



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**HİDROLİK PRESLER İÇİN EMNİYET**  
**OTOMASYONU TASARIMI**

**Fatih ÖZDARENDELİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Eylül-2022**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih Özdarendeli tarafından hazırlanan “Hidrolik Presler İçin Emniyet Otomasyonu Tasarımı” adlı tez çalışması 09/09/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Cemil SUNGUR

#### Danışman

Prof. Dr. Cemil SUNGUR

#### Üye

Doç. Dr. Akif DURDU

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hakan TERZİOĞLU

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Fatih ÖZDARENDELİ

Tarih: 09/09/2022

**ÖZET****YÜKSEK LİSANS TEZİ****HİDROLİK PRESLER İÇİN EMNİYET OTOMASYONU TASARIMI****Fatih ÖZDARENDELİ****Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Cemil SUNGUR****2022, 82 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Cemil SUNGUR****Doç. Dr. Akif DURDU****Dr. Öğr. Üyesi Hakan TERZİOĞLU**

Günümüzde gelişen teknoloji ve artan rekabet koşulları sonucunda, seri üretim proseslerinin birçok noktasında makine kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Makine kullanımının artmasıyla birlikte makine kaynaklı kaza riskleri de çoğalmaktadır. Ayrıca seri üretimde kullanılan makineler, yüksek miktarda üretim yapabilmek için tasarlandıklarından dolayı, son derece hızlı çalışmaktadırlar. Bu hız ile beraber eksik tasarım veya hatalı programlama nedeni ile açık bırakılan risk kapıları, iş kazalarına davetiye çıkarmaktadır.

Bu tez çalışmasında; hidrolik preslerin tasarım, imalat süreçlerinden üretim hatlarındaki kullanımlarına kadar birçok alanda gözlemler yapılmış, preslerde oluşan iş kazaları ve nedenleri araştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda hidrolik presler için bir risk analizi oluşturulmuştur. Risk analiz sonuçlarına göre alınabilecek güvenlik önlemleri anlatılmıştır. Bu önlemler için kullanılması gereken güvenlik elemanları belirlenmiş ve bu elemanların makineye getirdikleri emniyet kazanımlarından bahsedilmiştir. Ayrıca hidrolik preslerin yazılım kısmı oluşturulurken uygulanması gereken prosedürlere ve alınması gereken önlemlere değinilmiştir.

Yapılan çalışmalar farklı tipte hidrolik presler üzerinde uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucunda risk analizinde tespit edilen risklerin ortadan kalkmış olduğu gözlemlenmiştir. Böylece alınan önlemler sonucunda güvenli bir makine tasarımı elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrolik pres, Makine emniyeti, Otomasyon, Risk analizi

**ABSTRACT****MS THESIS****SAFETY AUTOMATION DESIGN FOR HYDRAULIC PRESSES****Fatih ÖZDARENDELİ****Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Electrical and Electronics Engineering****Advisor: Prof. Dr. Cemil SUNGUR****2022, 82 Pages****Jury  
Prof. Dr. Cemil SUNGUR  
Assoc. Prof. Dr. Akif DURDU  
Asst. Prof. Dr. Hakan TERZİOĞLU**

Today, as a result of developing technology and increasing competition conditions, the use of machinery has become mandatory at many points in mass production processes. With the increase in the use of machinery, the risks of machine-related accidents also increase. In addition, the machines used in mass production work extremely fast, as they are designed to produce in large quantities. Along with this speed, risk doors left open due to incomplete design or faulty programming invite work accidents.

In this thesis study; observations were made in many areas from the design and manufacturing processes of hydraulic presses to their use in production lines, and work accidents in the presses and their causes were investigated. As a result of these studies, a risk analysis was created for hydraulic presses. The security measures that can be taken according to the risk analysis results are explained. The safety elements that should be used for these measures were determined and the safety gains these elements brought to the machine were mentioned. In addition, the procedures to be applied and the precautions to be taken while creating the software part of the hydraulic presses are mentioned.

The studies have been applied on different types of hydraulic presses. As a result of these practices, it has been observed that the risks identified in the risk analysis have disappeared. Thus, as a result of the measures taken, a safe machine design has been obtained.

**Keywords:** Hydraulic press, Machine safety, Automation, Risk analysis

## ÖNSÖZ

Çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Cemil SUNGUR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında maddi, manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem Filiz ÖZDARENDELİ, babam Naci ÖZDARENDELİ ve kardeşim Yavuz ÖZDARENDELİ'ye, çalışmalarım boyunca gösterdiği sabır, özveri ve desteklerden dolayı sevgili eşim Esra ÖZDARENDELİ'ye teşekkür ederim.

Fatih ÖZDARENDELİ  
KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

|   |     |
|---|-----|
| <b>ÖZET</b> .....   | iv  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                       | v   |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....  | vi  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                    | vii |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....                        | ix  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                       | 1   |
| <b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....                          | 4   |
| <b>3. HİDROLİK PRESİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI</b> ..... | 7   |
| 3.1 Hidrolik Presin Tanımı.....                             | 7   |
| 3.2. Hidrolik Preslerin Sınıflandırılması .....             | 8   |
| 3.2.1. Gövde yapısına göre hidrolik presler .....           | 8   |
| 3.2.2. Kuvvet etki sayısına göre hidrolik presler .....     | 11  |
| <b>4. HİDROLİK PRESLERİN TASARIMI</b> .....                 | 14  |
| 4.1. Mekanik Tasarım .....                                  | 14  |
| 4.1.1. Gövde .....  | 15  |
| 4.1.2. Koç tablası.....                                     | 15  |
| 4.1.3. Alt tabla.....                                       | 15  |
| 4.1.4. Pot tablası .....                                    | 16  |
| 4.2. Hidrolik Tasarım .....                                 | 16  |
| 4.2.1. Hidrolik yağ .....                                   | 17  |
| 4.2.2. Hidrolik yağ tankı .....                             | 17  |
| 4.2.3. Hidrolik boru ve hortumlar .....                     | 17  |
| 4.2.4. Hidrolik filtreler .....                             | 17  |
| 4.2.5. Hidrolik pompalar .....                              | 18  |
| 4.2.6. Hidrolik silindirlere.....                           | 18  |
| 4.2.7. Hidrolik valfler.....                                | 19  |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.3. Otomasyon Tasarımı .....   | 19        |
| 4.3.1. Elektrik pano kısmı .....  | 19        |
| 4.3.2. Saha elemanları kısmı .....                                      | 22        |
| <b>5. HİDROLİK PRESLERDE OLUŞABİLECEK KAZALAR VE RİSK ANALİZİ .....</b> | <b>23</b> |
| 5.1. Hidrolik Preslerde Oluşabilecek Kazalar .....                      | 23        |
| 5.2. Hidrolik Preslerde Risk Analizi .....                              | 26        |
| <b>6. ÖNLEMLER .....</b>  | <b>31</b> |
| 6.1. Hatada Güvenli PLC .....   | 32        |
| 6.2. Çift El Sistemi .....  | 34        |
| 6.3. Işık Bariyeri .....  | 42        |
| 6.4. Kapı Emniyet Şalteri .....   | 48        |
| 6.5. Acil Durdurma Butonu .....   | 52        |
| 6.6. Reset Butonu .....   | 57        |
| 6.7. Güvenlik kontaktörleri .....                                       | 58        |
| 6.8. Valf kontrolleri .....   | 62        |
| 6.9. Programlama Çözümleri .....  | 63        |
| 6.10. Mod Anahtarı .....  | 68        |
| 6.11. IP Kamera .....   | 69        |
| 6.12. Alan Tarayıcılar .....  | 70        |
| <b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>                                    | <b>71</b> |
| 7.1. Sonuçlar .....   | 71        |
| 7.2. Öneriler .....   | 78        |
| <b>8. KAYNAKLAR .....</b>   | <b>79</b> |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

P: Basınç

F: Kuvvet

A: Yüzey alanı

m<sup>3</sup> /h: Metreküp/saat

m<sup>3</sup> /s: Metreküp/saniye

mA: Miliamper

P: Tehlikeye maruz kalma olasılığı

S: Tehlikenin şiddeti

K: Tehlikenin fark edilme olasılığı

F: Tehlike maruz kalma sıklığı

M: Prese paralel bağlanan ışık bariyeri için güvenli mesafe

D: Işık bariyeri çözünürlük değeri

K: Operatörün tehlikeli alana yaklaşma hızı

T: Makinenin durma süresi ve ışık bariyerinin tepki süresi toplamıdır

H: Tehlikeli bölgenin yer düzlemine olan dikey uzaklığı

### Kısaltmalar

PLC: Programmable Logic Controller

Ph: Power of Hydrogen

FMEA: Failure Mode Effect Analysis

RÖS: Risk Öncelik Sayısı

PL: Performance Level

I/O: Input/Output

RFID: Radio Frequency Identification

PL: Performance Level

IEC: International Electrotechnical Commission

ISO: International Organization for Standardization

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda dünyada yaşanan sanayileşme sonucu üretim tesislerinde kullanılan makine sayısı ve çeşitliliği oldukça artmıştır. Makine sayısının artması ile birlikte makine kaynaklı kazaların sayısında da ciddi bir çoğalma görülmektedir. Kaza sayılarındaki artış hem çalışan sağlığı hem de üretim verimi açısından ciddi problemler oluşturmaktadır. Bu problemleri ortadan kaldırmak için öncelikle yaşanan kazaları analiz etmek ve nedenlerini araştırmak gerekmektedir.

Güney Kore'deki endüstriyel tesislerde yapılan araştırmada, yaşanan 28.441 iş kazası istatistiki olarak ele alınmış ve oluşan kazaların %75,69'u makine veya teçhizat kaynaklı kazalar olduğu tespit edilmiştir. Bu kazalardan %59,66'sının önlenabilir olduğu gösterilmiştir. Kazaların oluşumunun engellenmesinde, makinelerin üretim aşamasında güvenli şekilde imal edilmelerinin önemine vurgu yapmıştır (Choi, 2014).

Sydney'de bulunan 35 adet fabrikayı içeren bir araştırmada, fabrika çalışanlarıyla anketler yapılmıştır. Yapılan anketler sonucunda, katılımcıların %58'i iş kazası geçirdiklerini belirtmiştir. Pres makineleri saat başına düşen kaza oranında en yüksek oranlı makinelerden birisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kazalara neden olan ortak faktörlere bakıldığında, çalışma prosedürleri, olmayan veya yetersiz fiziksel koruyucu bariyerler ve eksik otomasyon tasarımı görülmektedir (Cross ve ark., 1999)

Kanada'da yapılan bir çalışmada, yaşanan uzuv sıkışması sonucu oluşan yaralanmalar incelenmiştir. İnceleme sonucunda kaza nedenleri arasındaki en büyük oranlar makinenin hareketli kısımlarına erişim, yetersiz makine ekipmanları, eksik otomasyon tasarımı olarak tespit edilmiştir (Yuvın, 2015).

Metal sektöründe bulunan fabrikaları içeren bir araştırmada çalışanlara 3 yıl boyunca farklı anketler uygulanmıştır. Yapılan anketler sonucunda yaşanan kazalardaki en yüksek oranın %10,9 ile pres makinelerinin olduğu ortaya koyulmuştur. Pres kaynaklı olan bu kazaların önlenmesi için güvenli bir makine tasarımı oluşturulması gerekliliği sonucu ortaya çıkarılmıştır (Shin ve ark. 2012).

Makinelerin çalışma alanlarının korunması için oluşturulan güvenlik mesafeleri ele alınan çalışmada Amerika'da bulunan 6 adet fabrikada araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalara göre ülkedeki standartlarda bahsedilen mesafeler her zaman insanları korumaya yetmediği sonucu çıkarılmıştır. Makine tasarımı yapılırken sadece standartlara uygun olmak makineyi tamamıyla güvenli hale getirmeyeceği sonucuna

varılmıştır. Bu sonuçlardan çıkarılan standartların bir makineyi her zaman güvenli hale getirmediğidir. Çoğu zaman standartların üzerinde, risk analizleri ve yaşanan tecrübeler de yapılacak tasarımda göz önünde bulundurulmalıdır (Vaillancourt, 1999).

2020 yılında Türkiye’de teftiş edilen iş kazalarının oluş nedenlerine bakıldığında makine kaynaklı kazaların oranı %20’dir. Bu oran dolaylı olarak makine kaynaklı kazaları içermemektedir. Dolaylı olarak makine kaynaklı kazalar ile beraber bu oran daha da artacaktır (Çalışma Genel Müdürlüğü, 2021).

Hidrolik preslerin sebep olduğu iş kazalarının istatistiği resmi olarak Türkiye’de mevcut değildir. İş kazaları istatistikleri Sosyal Sigortalar Kurumuna ait olup bu istatistikler sektör kodları temelinde mevcuttur. Bu sektör kodları ele alındığında, hidrolik preslerin yaygın olarak kullanıldığı metal üretim sektörü istatistikleri incelenebilir. 2016 yılı için 99 farklı sektör içerisinde “makine teçhizat hariç fabrikasyon metal ürünleri imalatı” 20.616 adet ile toplam 286.068 iş kazası içinde birinci sırada yer almaktadır. Bu durum preslerde yaşanan kazaların oldukça çok olduğunu göstermektedir. (Pehlivan, 2020).

Mill makineleri üzerinde yapılan bir çalışmada, iş güvenliği açısından riskler belirlenmiştir. Bu risk analizi sonucunda makine, doğru güvenlik ekipmanları ve hatada güvenli bir PLC ile tasarlanmıştır. Bu tasarım sonucunda birçok riskin ortadan kalktığı gösterilmiş ve daha güvenli bir makine elde edilmiştir (Öner, 2020).

Bu gibi çalışmaların da gösterdiği gibi makine tasarımını güvenli hale getirmek iş kazalarının önüne geçmek için en etkili yoldur. Makine tasarımını güvenli hale getirmek içinse olabilecek risklerin donanım ve yazılım alanında yapılan iyileştirmeler ile kapatılması gerekmektedir. Tasarımı yapılacak makine için her türlü senaryo düşünülmelidir. Bu senaryolarda ortaya çıkan riskler için çalışmalar yapılmalıdır.

Gelişen teknolojiyle beraber güvenlik elemanlarına ulaşmak artık daha kolay bir hal almıştır. Bu elemanların eksiksiz ve doğru kullanılması güvenli bir makine tasarımı için en önemli unsurdur. Seçilen malzemeler için doğru bir program geliştirilmeli ve oluşabilecek riskler ortadan kaldırılmalıdır.

Bu çalışmada hidrolik presler özelinde bir makinenin nasıl en güvenli şekilde tasarlanabileceği konusu üzerinde durulmuştur. Bu tasarımda her parçanın önemli olduğu ve ancak tüm parçaların birleşerek bir bütün oluşturduğunda gerçekten güvenli bir makine tasarımına ulaşılabileceği anlatılmıştır. Çalışma esnasında birçok farklı

güvenlik standardı incelenmiştir. Hepsi içerisinde en uygun olanları seçilmiş, standartların eksik kaldığı durumlarda ek çözümler üzerinde durulmuştur.

