance	0,25 mm
Mesh Quality	High

Mesh information - Details

Total Nodes	157912
Total Elements	94408
Maximum Aspect Ratio	9,0011
% of elements with Aspect Ratio < 3	99,9
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	0
Percentage of distorted elements	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:11
Computer name:	TERMINAL-DC-15

Model name: I40100_R11_203
Study name: Static 20-Variation-3
Mesh type: Solid Mesh



Resultant Forces

Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	-2,38419e-07	-1,05798e-06	824,935	824,935

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

Free body forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0	0	0	0

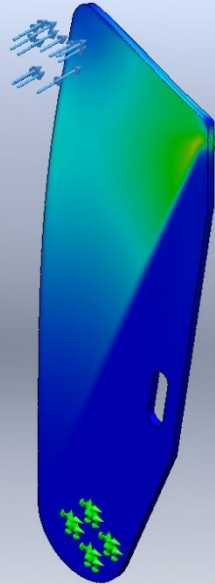
Free body moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0,000N/mm ² (MPa) Node: 156826	60,449N/mm ² (MPa) Node: 393

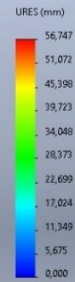
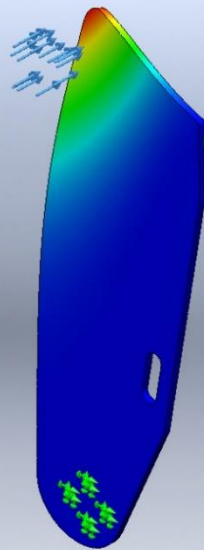
Model name: HG100_R11_903
Study name: Static 2(-Varrayilan-)
Plot type: Static nodal stress: Stress1
Deformation scale: 1



HG100_R11_903-Static 2-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0,000mm Node: 31	56,747mm Node: 52162

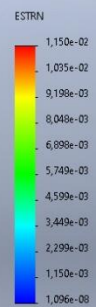
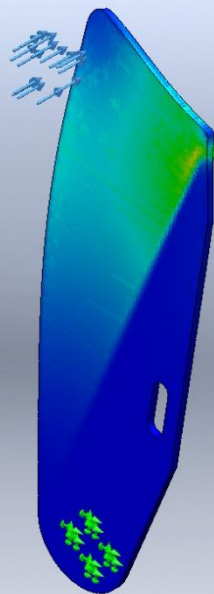
Model name: HG100_R11_903
 Study name: Static 2(-Varsayilan-)
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 1,41939



HG100_R11_903-Static 2-Displacement-Displacement1

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	1,096e-08 Element: 32851	1,150e-02 Element: 8969

Model name: HG100_R11_903
 Study name: Static 2(-Varsayilan-)
 Plot type: Static strain Strain1
 Deformation scale: 1,41939



HG100_R11_903-Static 2-Strain-Strain1