Bu tez çalışması kullanılarak güvenli bir hidrolik pres elde edilebilir. Hem makine üreticileri hem de makine kullanıcıları için bilgiler içeren bu çalışmada bir hidrolik presin nasıl güvenli hale getirileceği anlatılmıştır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde emniyet otomasyonu hakkında yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Sakai ve arkadaşları (2007), makinelerde ve proseslerde kullanılan acil durdurma butonları hakkında çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada acil durdurma butonları nasıl bağlanmalı konusuna değinmişlerdir. Acil durdurma butonlarının hangi durumlarda hatalara neden olacağı ve butonların seçimindeki standartlar gösterilmiştir.

Zahalka ve arkadaşları (2014), yaptıkları çalışmada endüstriyel makinelerde kullanılan sistemlerin performans seviyelerinin nasıl belirlenmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Emniyet otomasyonları için performans seviyesinin ne anlama geldiğini ve hangi durumlarda yüksek seviyeler tercih edilmesi gerektiğinden bahsedilmiştir. Örnek olarak acil durdurma butonlarının hangi mimari ile kullanılması gerektiği gösterilmiştir.

Hata ve arkadaşları (2015), preslerde kullanılan ışık bariyerlerinin konumlandırılması konusunda çalışma yapmışlardır. Işık bariyerlerinin konumunu belirlemek için bir formül oluşturulmuşlardır. Bu formül ile birlikte hem daha verimli hem de daha güvenli bir çalışma sağlandığı gösterilmiştir.

Bhosale ve arkadaşları (2016), makine emniyeti üzerine yaptıkları çalışmada emniyet elemanlarının seçimi ve kullanımından bahsetmişlerdir. Sistemde emniyet otomasyonu için yapılan donanım ve yazılım, standart bir PLC ile tasarlanmıştır. Yapılan bu sistemin klasik sistemlere göre daha güvenli olduğuna değinilmiştir.

Ergür (2017) çalışmasında hidrolik preslerde çift el sistemi ile sağlanan güvenlik iyileştirmelerini konu almıştır. Yapılan çalışmada hidrolik presler için çift el sisteminin avantajlarından bahsedilmiştir. Tasarımı yapılan bu çift el sistemi ile hidrolik preslerin daha güvenli hale geldiği sonucuna varılmıştır.

Sthol ve arkadaşları (2018), çalışmalarında endüstriyel makinelerde emniyet fonksiyonları için haberleşme türlerini anlatmışlardır. Hidrolik preslerde kullanılan güvenlik elemanları ile oluşturulan bir uygulamada, haberleşme ve bağlantı yöntemlerinden bahsedilmiştir. Işık bariyerleri, acil durdurma butonları gibi güvenlik elemanlarının farklı bir PLC yerine, hatada güvenli özelliği olan ve proses kontrolünde de kullanılabilecek bir PLC'ye bağlanmasının daha faydalı olacağı gösterilmiştir.

Chuang ve arkadaşları (2018), makinelerde ve kapılarda kullanılan kilit sistemleri üzerine çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada kilit sistemlerinin nasıl kullanılması gerektiği ve hangi türlerin daha kararlı çalıştığı ortaya konmuştur.

Baudouin ve arkadaşları (2018), yaptıkları çalışmada servo presler için emniyet fonksiyonları konusunu incelemişlerdir. Yapılan çalışmada servo motorlar için hangi güvenlik önlemlerinin kullanılabileceği gösterilmiştir. Servo sürücülerdeki güvenlik fonksiyonları incelenmiş ve servo presler için makinenin nasıl daha hızlı durabileceği konusunda bilgiler verilmiştir.

Zdansky ve arkadaşları (2018), robot hücresi için emniyet otomasyonu tasarımı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada acil durdurma butonları, kapı şalterleri gibi güvenlik elemanlarının hatada güvenli bir PLC ile nasıl kullanılması gerektiğini anlatmışlardır. Oluşturulan tasarım ile robot hücresi güvenli bir sistem haline getirilmiştir.

Zeyrek (2019), pres makineleri için emniyet iyileştirmesi üzerine çalışmıştır. Kapı şalterleri, güvenli enkoderler, hatada güvenli PLC'ler ile emniyet alanında iyileştirmeler yapmıştır. Yapılan bu iyileştirmeler ile preslerin daha güvenli olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Chinniah ve arkadaşları (2019), çalışmalarında makine emniyeti alanındaki uluslararası standartları incelemişlerdir. ISO 13849 ve IEC 62061 standartların uygulama farklılıklarını göstermişlerdir. Bu standartların uygulanması ile makinede oluşan emniyet kazanımlarından bahsedilmiştir. İki standardın birleştirilmesi ve tek bir standart haline getirilmesi gerektiğini anlatmışlardır.

Nivajoki (2019), yaptığı çalışmada emniyet otomasyon yazılımı konusuna değinmiştir. Emniyet ekipmanlarının PLC'ye eklenmesi ve yazılımının oluşturulması hakkında bilgiler verilmiştir. İki farklı yazılım kullanılarak oluşturulan çalışmada bu yazılımların farkları ve avantajları ortaya konmuştur.

Reijnen ve arkadaşları (2020), hatada güvenli PLC'ler üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında standart PLC'ler ve hatada güvenli PLC'lerin çalışma prensipleri karşılaştırılmıştır. Güvenlik elemanları ve güvenlik yazılımının hatada güvenli bir PLC ile işlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Theocharis ve arkadaşları (2020), emniyet otomasyonu sistemlerinde buton, sensör, valf, kontaktör bağlantılarının nasıl yapılması gerektiği üzerine çalışmışlardır. Giriş elemanlarının çift kanal mimarisi ile tasarlanması gerektiğini göstermişlerdir. Çıkış elemanları için besleme gerilimlerinin PLC üzerinden verilmesinin

avantajlarından bahsetmişlerdir. Yapılan yazılım ile beraber sistemin tasarımını gerçekleştirmişler ve bu tasarımın avantajlarını ortaya koymuşlardır.

Rastocny ve arkadaşları (2021), hatada güvenli PLC'ler üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada hatada güvenli PLC'lerin özellikleri, yapısı ve avantajları ele alınmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda hatada güvenli PLC'ler makinelerin standart işleyişinden ayrıldığı için daha güvenli olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca hatada güvenli PLC'lerin sadece güvenlik otomasyonu için kullanıldığından ve kendi güvenlik fonksiyonları olduğundan çok daha hızlı tepki verdiği gösterilmiştir.

Güvenlik otomasyonu alanında birçok farklı çalışma bulunmaktadır. Bazı çalışmalar bir güvenlik elemanının sağladığı kazançları gösterirken bazıları da bir sistemin kazançlarını ele almıştır. Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak hidrolik preslerde oluşan güvenlik eksikleri tespit edilmiş, bu tespitlere göre önlemler belirlenmiştir. Bu önlemler doğrultusunda güvenlik elemanları seçilmiş ve makineye kazanımlarından bahsedilmiştir.

### 3. HİDROLİK PRESİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

#### 3.1 Hidrolik Presin Tanımı

Hidrolik sözcüğü Yunancadan gelmektedir. Boru ve su sözcüklerinin birleşmesinden oluşur. Terim anlamı olarak hidrolik, belli bir basınç ile bir akışkanın, kuvvet ve hareket iletiminde kullanılması ve bu iletimin kontrol edilmesi anlamına gelir. Hidrolik sistemler; sıkıştırılamaz olan akışkanların kullanıldığı, basınç uygulanan akışkan vasıtasıyla hareket ve kuvvetlerin üretildiği sistemlerdir. Akışkanların üzerine mekanik olarak basınç uygulanır, bu basınç akışkanın üzerinde taşınır. Bu basınç ile akışkan, iletiği yerde yeniden mekanik sistemler yardımıyla bir kuvvet ve hareket oluşturur. Kuvvet iletimi bu yolla gerçekleşir. Akışkanların sıkıştırılamaz özelliği sayesinde, hidrolik sistemler ile büyük güçler elde edilir. Hidrolik sistemler konum, hız ve basınç gibi değişkenleri yüksek bir doğrulukla kontrol edebilir (Watton, 2009).

**Debi:** Hidrolik sistemlerde debi; belirli bir kesitten, belirli bir sürede geçen akışkan miktarıdır. Birim olarak  $m^3/h$ ,  $m^3/s$ , litre/dakika kullanılabilir. Hidrolik presler sabit veya ayarlanabilir debili olarak tasarlanabilir.

**Basınç:** Belirli bir kesitte sıkıştırılan akışkan Paskal prensibine göre, içinde bulunduğu kapalı bir materyalin bütün yüzeylerindeki her birim kesite aynı miktarda bir kuvvet uygular ve buna basınç denir. Basınç değeri için kullanılan birim Bar'dır. Paskal prensibi yer çekimsiz bir ortamda, kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı büyüklükte iletilir. Basınç = Kuvvet / kesit alanı ( $P = F / A$ ) formülü ile hesaplanır. Hidrolik preslerde elektrik motoru ile çalışan pompalar tahrik edilir ve bu sayede sistem için gerekli basınçlı yağ elde edilir. Bu basınçlı yağ, yön denetim valfleri ile kontrol edilerek silindirlere ulaştırılır ve bu sayede silindirlerin hareketi sağlanır. Silindirlerin aşağı ve yukarı yöndeki bu hareketi ile silindire bağlı olan koç tabla hareket ettirilir. Silindirlere gönderilen yağ miktarı ve basınç kontrol edilebildiği için presin aşağı ve yukarı yöndeki hızları ve presin tonajı kontrol edilebilir (Patel, 2015).



### 3.2. Hidrolik Preslerin Sınıflandırılması

Hidrolik presler, gövde yapıları ve kuvvet etki sayılarına göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflardan her birinin farklı özellikleri bulunmaktadır. Hidrolik pres kullanıcıların seçimleri bu özelliklere göre olmaktadır.

#### 3.2.1. Gövde yapısına göre hidrolik presler



Şekil 3.1. H tipi hidrolik pres (Hidroliksan Halim Usta Pres San. Tic. Ltd. Şti., 2021)



Şekil 3.2. C tipi hidrolik pres (Hidroliksan Halim Usta Pres San. Tic. Ltd. Şti., 2021)



Şekil 3.3 Kolonlu Tip Hidrolik Pres (Hidroliksan Halim Usta Pres San. Tic. Ltd. Şti., 2021)

Hidrolik preslerde 3 farklı konstrüksiyon bulunur. Bunlar Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de görüleceği gibi;

- C tipi
- Kolonlu tip
- H tipidir.

Konstrüksiyon şekilleri, şekillendirilecek malzemenin cinsine, boyutuna, kalıp boyutuna, gerekli tonaja göre belirlenir. Örnek olarak bir kaşığın şekillendirilmesinde, üretilecek ürünün küçük boyutlu olması, böylece küçük kalıpların kullanılması ve gerekli tonajın düşük olması nedeniyle C tipi bir presin kullanılması daha uygundur. Aynı şekilde bir otomobil kaporta parçasının şekillendirilmesinde ürünün ve kalıbın büyük olması ve gerekli tonajın yüksek olması sebebiyle H tipi bir presin kullanılması daha uygundur. Kolonlu tip presler 4 tarafı açık şekilde imal edilirler. 4 köşede bulunan

kolonlara bağı şekilde hareket eden bir tablası vardır. Böylece ters sıvama işlemini de gerçekleştirebilirler. (Sipahioğlu, 2001)

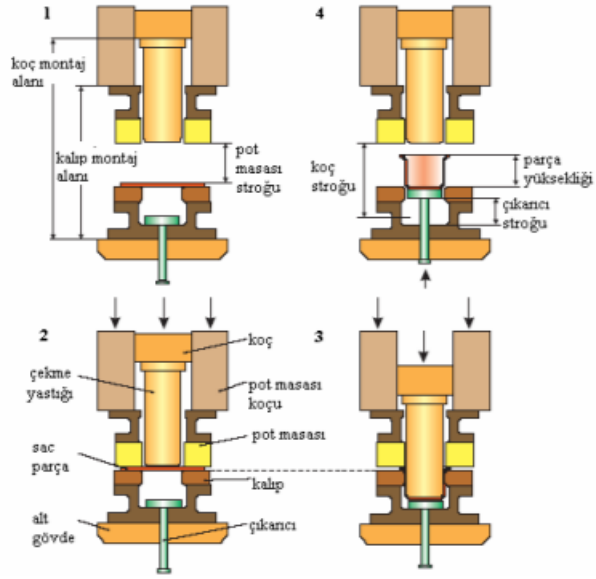
Endüstride en çok kullanılan pres tipleri C ve H tipi preslerdir. Şekillendirme işlemi kalıbı ısıtarak veya soğuk baskı şeklinde yapılabilir. Bu seçim şekillendirilecek malzemelerin özelliğine bağlıdır. Günümüzde hidrolik presler birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanlar genel olarak; otomotiv, beyaz eşya, makine, elektronik, savunma, gemi imalatı, demir çelik sektörüdür. Bu sektörlerde kullanılan hidrolik preslerin her biri belirli bir amaç dahilinde kullanılmaktadır. Örnek olarak otomotiv sektöründe saç parçalara şekil verilmesinde presler kullanılmaktadır. Diğer kullanım amaçları ise kesme ve dilimleme işleri, çapak alma, kalibre etme, yüzey düzleştirme, ütüleme, profil büküm, derin çekme, tekrar form verme, kanal çökertme, damgalama, katlama, şişirme, dövme, serbest ekstrüzyon, hassas delme, bükme, kenar kıvrırma, gerdirerek sıvama, çentik çökertme, kabartmadır (Avcı, 2019).

### 3.2.2. Kuvvet etki sayısına göre hidrolik presler

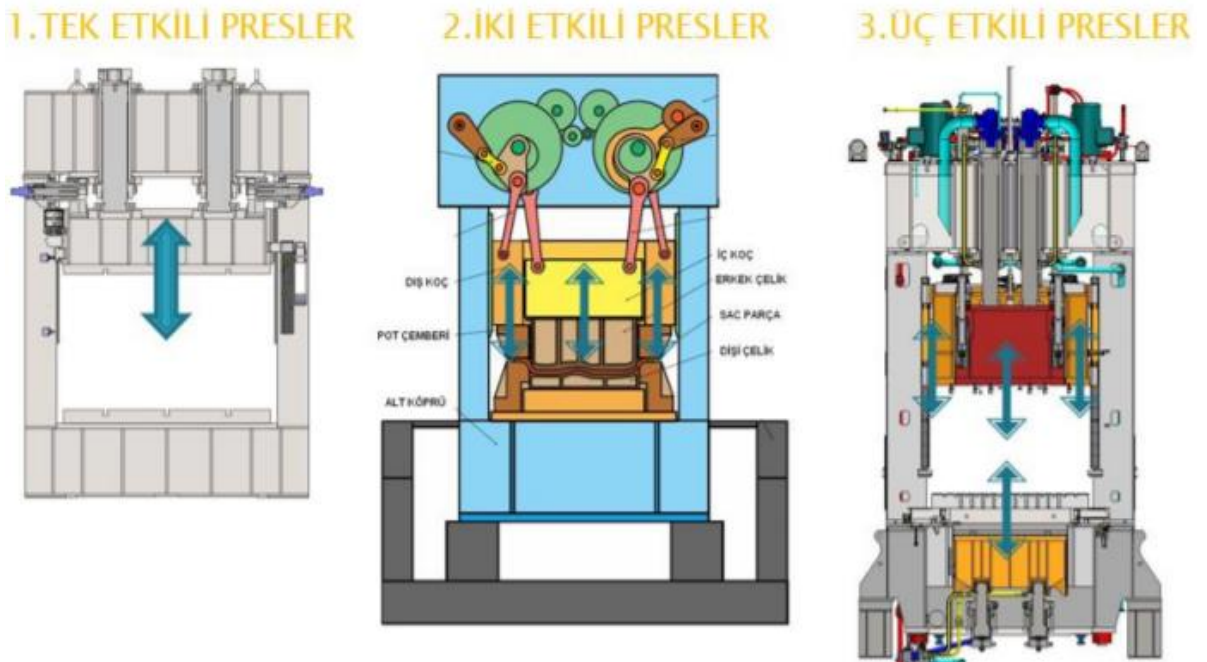
Preslerin sınıflandırılmasındaki bir diğer faktör ise kuvvet etki sayısıdır. Hidrolik presler etki sayılarına göre;

- Tek etkili
- Çift etkili
- Üç etkili olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

Etki şekli preslerde şekillendirme proseslerindeki farklı ihtiyaçlar neticesinde oluşmuştur. Üç tip presin de şekillendireceği malzeme tipleri farklıdır ve hepsinin kendine göre özellikleri vardır. Üç etkili presler, üç bölgeden kuvvet uygulanmasını sağlayan preslerdir. Bu preslerde, koç tablanın aşağı yönlü hareketi ile kuvvet kalıba iletilir. Çift etkili presler ise koç tablanın iki parçadan oluştuğu ve bu iki parçadan ayrı ayrı kuvvet uygulanan preslerdir. Ayrıca koç tablanın tek tabladan oluştuğu preslere tek etkili presler denir (Fındık, 2004).



Şekil 3.4 Üç etkili hidrolik presin hareketleri (Fındık, 2004)



Şekil 3.5 Kuvvet etki sayısına göre presler (Köseler, 2014)

Üç etkili preslerde; üst kalıbın bağlandığı koç tabla iki parçadan oluşmaktadır. Bunlardan iç tarafta olan iç koç tabla, dış tarafta olan ise dış koç tabla olarak adlandırılır. Şekil 3.4’de gösterildiği gibi operasyon başlamadan şekillendirilecek parça alt kalıp üzerinde bulunmaktadır, daha sonra dış koç tabla hareket eder. Böylece dış koç tablaya bağlı olan pot çemberi isimli kalıp parçası parçaya basar ve parçayı tutar. Parça

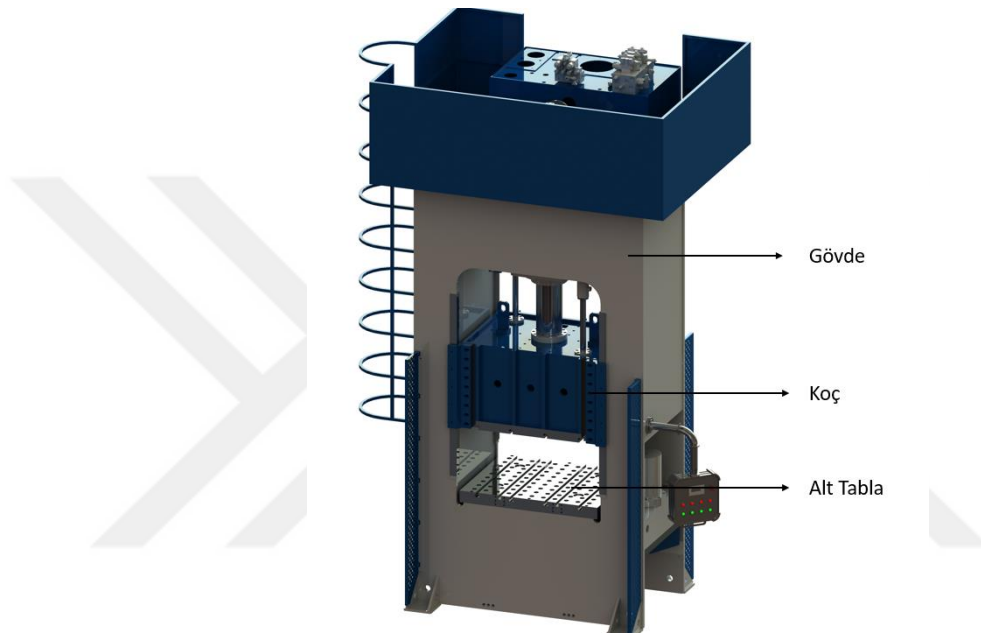
pot çemberi tarafından tutuluyorken iç koç tablaya bağlı olan erkek kalıp hareket ettirilerek parçaya form vermeye başlar. Form verme işlemi bittikten sonra çıkarıcı grubu yukarı çekilerek parçayı kalıp dışına çıkarır. Bu proseste üç farklı hareket kontrol edildiği için bu şekilde çalışan preslere üç etkili pres adı verilmektedir. Şekil 3.5’de gösterilen tek etkili preslerde koç tabla tek parçadır ve alt gövdede herhangi bir parça yoktur. Tek etkili preslerde alt kalıp presin sabit olan alt tablasına bağlanır. Üst kalıp presin hareketli olan üst tablasına bağlanır ve üst tabla aşağı inerek kalıbın kapanması sağlanır. Bu şekilde malzeme şekillendirilmiş olur. Şekil 3.5’de gösterilen çift etkili preslerde iki koç tabla vardır fakat çıkarıcı bulunmaz. Çift etkili presler derin çekme işleminin yapıldığı preslerdir. 3 etkili presler tek ve çift etkili olarak kullanılabilir. Aynı şekilde çift etkili presler de tek etkili olarak kullanılabilir (Köseler, 2014).



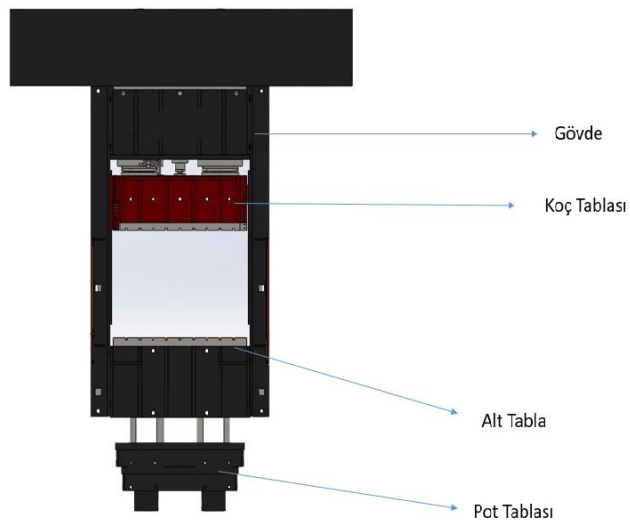
## 4. HİDROLİK PRESLERİN TASARIMI

Bu bölümde hidrolik preslerin mekanik, hidrolik ve otomasyon tasarımı anlatılmıştır. Hidrolik preslerde tasarım, pres çeşidine göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada H tipi bir pres ele alınmıştır.

### 4.1. Mekanik Tasarım



Şekil 4.1. H tipi tek etkili bir presin mekanik bölümleri



Şekil 4.2. H tipi çift etkili bir presin mekanik bölümleri

Şekil 4.1’de tek etkili preslerin mekanik kısımları, Şekil 4.2’de çift etkili preslerin mekanik kısımları gösterilmiştir. Alt başlıklarda parçalar tek tek incelenmiştir.

#### **4.1.1. Gövde**

Hidrolik presler gövde tiplerine göre farklılık gösterirler. Pres gövdelerini birbirinden ayıran özellikler; gövde şekli ve kullanılan malzemenin cinsidir. Küçük tonajlı preslerin gövdesi genelde döküm, büyük tonajlıların ise döküm ve çelik birleştirmedir.

Hidrolik presler gövde biçimlerine göre 3 farklı şekilde üretilirler. C tipi hidrolik presler, şekil olarak c harfine benzemektedir. 3 tarafı açık şekilde imal edilir. Genelde düşük tonaj gerektiren işler için tercih edilir. Kolonlu tip presler 4 tarafı açık şekilde imal edilirler. Dört köşede bulunan kolonlara bağlı şekilde hareket eden bir tablası vardır. H tipi hidrolik presler genelde yüksek tonaj gerektiren ve büyük boyutlu malzemelerin imalatında kullanılır.

#### **4.1.2. Koç tablası**

Hidrolik silindirlere bağlı olan koç tablası üst kalıbın bağlandığı kısımdır. Hidrolik silindirler vasıtasıyla güç koç tablasına aktarılır ve form verme, kesme gibi işlemler gerçekleştirilir. Hidrolik preslerin hareketli olan kısmıdır. Silindirlerin hareketi ile beraber hareket eder.

#### **4.1.3. Alt tabla**

Hidrolik preslerin sabit olan tablasıdır. Tek etkili preslerde alt kalıp bu tablaya bağlanır. Koç tablasına bağlı olan üst kalıp alt kalıpla birleşerek işlem tamamlanır. İki ve üç etkili preslerde alt tablanın deliklerinden pot milleri geçirilir. Bu millere alt kalıp bağlanır ve bu şekilde sıvama işlemi gerçekleştirilir.

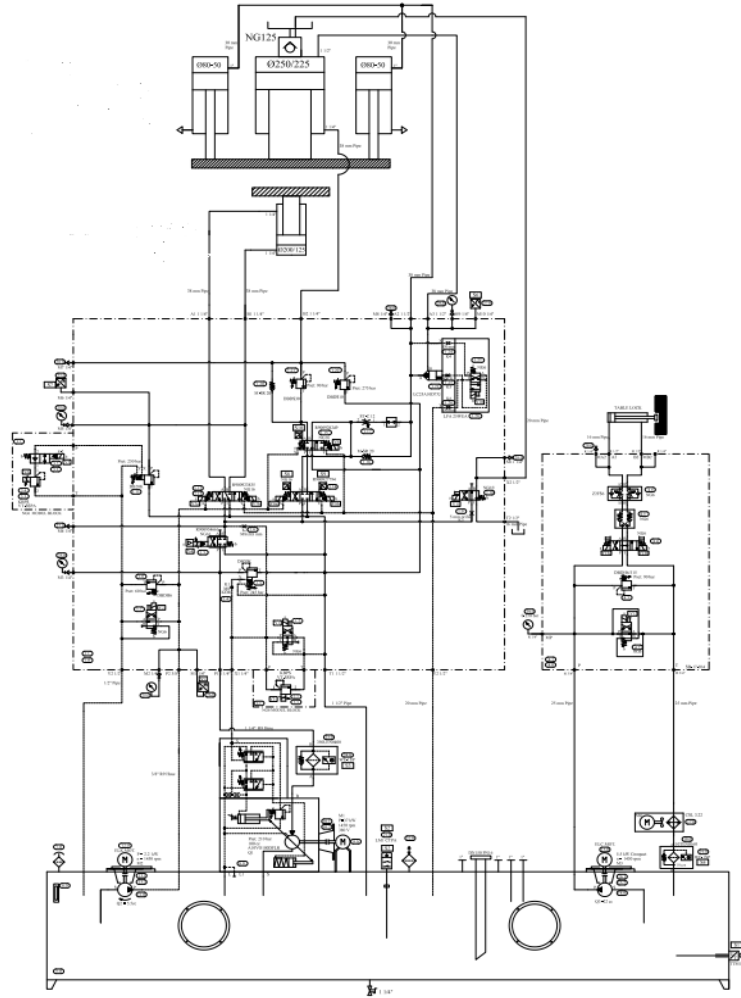


#### 4.1.4. Pot tablası

Pot tablası iki ve üç etkili preslerde bulunur. Bu preslerde pot tablasına miller yerleştirilir. Bu millerin hareketini pot tablası sağlar. Sıvama işleminde koç tablası önce yukarıda duran pot tablasına baskı yapmış olur. Böylece kalıba oluşan baskı çift yönlü olarak gerçekleşir (Vaishnav, 2016).

#### 4.2. Hidrolik Tasarım

Şekil 4.3'de çift etkili bir presin hidrolik şeması görülmektedir. Şemadaki elemanlar sırasıyla açıklanmıştır.



Şekil 4.3. Çift etkili presin hidrolik şeması

#### 4.2.1. Hidrolik yağ

Hidrolik yağlar, hidrolik gücün iletilmesinde kullanılır. Bir hidrolik sistemde gücün etkin bir şekilde iletimi belli özelliklere sahip bir sıvı ile gerçekleşir. Bu özellikler; düşük sıkıştırılabilirlik, havadan etkilenmeme özelliği, köpüklenmeme özelliği ve uygun viskozitedir. Düşük sıkıştırılabilirlik özelliği uygulanan gücün hızlı ve verimli bir şekilde iletilmesini sağlar. Havadan etkilenmeme özelliği; sıvı içerisinde kalan hava nedeniyle sıkıştırılabilirliğin artmamasını ifade eder. Köpüklenmeme özelliği; yağın hareketinden dolayı köpüklenme oluşmamasıdır. Viskozite ise bir akışkanın, yüzey gerilimine karşı gösterdiği dirençtir. Akışkanlığı etkiler (Hathaway, 2018).

#### 4.2.2. Hidrolik yağ tankı

Hidrolik yağın depolandığı devre elemanlarına tank adı verilir. Depo kapasitesi, hidrolik sisteme gerekli olan yağ miktarına göre seçilmelidir. Tank sağlam bir malzemeden yapılmalıdır. Aşınma veya bozulma durumlarına karşı emniyetli olmalıdır.

#### 4.2.3. Hidrolik boru ve hortumlar

Hidrolik sistemlerde yağı tanktan silindir ve valflere taşıyan ve geri dönen yağı tekrar tanka taşıyan elemanlardır. Hortumlar, esneme kabiliyeti yüksek olduğu ve montaj kolaylığı sağladığı için daha çok tercih edilir. Borular; eksiz, yüksek basınca dayanıklı çelikten üretilir. Borular daha güzel bir görüntü oluşturur ve daha düzenlidir. Fakat çapları doğru seçilmelidir.

#### 4.2.4. Hidrolik filtreler

Filtreler sistemde herhangi bir tıkanma olmaması için yağın temizliğini sağlamak amacıyla kullanılırlar. Kirlilik kullanılan yağdan, üretim aşamasında oluşan talaşlardan veya hidrolik eleman değişimi nedeniyle oluşabilir. Filtreler üç ana gruba ayrılır:

- Pompa hattı filtreleri: Pompa filtresi pompayı korumak amacıyla kullanılır. Tanktan hidrolik sisteme vermek için çekilen yağı temizler.

- Geri dönüş hattı filtreleri: Hidrolik sistemden depoya geridönen yağı filtre eder.
- Basınç hattı filtresi: Hidrolik pompanın çıkışına hidrolik sistemin zarar görmesini önlemek için kullanılır. Basınca dayanıklı olması gerekir (Totten, 2012).

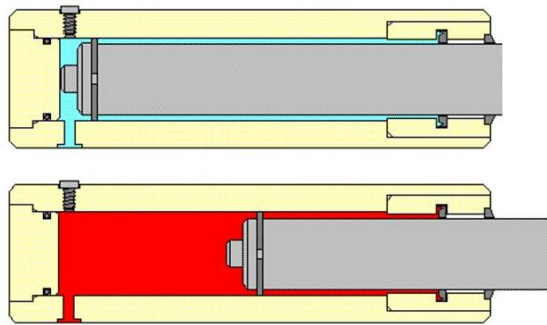
#### 4.2.5. Hidrolik pompalar

Hidrolik pompalar hidrolik tanklarda bulunan yağı, ayarlanan basınç ve debide hidrolik sisteme göndermek için kullanılırlar. Pompalar, motorların ürettiği mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürür. Pompa, dönme hareketini motordan alır. Pompalar, istenilen debiyi ve basıncı üretebilecek şekilde seçilmelidir. Motorun dönüş yönü ile hidrolik pompanın dönüş yönü uygun şekilde olmalıdır. İlk harekete anlarında sistemde oluşan hava atılmalıdır. Tanktaki yağ seviyesi sık sık kontrol edilmesi gerekmektedir. Pompa sistemin ihtiyaçlarına göre seçilmelidir (Formato, 2018).

#### 4.2.6. Hidrolik silindirler

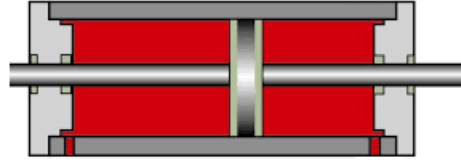
Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren devre elemanına hidrolik silindir denir. Hidrolik silindirler iki ana gruba ayrılır:

- Tek etkili silindirler: Şekil 4.4’de görüldüğü gibi basınçlı akışkan silindirin tek yönünden girip pistonun tek bir yüzeyine etki ediyorsa bu tip silindirlere tek etkili silindir denir.



Şekil 4.4. Tek Etkili Silindir

- Çift etkili silindirler: Şekil 4.5’de gösterildiği gibi basınçlı akışkan silindirin iki ayrı yerinden girip pistonun iki yüzeyine etki ederek ileri geri hareketleri akışkan gücüyle üreten silindirlerdir.



Şekil 4.5. Çift etkili silindir

#### 4.2.7. Hidrolik valfler

Valfler, akışkanların yönünü belirlemeye yarayan, istenildiğinde yönünü değiştiren, akışkanın basıncını ve debisini ayarlayan hidrolik elemanlardır. Yön kontrol valfleri, basınç kontrol valfleri, akış kontrol valfleri ve çek valfler olmak üzere 4 kısma ayrılır.

- Yön Valfleri: Akışkanın geçeceği yolu belirleyen, akış yolunu açan elemanlardır. Valflerin elektriksel olarak kumanda edilebildiği için uzaktan kontrol edilebilirler.

- Emniyet valfleri: Hidrolik sistemi ani basınç yükselmelerine karşı koruyan elemanlardır. Normalde kapalı olan valfler, basınç yükselmesi durumunda açılarak fazla akışkanı depoya gönderir. Böylece fazla basınç, normal seviyesine düşürülür.

- Debi Valfleri: Akışkan debisini ayarlamak amacıyla kullanılan valflerdir. Akış miktarındaki değişim ile silindirlerin hızı ayarlanmaktadır.

- Çek valfler: Akışkanın tek yöne geçmesine izin verirken, diğer yöndeki geçişe izin vermez. Pompayı yüksek basınçlardan korumak amacıyla, pompa çıkışından sonra kullanılmaktadır (Yağbasan, 2010).

### 4.3. Otomasyon Tasarımı

Her endüstriyel makinanın olduğu gibi hidrolik preslerin de çalışması için elektriğe ihtiyaç vardır. Bu elektriğin sağlanması için bir elektrik panosuna ve bu panodaki çeşitli elektrik elemanlarına ihtiyaç vardır. Makine bu elemanlar vasıtasıyla kontrol edilir.

#### 4.3.1. Elektrik pano kısmı

Endüstriyel makinelerin istenilen şekilde çalışması için bir kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Bu kontrol sistemi elektrik panoları ile sağlanır. Elektrik panoları, Şekil 4.6'da görüleceği gibi içinde çeşitli devre elemanları bulunduran sistemlerdir. İlerleyen bölümlerde elektrik panolarında kullanılan devre elemanları açıklanmıştır.



Şekil 4.6. H tipi tek etkili bir presin otomasyon panosu

#### **4.3.1.1. Kontaktör**

Kontaktörler, bobinine enerji verilmesiyle açık kontakları kapatan, kapalı kontakları açan, sistemi uzaktan kontrol etmeye imkân veren elektromanyetik devre elemanlarıdır. Rölelerden farklı olarak, yüksek akım ihtiyacı olan devrelerde kullanılır. Kontaktörler hidrolik preslerde, elektrik motorlarının çalıştırılmasında ve panonun 380, 220, 24V beslemelerinin dağıtılmasında sıklıkla kullanılır.

#### **4.3.1.2. Röle**

Röleler, elektrik devrelerinde özellikle elektrik kumanda devrelerinde kullanılan ve düşük akımları anahtarlama kabiliyetine sahip elektromekanik bir devre elemanıdır. Rölenin bobinine çok düşük bir enerji uygulanarak kontaklarından daha büyük akımlar anahtarlatabilir. Hidrolik preslerde valfler, makine aydınlatması, uyarı lambaları, motorların kontaktör tetiklemeleri röle kullanılarak yapılır.

#### **4.3.1.3. PLC**

Programlanabilir lojik kontrolörler yani kısaca PLC'ler makinelerin kontrolünde kullanılırlar. Birçok farklı dijital, analog giriş ve çıkış barındıran bu makinelerde beyin konumundadır. Makine programlarının yürütüldüğü elemanlardır.

#### **4.3.1.4. Motor koruma şalteri**

Motor Koruma Şalteri, elektrik motorlarını aşırı yük akımına, kısa devre akımına karşı korumak için tasarlanmış elektrikselsel koruma elemanıdır. Kullanılan her motora bağlanmalıdır. Motorların korunması için önemli bir elemandır.

#### **4.3.1.5. Faz sırası rölesi**

Faz sıralama rölesi, panonun ana beslemesinden gelen R,S,T üç fazının doğru sıralanıp sıralanmadığını kontrol eder ve yanlış sıralanma durumunda devreyi keser. Motorların fazları farklı gelme durumunda motorlar ayarlanandan ters yönde döner. Motorun uzun süre ters dönmesi hidrolik pompayı kullanılmaz hale getirecektir.

### 4.3.2. Saha elemanları kısmı

Makinelerde kullanılan pano dışındaki tüm elemanlar saha elemanı olarak kabul edilir. Bu elemanlar makinedeki istenilen bilgiyi almaya yararlar. Örneğin presin bazı noktalarındaki basınç değerlerini öğrenmek için basınç sensörleri kullanılır. Bu elemanlardaki bilgiler PLC’de okunur ve işlenir.

#### 4.3.2.1. Yaklaşım sensörleri

Endüstriyel kontrol ve otomasyon uygulamalarda sıklıkla kullanılan yaklaşım sensörleri bir cismin varlığını gören sensörlerdir. Bu sensörler oluşturduğu elektromanyetik veya elektrostatik alandaki değişimleri kontrol ederek çalışırlar. Hedef cismin özelliğine göre farklı tipte yaklaşım sensörleri kullanılmaktadır. Metal bir cisim için endüktif sensör, farklı yapıda cisimler için kapasitif veya fotoelektrik sensörler kullanılabilir.

#### 4.3.2.2. Limit şalterleri

Limit şalter, bir hareketli mekanizmanın mekanik olarak temas etmesi sonucu elektriksel kontakları pozisyon değiştiren elektriksel bir anahtardır. Genelde hareketli parçaların gidebileceği son noktalara yerleştirilir.

#### 4.3.2.3. Analog sensörler

Analog sensörler algıladığı akış, sıcaklık, seviye, nem, ph gibi çevresel değişkenleri ölçerek PLC’nin anlayabileceği düşük akımlı elektriksel sinyallere dönüştüren elemanlardır. Bu elektrik sinyalleri 0-10 V, 0-20mA veya 4-20 mA aralıklarında olabilirler.

#### 4.3.2.4. Arıza lambası

Makinenin anlık durumunu yani hata durumunu, prosesin hangi konumda olduğu gibi durumlar için operatörü görsel ve işitsel olarak uyarmaya yarayan elemanlardır.

## 5. HİDROLİK PRESLERDE OLUŞABİLECEK KAZALAR VE RİSK ANALİZİ

### 5.1.Hidrolik Preslerde Oluşabilecek Kazalar

Hidrolik presler kullanım açısından en tehlikeli endüstriyel makinelerden birisidir. Endüstride birçok farklı sektörde kullanılan bu makinelerde oluşabilecek kazalar aşağıda sıralanmıştır.

- Hidrolik presler büyük güçlerle çalışırlar. Üretim hızının önemli olduğu fabrikalarda, presle işlenen ürün hemen alınır ve işlenecek ürün prese yerleştirilir. Şekil 5.1’de görüldüğü gibi güvenlik önlemi olmayan preslerde operatörün, presin çalışma alanına yanlış zamanda girme ihtimali vardır. Bu durumda pres durmazsa ciddi boyutta iş kazaları oluşabilir.



Şekil 5.1. Çalışma alanı korunmayan bir hidrolik pres

- Hidrolik preslerde işlem başlaması için normal makinalara oranla daha güvenli bir prosedür uygulanmalıdır. Yanlışlıkla basılabilecek bir tuş presleme işlemi başlatması çok tehlikelidir.
- Hidrolik preslerde açık alanların hepsi insanlar için korunmalıdır. Şekil 5.2’deki gibi preslerin malzeme beslemesi için farklı alanlarda açıklıklar olabilir. Bu açıklıklar için gerekli önlemler alınmazsa önemli yaralanmalara neden olabilir.





Şekil 5.2. Açık alanları kapatılmayan bir pres

- Makineyi acil durumlarda durdurmak için acil durdurma butonları kullanılır. Bu butonların yerleri çok önemlidir. Makinede çalışan operatörler ve çevresinde çalışan insanlar butonlara ulaşamazsa kaza engellenemez.
- Şekil 5.3’de görüldüğü gibi bazı preslerde robotlu besleme tercih edilir. Robotların çalışma alanına gerekli güvenlik önlemleri alınmazsa insanlar zarar görebilir.



Şekil 5.3. Robot ile beslenen bir hidrolik pres

- Hidrolik preslerde bazen birden fazla operatör çalışabilir. Bu proseslerde sistemi başlatmak için iki operatör de yetkilidir. Fakat bu durumda gerekli önlemler alınmazsa birbirinden habersiz olan operatörler kazaya neden olabilir.
- Hidrolik preslerde aşağı ve yukarı hareketler yön valfleri vasıtasıyla sağlanır. Yön valflerinde, valfe kapatma komutu gitmesine rağmen akışkan hala geçmeye devam ediyorsa pres durmaz ve ciddi kazalara neden olabilir.
- Sistemin enerjisi kesildiğinde bütün hareketler kesilmelidir. Sistemi kontrol eden kontrolcünün arızalanması veya enerjisinin kesilmesi durumunda herhangi bir kontrol gerçekleştirilemez. Bu durumlarda tüm hareketler kesilmezse iş kazaları oluşabilir.
- Akışkanların filtreleme işlemi olmadığı durumlarda sistemdeki yabancı maddeler pompaya veya valflere zarar verebilir.
- Sistem basıncı sınırlandırılmayan sistemlerde basınç; herhangi bir tıkanma veya yapılan bir hata durumunda çok yükseleceği için sistem elemanlarına zarar verebilir.
- Çok yüksek sıcaklığa çıkan akışkanlar hidrolik devre elemanlarına zarar verebilir.
- Özellikle çok büyük olan preslerde operatörün göremeyeceği kısımlarda her türlü güvenlik önlemi alınmazsa ciddi kazalara yol açılmış olur.
- PLC kullanılan sistemlerde güvenlik elemanları prosesi çalıştıran PLC'den tamamen ayrılmazsa PLC'de yaşanan bir aksaklık iş kazalarına neden olabilir.
- Sistemde oluşan bir arızadan sonra makine kendiliğinden çalışmaya başlarsa ciddi hasarlara neden olabilir.
- Makinede kullanılan motorların bozulması, yanması gibi durumlarda öngörülemeyen hatalar ve kazalar oluşabilir.
- Acil durumlarda makinenin tüm hareketleri kesilmezse yaşanabilecek kazaların önüne geçilemez. Bu durumlar ortadan kalktığında, makine tekrar başlatılacağına da sistem kaldığı yerden devam ederse öngörülemeyen hatalar ortaya çıkabilir.
- Yanlış güvenlik ekipmanlarının seçimi ciddi bir risktir. Kullanılan elemanların yetersiz olduğu durumlarda kazaların önüne geçilemez.

## 5.2. Hidrolik Preslerde Risk Analizi

Endüstride kullanılan birçok farklı risk analizi metodu vardır. Bunlardan en çok kullanılanları; matris metodu, kontrol listesi metodu, fine kinney metodu ve hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) metodudur. Matris metodu şiddet ve olasılık değerlerine göre bir risk katsayısı çıkarır. Kontrol listesi metodu, oluşturulan bir kontrol listesinde onay ve red işaretlemeleriyle bir skor çıkarır. Fine Kinney metodu ihtimal, sıklık ve şiddet değerlerinin çarpımı ile bir risk değeri verir. Her değer için 6 farklı katsayı kullanılabilir. FMEA metodu ise ihtimal, sıklık ve şiddet değerlerinin çarpımı ile bir risk değeri verir. Bu değerler için 10 farklı katsayı oluşabilir. En çok değer ve en çok katsayı FMEA metodunda kullanılmaktadır. Bu da FMEA metodunun en kapsamlı risk analizi olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle tez çalışmasında risk analizi için uluslararası alanda en çok kabul gören ve kullanılan risk analizi yöntemlerinden olan FMEA metodu kullanılmıştır.

FMEA metodunun tasarım, proses, sistem ve hizmet gibi alt dalları vardır. Tasarım FMEA makine tasarımı ile ilgili bilinen ve olası hataları, yanlışları ve problemleri önceden belirlemeyi, tanımlamayı ve ortadan kaldırmayı hedefleyen mühendislik tekniğidir. Bu amaçla, her hata riski değerlendirilmeli ve önceliklendirilmelidir (Stamatis, 1995).

Hata Türü ve Etkileri Analizi ilk olarak 1950'lerin başında ABD'de uçuş kontrol sistemlerinin gelişiminde kullanılmıştır. İlk resmi uygulaması, 1960-1965 yılları arasında NASA tarafından gerçekleştirilen APOLLO projesidir.

Tasarım FMEA çalışmasına başlamak için öncelikle analiz edilecek makine belirlenmeli ve incelenen makinede oluşabilecek hata türleri listelenmelidir. Hata türü, bir makine veya parçanın beklenen görevini yerine getirememesi veya istenen performansı sağlayamamasıdır. Hata türleri listelenirken, daha önce yapılmış çalışmalardan, kalite kontrol kayıt ve raporlarından, deney sonuçlarından, müşteri şikayetlerinden yararlanılmaktadır.

Hata türünü oluşturacak tasarım zayıflıkları, hata nedeni olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzden hataya neden olabilecek bütün olası nedenler göz önüne alınmalıdır. Bir hatanın nedeni, başka bir hatadır. Bu yüzden hata nedeninin doğru tanımlanması, hatanın oluşmasının engellenmesi için kritiktir. Hatanın oluşma olasılığı, makinenin parçalarında ortaya çıkabilecek hataların üretim sayısına oranı olarak tanımlanmaktadır. Tespit, önerilen kontrol önlemleri ile hatanın fark edilebilme

olasılığının derecesidir. Hatanın Tespit edilmesi neredeyse kesinse 1, imkânsız ise 10 puan almaktadır. Hatanın müşteriye gitmeden fark edilebilmesi büyük önem taşımaktadır (Popov, 2016).

Belirlenen her bir olası hata türünün puanlandırılması ve bu puanlandırılmaya göre öncelik sırasının belirlenmesi, risk öncelik sayısına göre yapılmaktadır. Hata türlerinin önceliklendirilmesindeki amaç, hangi hatanın öncelikle incelenmesi ve düzeltici önlemlerin alınması gerektiğine karar vermektir. Makine imalatı yapan bir işletmede, FMEA ile hata kaynaklarının belirlenmesi ve kalitenin iyileştirilmesi sağlanır. Önem  $\times$  Ortaya Çıkma Sıklığı  $\times$  Tespit değeri formülü ile risk öncelik sayısı elde edilir.

$$R\ddot{O}S = P (\text{olasılık}) \times S (\text{şiddet}) \times K (\text{fark edilebilirlik})$$

P: Her bir zarar modunun oluşma olasılık değeri;

S: Zararın ne kadar önemli olduğunun değeri, şiddet, ciddiyet;

K: Zarar meydana getirecek durumun keşfedilmesinin zorluk derecesidir.

Bu bilgilere göre analizler yapılır ve sonuçlar risk tablosuna kaydedilir. Sonuçta kritik olayların meydana gelmeleri önlenmeye çalışılır. RÖS katsayısının en büyük değerinden başlanarak önlemlerin alınmasına başlanır, çünkü en büyük zararlar RÖS'nin en büyük değerlerinde oluşacaktır (Kadıoğlu ve ark., 2009).

Olasılık değeri hesaplamak için öncelikle hata ve sebep olasılığı belirlenmeye çalışılır. Hata türünün ne sıklıkta oluşabileceği hesaplanarak olasılık bir ila on arasında derecelendirilir. FMEA olasılık değeri tablosu Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

|                    |    |
|--------------------|----|
| Neredeyse imkânsız | 1  |
| Uzak               | 2  |
| Çok az             | 3  |
| Az                 | 4  |
| Düşük              | 5  |
| Orta               | 6  |
| Kısmen yüksek      | 7  |
| Yüksek             | 8  |
| Çok yüksek         | 9  |
| Neredeyse kesin    | 10 |

**Tablo 5.1** FMEA olasılık değeri tablosu

Şiddet derecesini belirlemek için hata şekillerinin olası sonuçlarını, niteliksel bir ölçü ile değerlendirebilmek amacıyla sınıflandırma yapılır. Şiddet sınıflandırması olarak

adlandırılan bu sınıflandırmada hata ile beraber oluşacak sonuçlar göz önünde bulundurulur. Tablo 5.2’de FMEA şiddet değeri tablosu gösterilmiştir.

|            |    |
|------------|----|
| Yok        | 1  |
| Önemsiz    | 2  |
| Çok küçük  | 3  |
| Küçük      | 4  |
| Çok düşük  | 5  |
| Düşük      | 6  |
| Orta       | 7  |
| Yüksek     | 8  |
| Çok yüksek | 9  |
| Felaket    | 10 |

**Tablo 5.2** FMEA şiddet derecesi değeri tablosu

Tespit değeri olası hatanın, personel tarafından tespit edilebilmesinin olasılığıdır. Bu nedenle, ortaya çıktığı varsayılan hata nedeninin ya da şeklinin personel tarafından saptanabilme olasılığı olarak tanımlanır. Tespit personelin hatayı saptama olasılığına göre bir ila on arasında derecelendirilir. FMEA tespit değeri tablosu Tablo 5.3’de gösterilmiştir.

|                    |    |
|--------------------|----|
| Neredeyse kesin    | 1  |
| Çok Yüksek         | 2  |
| Yüksek             | 3  |
| Kısmen yüksek      | 4  |
| Orta               | 5  |
| Düşük              | 6  |
| Çok düşük          | 7  |
| Az                 | 8  |
| Çok az             | 9  |
| Neredeyse imkansız | 10 |

**Tablo 5.3** FMEA tespit değeri tablosu

Genel kabul görmüş değerlendirme olarak, RÖS değerlerine göre düzeltici önlem alma kararları şu şekilde verilir;

$RÖS < 60$  ise önlem almaya gerek yoktur.

$60 \leq RÖS \leq 100$  ise önlem alınması gerekir.

$RÖS > 100$  ise acil önlem alınması gerekir (Kahraman, 2009).

| RİSKLER  | OLUŞMA DEĞERİ | ŞİDDET DEĞERİ | TESPİT DEĞERİ | RÖS |
|--|---------------|---------------|---------------|-----|
| Presin çalışma alanına girilmesi sonucu presin durmaması     | 5             | 10            | 3             | 150 |
| Tek buton ile presin çalışabilmesi                           | 6             | 10            | 2             | 120 |
| Pres açıklıklarında gerekli önlemlerin alınmaması            | 5             | 10            | 4             | 200 |
| Güvenlik elemanlarının yanlış kullanımı                      | 5             | 7             | 8             | 280 |
| Eksik veya yetersiz acil durdurular                          | 4             | 10            | 3             | 120 |
| Motor sıcaklık kontrolü olmaması                             | 4             | 8             | 8             | 256 |
| Robotlu çalışmadaki güvenlik eksikleri                       | 7             | 9             | 3             | 189 |
| Operatörlerinin birbirinden bağımsız davranması              | 6             | 9             | 5             | 270 |
| Acil durumlarda tüm hareketlerin kesilmemesi                 | 6             | 10            | 4             | 240 |
| Yön valflerinde oluşabilecek hatalar                         | 4             | 10            | 4             | 160 |
| Sistemin enerjisiz kalması ile tüm hareketlerin kesilmemesi  | 5             | 9             | 6             | 270 |
| Filtreleme olmaması  | 7             | 6             | 6             | 252 |
| Basınç sınırlandırılmaması                                   | 6             | 8             | 7             | 336 |
| Yağ sıcaklık kontrolü olmaması                               | 7             | 5             | 7             | 245 |
| Presin görülemeyen kısımlardaki güvenlik eksikleri           | 6             | 8             | 8             | 384 |
| Güvenlik kontrolü ve proses kontrolünün ayrılmaması          | 3             | 10            | 8             | 240 |
| Yanlış güvenlik elemanlarının seçilmesi                      | 7             | 5             | 5             | 175 |
| Makine güvenlik ihlalinin sonra reset beklemeden çalışmaması | 8             | 8             | 4             | 256 |

**Tablo 5.4** Hidrolik preslerde FMEA tablosu

Tablo 5.4’de hidrolik preslerdeki risk analizi sonuçları vardır. En ufak bir hatada çok büyük yaralanmalar veya ölümlü sonuçlar olacağı için şiddet değerleri hep yüksektir. Bu da RÖS değerlerinin çok yüksek çıkmasına neden olur.

| <b>Koşul</b>  | <b>Durum</b>             |
|---|--------------------------|
| Çalışma alanına girildiğinde pres durmalı   | <input type="checkbox"/> |
| Pres operatör tarafından yanlışlıkla çalıştırılmamalı   | <input type="checkbox"/> |
| Pres açıklıkları kapatılmalı, kapatılmayan açıklıklar bariyer veya kapılar ile sürekli kontrol edilmeli                   | <input type="checkbox"/> |
| Presin çevresindeki tehlikeli alanlarda ve operatör çalışma alanlarında acil durdurma butonları olmalı                    | <input type="checkbox"/> |
| Operatörlerin birbirinden habersiz hareketleri engellenmeli   | <input type="checkbox"/> |
| Güvenlik ihlalleri sonucu tüm hareketler kesilmeli  | <input type="checkbox"/> |
| Hareket valflerinde yaşanacak arızalar önceden tespit edilmeli  | <input type="checkbox"/> |
| Güvenlik elemanlarında yaşanacak arızalar önceden tespit edilmeli   | <input type="checkbox"/> |
| Makinenin enerjisi kesildiğinde tüm hareketler durmalı  | <input type="checkbox"/> |
| Hidrolik akışkan sürekli filtreden geçirilmeli, Filtre dolduğunda sistem durmalı  | <input type="checkbox"/> |
| Sistemin basıncı sürekli kontrol edilmeli, nominal değer üstündeki basınçlarda sistem durmalı                             | <input type="checkbox"/> |
| Yağ sıcaklığı sürekli kontrol edilmeli, nominal değer üstünde sistem durmalı  | <input type="checkbox"/> |
| Presi çalıştıran operatör presin tüm alanlarını görmeli veya görülemeyen alanlarda çalışma alanı ihlalinde sistem durmalı | <input type="checkbox"/> |
| Makinenin proses ve güvenlik kontrolcöleri birbirinden ayrılmalı  | <input type="checkbox"/> |
| Güvenlik ihlalleri sonucu duran sistem ihlal ortadan kalkınca reset butonuna basılmadan hareket almamalı                  | <input type="checkbox"/> |

**Tablo 5.5** Hidrolik preslerde emniyet kontrol formu

Tablo 5.5’de hidrolik presler için emniyet kontrol formu oluşturulmuştur. Bu form ile hidrolik preslerin emniyet durumu kontrol edilebilir. Tüm koşullar sağlandığında emniyetli bir makine elde edilmiş olacaktır.

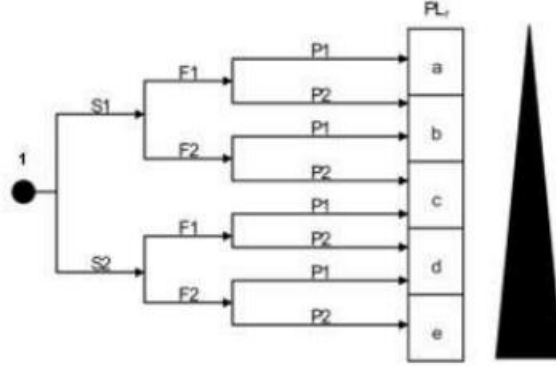
## 6. ÖNLEMLER

Bir önceki bölümde açıklanan kazaya sebep olabilecek durumlar için alınabilecek önlemler, bu kısımda incelenmiştir. Bu önlemler makinenin daha güvenli hale getirilmesi için gerekli olan tedbirlerdir. Bir makinenin çalışma sistemini belirleyen kısım otomasyon ve yazılım kısmıdır. Bu nedenle en önemli önlemler bu kısımda alınır. Makinenin çalışması, hangi durumlarda duracağı, hangi şartlarda çalışmaya başlayacağı, otomatik ve manuel çalışma düzenleri, kısaca makinenin çalışmasına dair her şey bu kısımda tasarlanır. Bu durumda makine güvenliğini artırabileceğimiz en önemli nokta otomasyon ve yazılım kısmıdır.

Makine emniyeti konusunda temel olarak 3 tip standart vardır. Bunlar A.B ve C tipi standartlardır. A tipi standartlar, tüm makinelere uygulanabilecek temel kavramlar, tasarım ilkeleri ve genel hususları kapsayan temel emniyet standartlarıdır. Örnek olarak EN ISO 12100 - Genel tasarım ilkeleri A tipi bir standarttır. B Tipi standartlar, makinelerin geniş bir yelpazesinde kullanılabilen korumanın emniyet hususları veya bir türünü kapsayan genel emniyet standartlarıdır. Bununla birlikte, B standardının belirli emniyet hususları için B1 Tipi standartlar ve korumalar için B2 Tipi standartlar olmak üzere iki tipi vardır. B1 Tipi standartlarına örnek olarak EN ISO 13849-1/-2 Kontrol sistemlerinin emniyet ile ilgili bölümleri verilebilir. B2 Tipi standartlarına örnek olarak EN ISO 13851 - İki el kumanda cihazları verilebilir. C Tipi standartlar, belirli bir makine veya makine grubu için ayrıntılı emniyet gereksinimlerini ele alan makine emniyet standartlarıdır. EN ISO 16092-3 - Hidrolik presler de bunlardan birisidir. Bu tezde EN ISO 16092-3 standartlarına uygun olarak önlemler anlatılmıştır (Olum ve ark., 2015).

Güvenlik önlemlerini alırken çoğu zaman bir veya birden fazla güvenlik ekipmanı kullanmak gerekmektedir. Bu ekipmanları seçerken PL seviyesine dikkat edilmelidir. PL seviyesi bir cihazın güvenlik seviyesini belirtir. Şekil 6.1’de PL seviyesi belirleme diyagramı gösterilmiştir.





Şekil 6.1 PL seviyesi belirleme tablosu

Yaralanma önem derecesi (S)

S1 = Hafif (normalde geri dönüşü olan) yaralanma

S2 = Ciddi (normalde geri dönüşü olmayan) yaralanma, ölüm dahil

Tehlike maruz kalma sıklığı ve/veya süresi (F)

F1 = Seyrek ila daha az sıklıkta ve/veya maruz kalma süresi kısa

F2 = Sık ila sürekli ve/veya maruz kalma süresi uzun

Tehlikeyi önleme veya zararı sınırlama olasılığı (P)

P1 = Belirli koşullarda mümkün

P2 = Neredeyse mümkün değil

Hidrolik preslerde PL e sınıfı cihazlar kullanılması gerekmektedir. Bu sınıf güvenlik ekipmanlarının kılavuzlarında bulunmaktadır. Tez çalışmasında her önlem için kullanılması gereken ekipmanlar belirtilmiştir. Bu ekipmanlar marka model olarak gösterilmeyecektir. Her projede farklı bir marka veya model kullanılabilir. Bu kısımda önemli olan PL e seviyesinde cihazlar kullanmaktır (TS EN 13849-1, 2016).

### 6.1. Hatada Güvenli PLC

Hatada güvenli sistemler, makinede oluşabilecek bir arıza durumunu fark eder ve herhangi bir kaza olmadan prosesi durdurur. Hatanın tespiti için çok önemli bir sistemdir. Hatada güvenli PLC, üzerine bağlanan giriş ve çıkışları sürekli olarak kontrol ederek arıza durumunu, daha arıza oluşmadan tespit etmemizi sağlarlar. Endüstride güvenlik ekipmanları için genelde sarı renk kullanılır.



Şekil 6.2 Hatada güvenli PLC'ler

Standart PLC'lerde bir ana döngü bloğu vardır. Bütün fonksiyonlar ve programlar bu ana döngü üzerinden çağırılır. Bu durum, herhangi bir nedenle uzayan döngü süresinin tüm sistemi etkilemesine neden olur. Ayrıca PLC'de oluşabilecek bir arıza durumu tüm sistemi etkiler. Bu durumların önüne geçmek amacıyla güvenlik sistemi, makine işleyişinden bağımsız olmalıdır. Bunun için sistemimizde hatada güvenli bir PLC tercih edebilir.

Hatada güvenli PLC'lerde giriş sinyalleri, PLC'nin üzerinde bulunan, farklı pals değerleri içeren gerilimlerle beslenir. Bu da sinyallerin kısa devre olması durumunda kontrolcü tarafından fark edilmesini sağlar. Bu sistem standart PLC'lerde yoktur. Yani standart PLC'deki giriş sinyallerinde oluşabilecek bir kısa devre fark edilemeyecektir. Güvenli PLC ile bu hata fark edilir ve sistem arızaya geçirilir.

Güvenli PLC'lerde çift kanal mimarisi kullanılabilir. Bu mimaride 2 adet giriş sinyali belirlenen sıklıkla sürekli olarak karşılaştırılır. Bu işlem için nano saniye mertebelerinde karşılaştırma sıklığı kullanılabilir. Örneğin çift kontak kullanılan bir butonda, iki kontağın birbiri ile olan uyumsuzluğu kontrol edileceğinden kontaklardan birinde yaşanabilecek bir arıza önceden fark edilebilir. Standart PLC'lerde, proses yazılımı yüzünden artan tarama zamanı bu süreler için izin vermez.

Hatada güvenli PLC'lerde çıkışlar için özel testler vardır. Çıkışa bağlanan kontaktör, röle gibi elemanlar sürekli olarak kontrol edilir. Bu kontrol, çıkış pasifken ve aktifken devam eder. Örneğin çıkış pasifken çok kısa sürelerle çıkışa gerilim verir ve çıkıştaki elemanın gerçekten aktif olup olmadığını kontrol eder. Bu durum kontakların değişmesine neden olmadan, çok kısa sürede sonlanır. Böyle bir test standart PLC'lerde yapılamaz.

Güvenli PLC'lerde kontaktörlerin besleme gerilimi verildiğinde, kontaklarının değişme durumu kontrol edilir. Bu kontrol sürekli yapıldığı için kontakların yapışma durumu sürekli olarak kontrol edilir ve arıza anında tespit edilmiş olur.

Güvenli PLC'lerde yapılan testlerdeki bir hata, PLC'yi direk arızaya geçireceğinden, sistem programda yapılan bir hatadan etkilenmez.

Hatada güvenli PLC'lerde bulunan hazır emniyet blokları sayesinde sistemin devreye alınması çok daha sorunsuz olacaktır.

Bu tez çalışmasında hem Siemens S7-1200 Fail-Safe PLC ve ET200SP dağıtılmış I/O modul hem de SICK Flexi Soft Fail-Safe Controller kullanılacaktır. Şekil 6.2'de güvenlik PLC'leri gösterilmiştir.

## 6.2. Çift El Sistemi

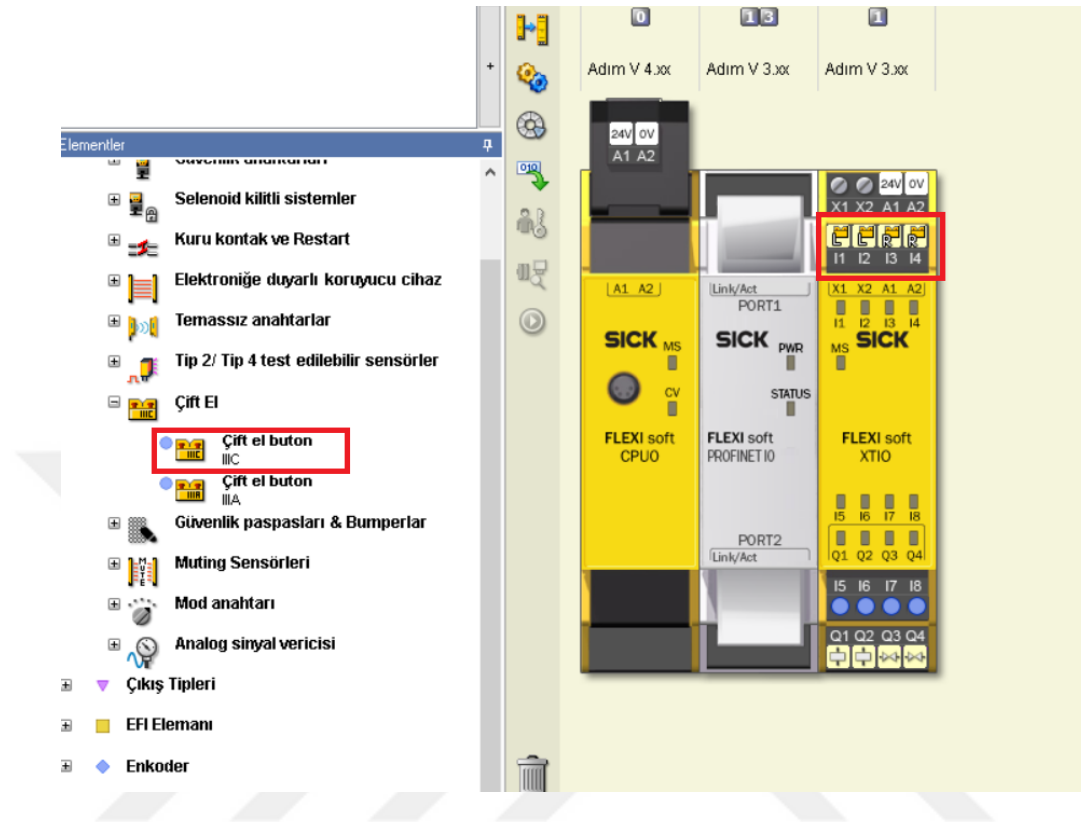
İşçi sağlığı ve iş güvenliği istatistiklerine göre, metal endüstrisinde operatörlerin yaptığı kazaların büyük bir kısmını talaşsız imalat iş kolundaki hidrolik presler oluşturur. Bu yüzden preslerin çalıştırılmasında ekstra güvenlik önlemleri alınmalıdır. Yanlışlıkla basılan bir buton makinanın çalışmasına neden olmamalıdır. Bu yüzden çift el kumanda tertibatı kullanılmalıdır. Çift el sisteminde 2 adet buton bulunur ve bu iki butona da basıldığı takdirde sistem hareket alır. Böylece makinanın yanlışlıkla çalıştırılmasının önüne geçilir.



Şekil 6.3 Çift el sistemi

Şekil 6.3'de çift el sistemi gösterilmiştir. Bazı pres kullanıcıları, üretimin hızı için çift el butonlarından birisini çeşitli yollarla sürekli basılı hale getirirler. Böylece tek

eliyle sistemi çalıştırıp diğer eliyle başka şeyler yapmaktadır. Bu durumları göz önünde bulundurmada yapacağımız sistemler hatayı tamamen engellemez.



Şekil 6.4 Flexi Soft programında çift el ekleme

Sick Flexi Soft programında, çift el eklemek için öncelikle ekleyeceğimiz çift el sistemini seçmemiz gerekir. Şekil 6.4’de görüldüğü gibi A tipi çift elde, her buton için 1 kontak kullanılır. C tipinde ise her buton için 2 kontak bilgisi alınır. Bu kontaklardan birisi normalde açık, diğeri de normalde kapalıdır. Bu sistemde amaç bir buton için kullanılan 1 normalde açık ve 1 normalde kapalı kontakların birbiriyle eş zamanlı hareket edip etmediğini gözlemleyebilmektir. Böylece kontaklardan birisi bozulduğu zaman sistem arızayı tespit edebilecektir. Arayüzün içindeki hazır çift el fonksiyonu ile devreye alınır.



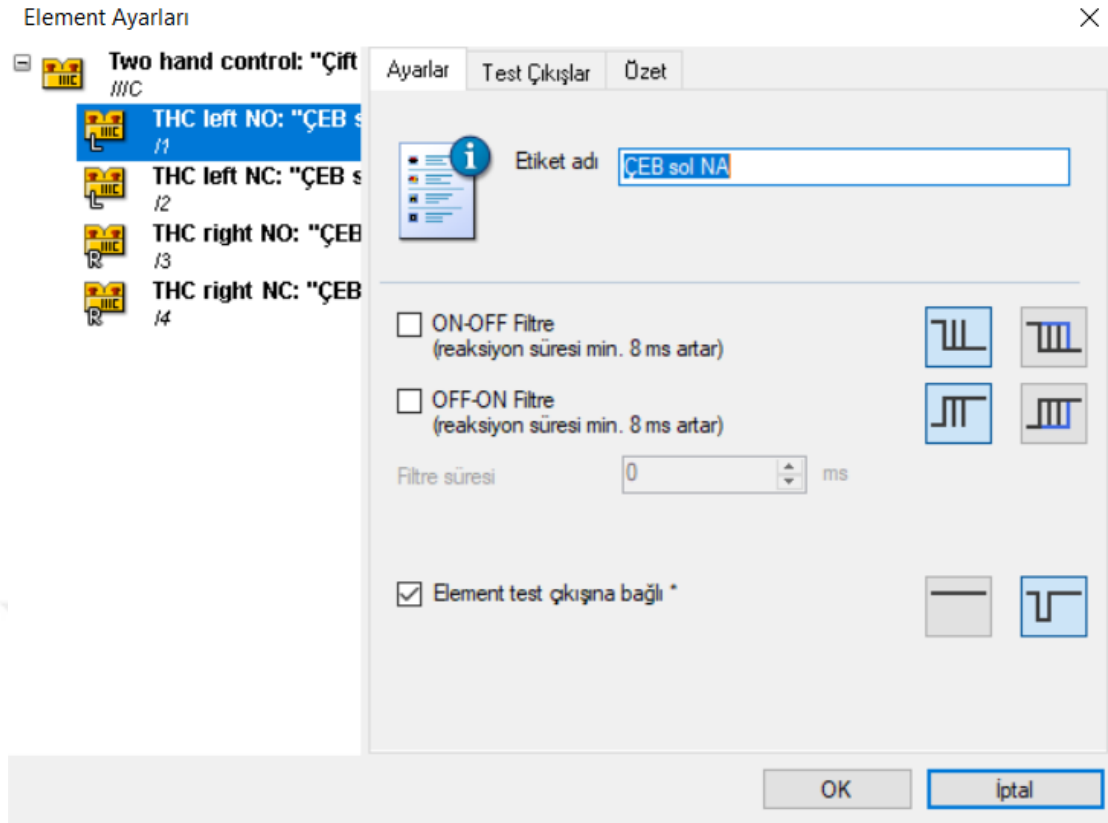
Şekil 6.5 Flexi Soft programında çift el fonksiyonu

Kontaklar arası zaman uyumsuzluğu da Şekil 6.5'deki fonksiyon üzerinden ayarlanabilir. Bu fonksiyon ile bir butonda bulunan iki kontakta birisi bozulduğunda sistem arızaya düşecektir. Böylece butonlar arası uyumsuzlukla birlikte kontaklar arası uyumsuzluklar da kontrol edilmiş olur.

Çift el IIIC

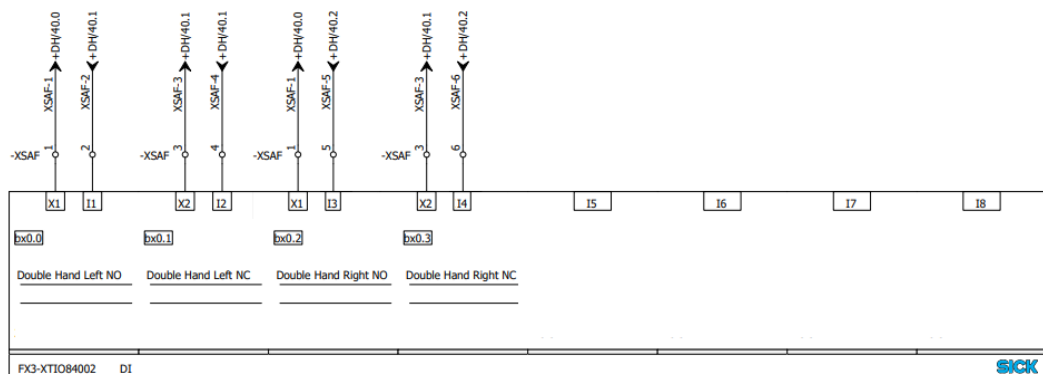
| Parametre  | Gir/Çık Ayarlar                 | Gir/Çık yorum | Bilgi  |
|--|---------------------------------|---------------|--------|
| Zaman uyumsuzluğu zamanı (1. ...<br>(1-50, 0 = Devre dışı) | <input type="text" value="10"/> | x 10 ms       | 100 ms |
| Zaman uyumsuzluğu zamanı (2. ...<br>(1-50, 0 = Devre dışı) | <input type="text" value="10"/> | x 10 ms       | 100 ms |

Şekil 6.6 Flexi Soft programında çift el butonları arasında uyumsuzluk zamanını ayarlama

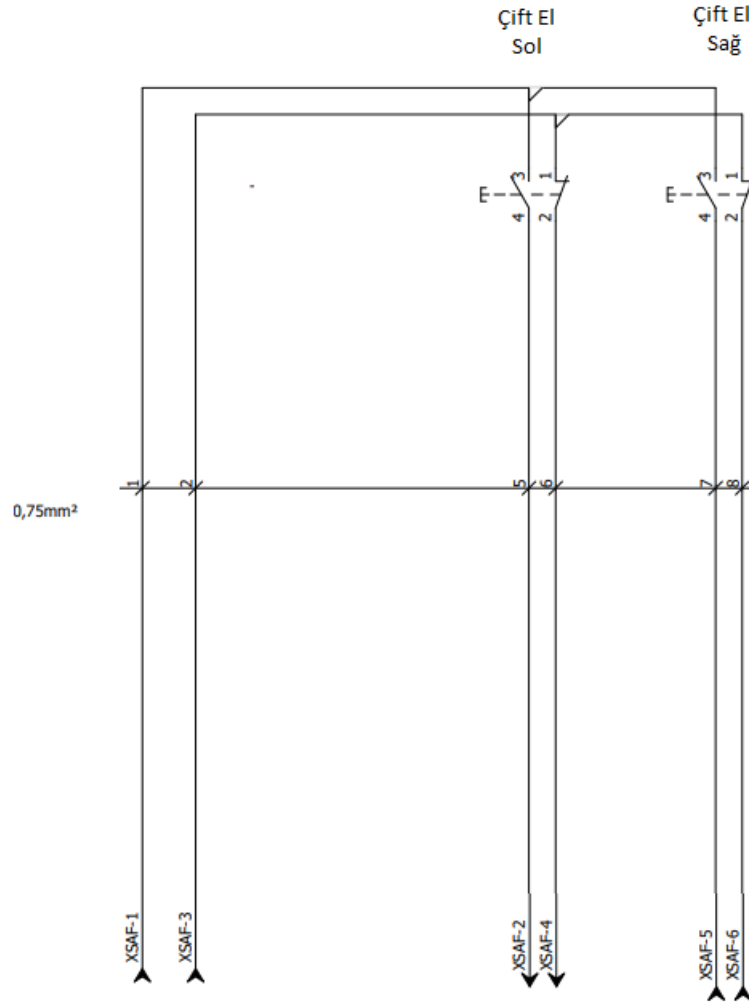


Şekil 6.7 Flexi Soft programında test pulslerini aktif etme

Çift el sisteminde kullanılan kontakların kısa devre olup olmadığını kontrol etmek için test pulsleri kullanılır. Aktif edildiğinde kontrolcü tarafından sürekli belli sıklıklarla gönderilen test pulsleri kontaklar vasıtasıyla kontrolcünün dijital girişlerine geri döneceği için bu kontaklarda kısa devre olup olmadığı da kontrol edilmiş olur. Bunun için Şekil 6.6 ve Şekil 6.7’de görüldüğü gibi program arayüzünden element test çıkışına bağlı seçeneğini aktif etmemiz gerekmektedir.

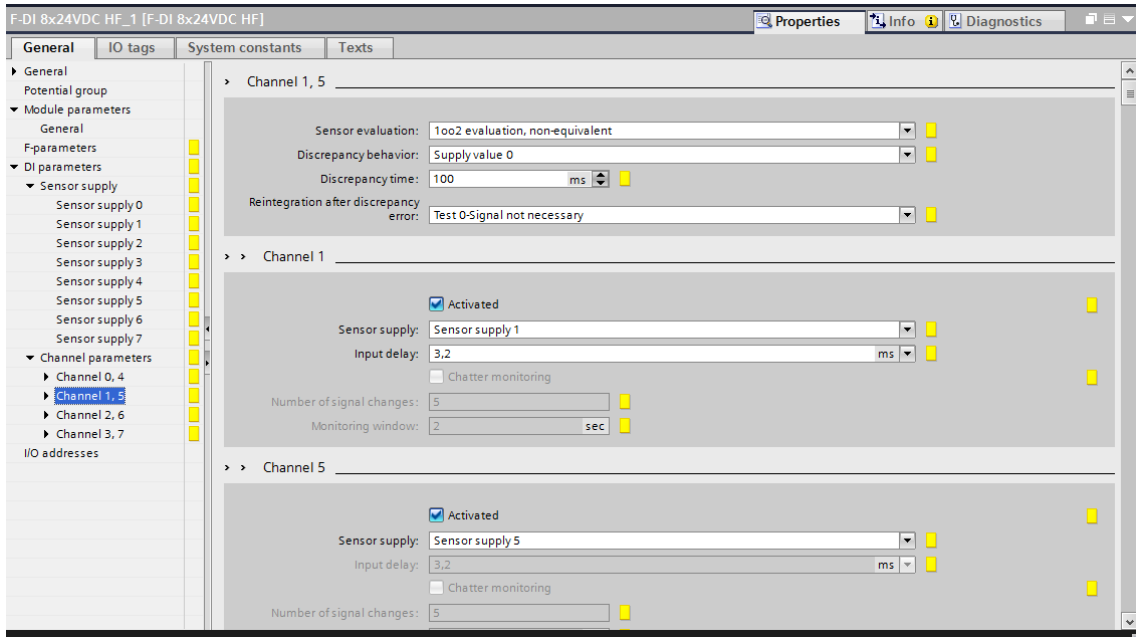


Şekil 6.8 Çift el sisteminin Sick PLC’ye bağlantısı



**Şekil 6.9** Sick PLC test palsleri ile çift el butonları bağlantısı

Şekil 6.8 ve Şekil 6.9'da görüldüğü gibi Flexi Soft'un üzerindeki X1 ve X2 çıkışları test çıkışlarıdır. Bu test çıkışları çift elin kontaklarından geçirilerek dijital girişlere bağlanır. Bu şekilde kontakların kısa devre olma durumu kontrol edilmiş olur.



Şekil 6.10 Tia Portal programında test palsleri aktif etme

Siemens'in emniyet sistemlerinde her girişin kanal olarak kullanılabilceği başka bir giriş vardır. Örneğin 8 girişi olan bir güvenlik modülünde 0 ve 4 numaralı girişler bir kanal oluşturabilir. Bu seçim Şekil 6.10'daki sensor evaluation bölümünden yapılır.

1oo1 evaluation, her girişin kendi içinde değerlendirildiği, başka bir girişle ilişkisinin olmadığı sistemdir.

1oo2 evaluation equivalent, 2 girişin bir kanal haline getirildiği ve iki kanalında aynı değerde olduğu sistemdir. Bu sistemde 2 giriş de normalde açık veya 2 giriş de normalde kapalı bağlanır. Yani 0 girişi gittiğinde 4 girişi de gitmelidir.

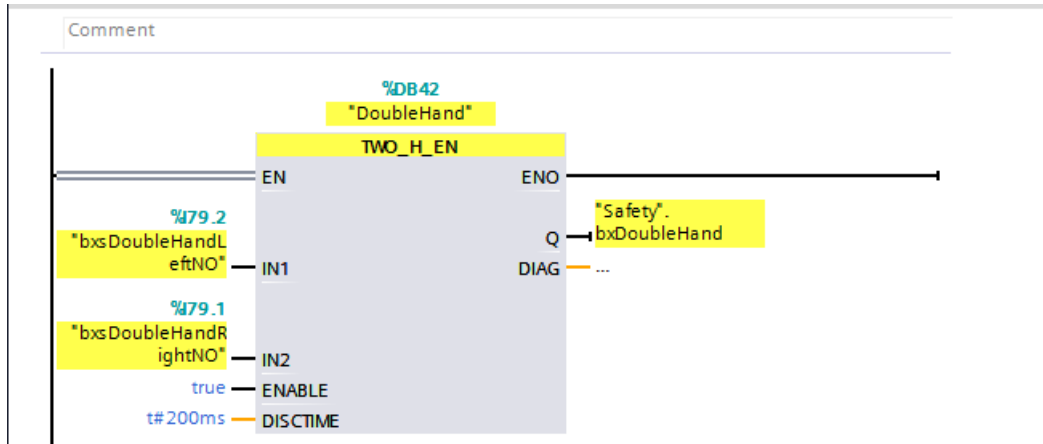
1oo2 evaluation non-equivalent, 2 girişin bir kanal haline getirildiği ve iki kanalın farklı değerlerde olduğu sistemdir. Bu sistemde 2 girişten birisi normalde açık, birisi normalde kapalı bağlanır. Yani 0 girişi gittiğinde 4 girişi gelir.

Kanal olarak kullanılan girişlerin birbiri ile olan uyumsuzluğu discrepancy time süresini geçerse modül arızaya geçecektir.

Tia Portal platformu ile oluşturulacak çift el sisteminde sol ve sağ butonun 2 kontağı 1oo2 evaluation non-equivalent seçilir. 2 butonun kontakları 0-4, 1-5 girişlerine bağlanır. Böylece her buton kendi içinde kontak uyum kontrollerini yapar.

Sensor supply kısmında seçilebilecek external sensor supply haricinde olan seçimlerin hepsi test palsi çıkışlarıdır. Bu seçimler ile kısa devre testi yapılabilmektedir.

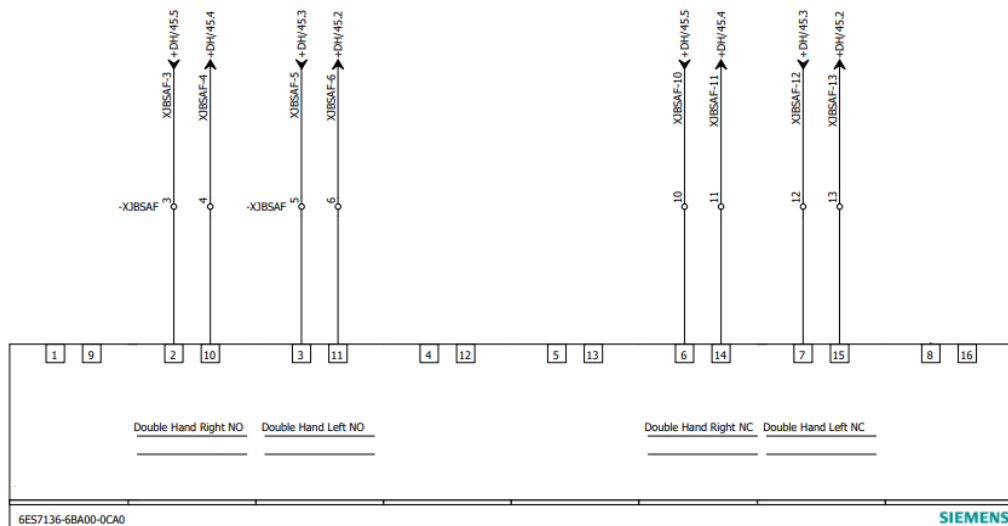




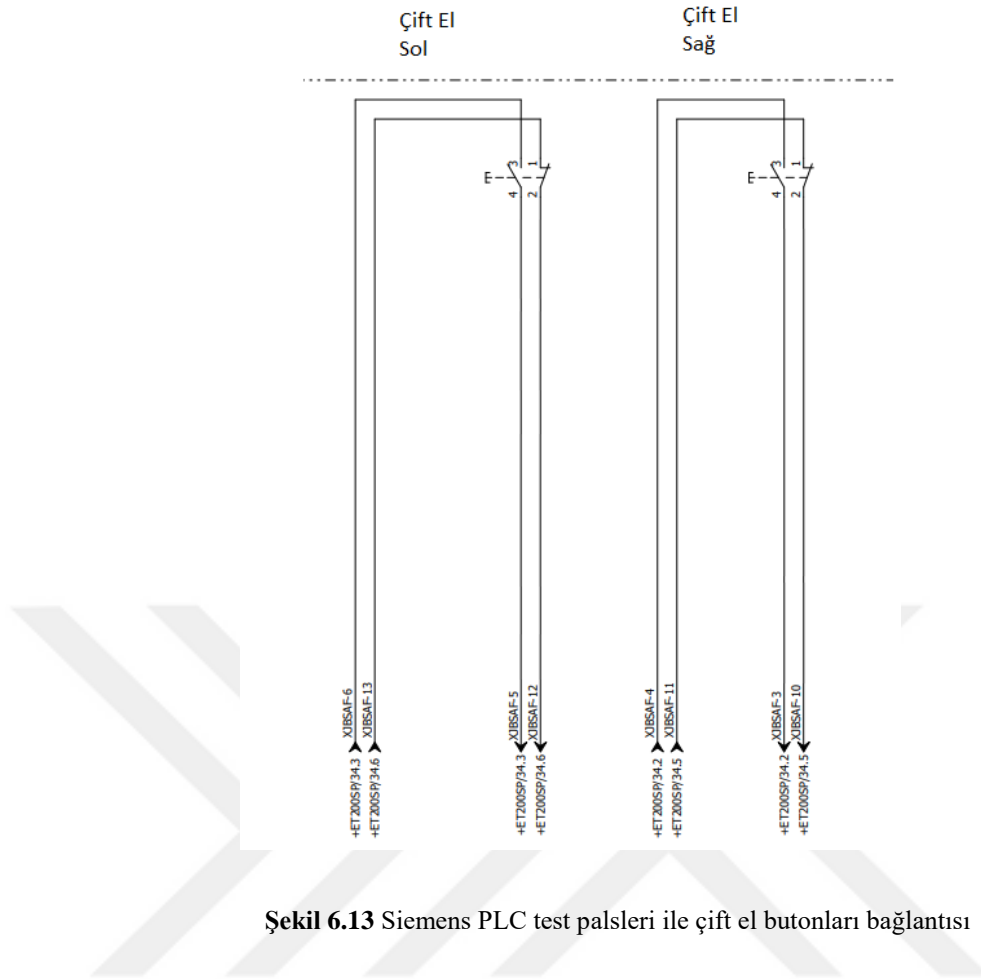
Şekil 6.11 Tia Portal programında çift el fonksiyonu

Bu seçimler yapıldıktan sonra Şekil 6.11'de görüldüğü gibi Tia portal'da bulunan TWO\_H\_EN fonksiyon bloğu programa eklenir. Bu bloğa 2 butonun da normalde açık kontakları eklenilir ve Q kısmında bulunan çıkış ile çift el çıktısı kullanılabilir.

Çift el sistemlerinde en önemli kısımlardan birisi discrepancy time (disctime) denilen uyumsuzluk süresidir. Bu sürenin 500ms üzerinde bir değer alması sistemin istenilen şekilde güvenli çalışmamasını ve gerekli güvenlik standartlarına uymamasını sağlayabilir.



Şekil 6.12 Çift el sisteminin Sick PLC'ye bağlantısı



Şekil 6.13 Siemens PLC test palsleri ile çift el butonları bağlantısı

ET200SP üzerindeki her giriş için bir test pals çıkışı bulunur. Bu test çıkışları Şekil 6.12 ve Şekil 6.13'deki gibi çift elin kontaklarından geçirilerek dijital girişlere bağlanır. Bu şekilde kontakların kısa devre olma durumu kontrol edilmiş olur.

Birden fazla operatörün aynı anda çalışması gereken preslerde, kalıba göre operatör sayısı da değişmektedir. En büyük risk, herhangi bir operatörün, kendi çift el konsolunun devrede olduğunu kabul ederek üretime devam etmesidir. Bu riski ortadan kaldırmak için, Şekil 6.14'deki gibi devrede olan çift el operatör panelinde gösterilmelidir.



Şekil 6.14 Operatör panelinde çift el seçimi

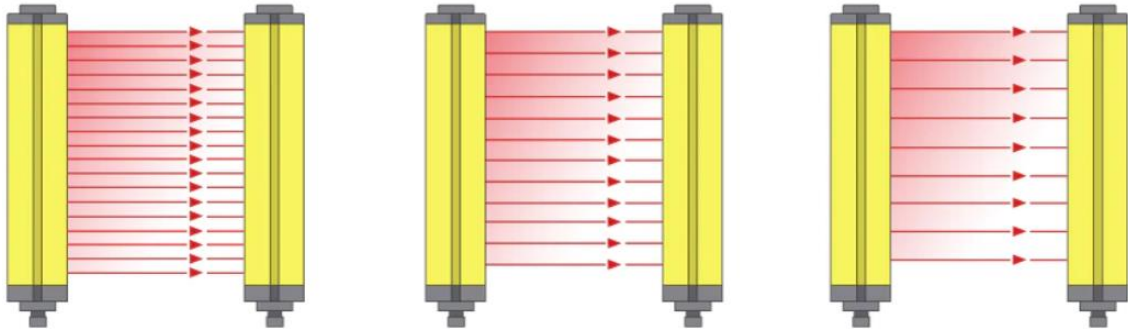
2 adet çift elden birisi seçildiğinde bu seçim ekranda belli edilmelidir. Seçimlerden birisi diğerini kapatmalıdır. Böylece 2 seçenek de beraber seçilemez.

### 6.3. Işık Bariyeri

Işık perdesi, yüksek riskli sayılan makineleri kullanmakla görevli personeli güvende tutmayı sağlayan bir sistemdir.

Işık bariyeri, çok sayıda ışık algılayıcısının üzerine düşen ışığın şiddetinde bir değişimin olup olmadığını algılayan cihazlardır. Karşılıklı konumlandırılan bu cihazlar insan gözüyle görülemeyen ışık perdeleri ile bir alan oluştururlar. Bu alana herhangi bir cisim girdiğinde fiziksel değişim olduğunu algılar ve cihaza uyarı sinyali gönderir. Gönderilen sinyal sonucu sistemin çalışması durdurulur. Bu sayede sistemin ve çalışanların güvenliği sağlanmış olur.

Işık bariyerleri konumlandırılırken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan birisi, koruma alanı altından, üstünden, arkasından veya yanlarından erişimler engellenmelidir. Aynı şekilde, kullanılan ekipmanların emniyetli mesafelerinin belirlenmesi ve bu mesafeye göre konumlandırılmaları gerekmektedir. Bu ölçüme göre makine tehlike bölgesine göre emniyetli mesafe belirlenip, olası bir ihlal durumunda makine duruşu için yeterli zamanın sağlanması gerekmektedir.

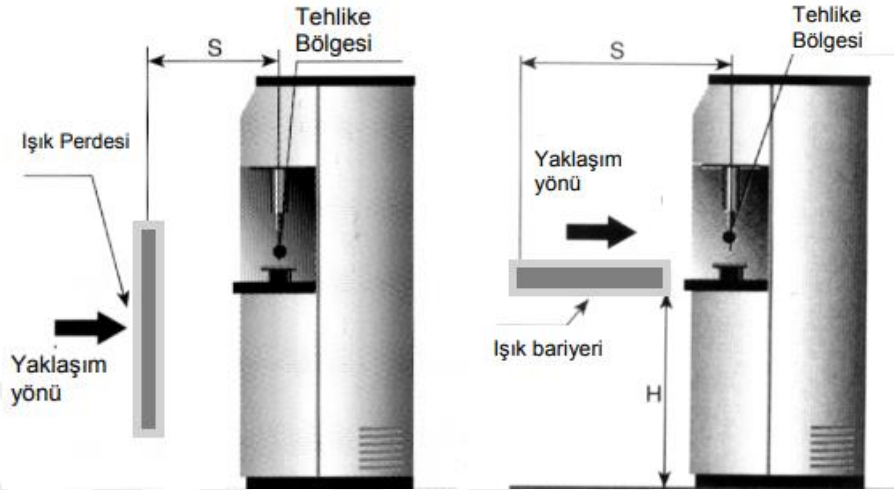


Şekil 6.15 Farklı çözünürlükteki ışık bariyerleri

İki ışın arasındaki mesafeyi ışık bariyeri seçimi için önemli bir kriterdir. Şekil 6.15’de görüldüğü gibi bariyerlerdeki iki ışın arası mesafe 14mm ise parmak, 30mm ise el, 40mm ise kol algılama kriterlerine uygundur. Bu durum makinenin gereksinimine göre seçilir. Hidrolik preslerde 14mm olan parmak koruma sınıfı bariyerler seçilmelidir.

Şekil 6.16’daki S değeri, yani ışık bariyerleri için güvenlik mesafesi ölçümünde  $M = (K \times T) + 8(D-14)$  formülü kullanılır. Bu formülde D çözünürlük yani 2 ışın arası

mesafe, K operatörün tehlikeli alana yaklaşma hızı, T makinenin durma süresi ve ışık bariyerinin tepki süresi toplamıdır. Bu süreler ve hız değerleri gerekli cihazlar ile makine emniyet uzmanları tarafından ölçülmelidir.



Şekil 5.16 Işık bariyerleri konumlandırılması

Vücut yaklaşma yönü korunan bölgenin yüzeyine paralel ise, güvenlik mesafesi  $M = 1600(t_1 + t_2) + 1200 - 0.4H$  formülü ile hesaplanır.

H ise korunan yüzeyin, makinenin referans düzleminden itibaren olan yüksekliğini gösterir.  $H = 15(D-50)$  formülü ile bulunur. Bu şekilde konumlandırılan bariyerlerde çözünürlük 50mm ve üzeri olmalıdır. H değeri en fazla 1 metre olabilir.

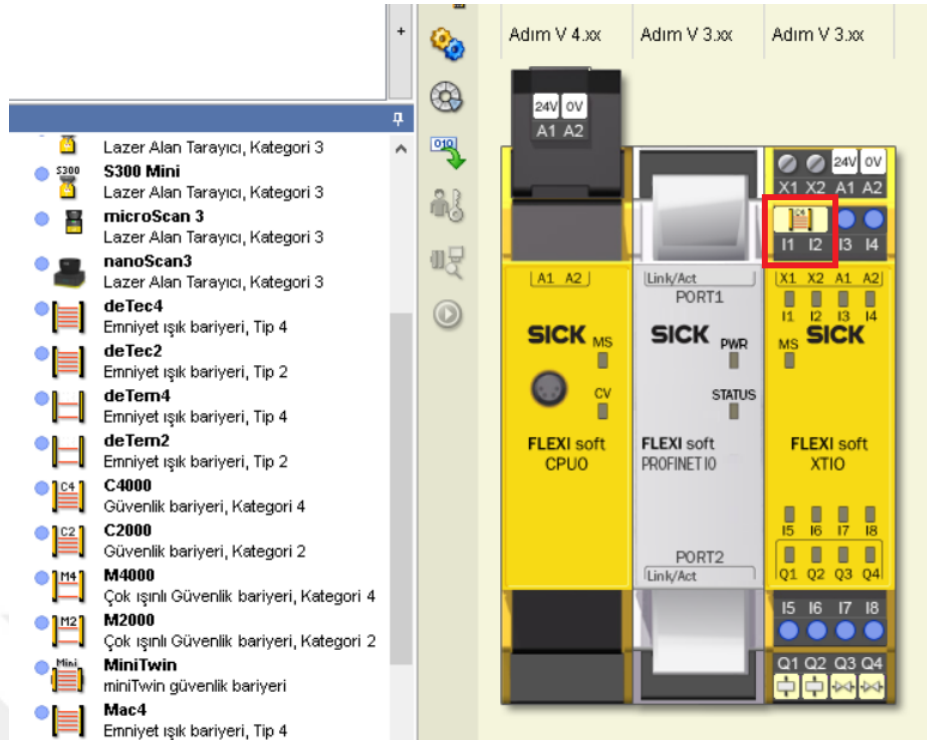


Şekil 6.17 H tipi bir preste örnek bariyer konumlandırılması



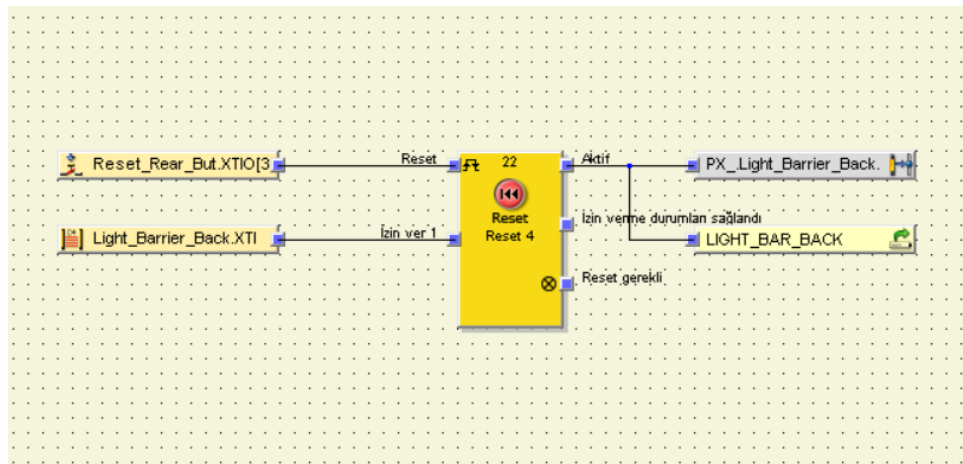
Şekil 6.18 Örnek yatay ve dikey bariyer konumlandırılması

Işık bariyerleri; insanları preslerin çalışma alanlarından koruyan en önemli güvenlik önlemidir. Işık bariyerleri sayesinde operatörlerin, tehlikeyi bölgeye yanlış zamanda girmesi engellenir. Şekil 6.17 ve Şekil 6.18'de yatay ve dikey ışık bariyeri konumlandırılması gösterilmiştir.



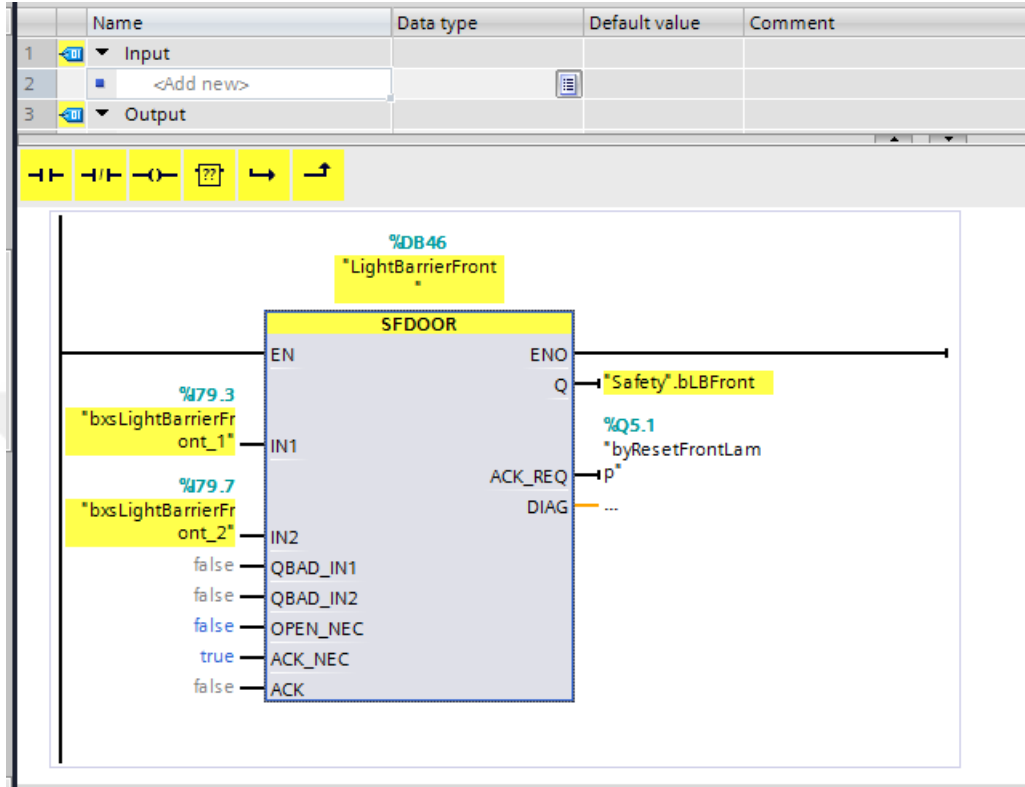
Şekil 6.19 Flexi Soft programında ışık bariyeri eklenmesi

Sick Flexi Soft programında ışık bariyeri eklemek için öncelikle bariyer seçimi yapılır. Farklı çeşitlerde üretilen bariyerlerin hepsi farklı alanlara özel olarak tasarlanmıştır. Şekil 6.19’da görüldüğü gibi seçim yapıldıktan sonra bariyer kontrolcüye eklenir. Genelde 2 kontak bilgisi alınır. Bu bilgiler çoğunlukla normalde kapalı olarak gelir. Bariyerde bir cisim yoksa bilgi gelir. Herhangi bir cisim girdiğinde bilgi kesilir. Böylece arıza durumunda bilgi gelmeyeceği için sistem çalışmayacaktır.



Şekil 6.20 Flexi Soft arayüzünde ışık bariyerinin programlanması

Bariyer ihlalinde bir reset sistemi kullanılacak ise Şekil 6.20'deki gibi bir program hazırlanmalıdır. Bu sayede her ihlal sonucu reset yapılmadan makine çalışmayacaktır.



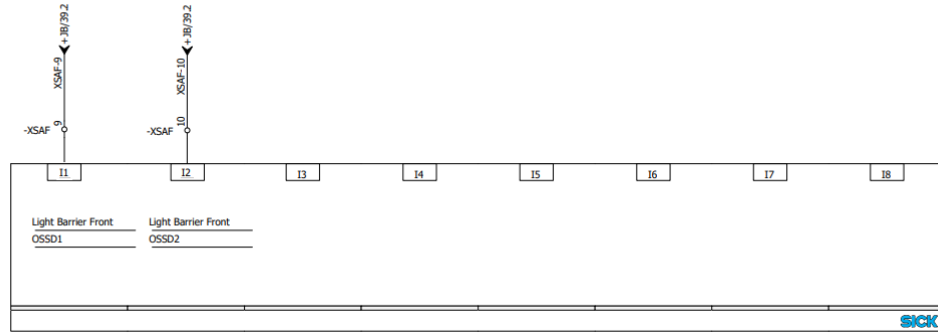
Şekil 6.21 Tia portal programında ışık bariyeri bloğu

Siemens Tia Portal programında ışık bariyeri için Şekil 6.21'deki gibi sfdoor bloğu kullanılır. Bu blokta Open\_nec girişi 1 olursa makine açıldığında bariyere bir kere girmek gerekir. Yani ışık bariyeri girişleri bir kere gidip gelmezse sistem çalışmaz. Bunun en önemli artısı her makine açıldığında bariyerler kontrol edilmiş olacaktır. Ayrıca elektrik bağlantılarında olabilecek bir kısa devrenin de tespiti bu yolla yapılabilir.

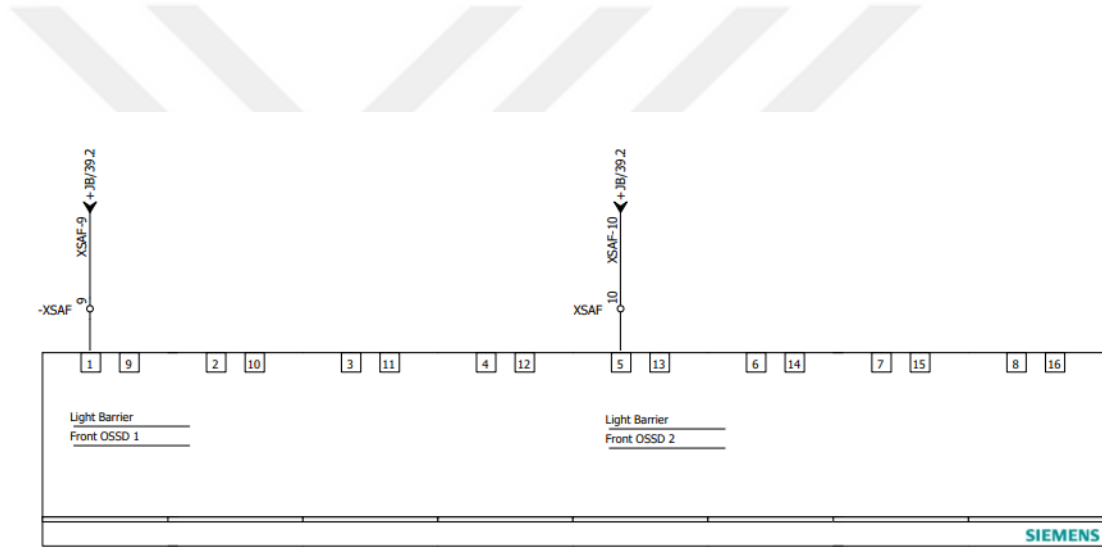
Ack\_nec girişi ise bariyer ihlali durumunda herhangi bir reset istenilip istenilmediğidir. Bu giriş 1 olursa bariyere bir cisim girdiğinde sistem kendiliğinden resetlenmez. Dışardan bir reset gerekir.

Hidrolik preslerin çalışma alanları eğer bir mekanik düzenek ile kapatılmamış ise ışık bariyeri kullanılmak zorundadır. Bu bariyerler bazen hem önde hem de arkada olabilir. Ön bariyerler operatörün çalıştığı alanda olduğu için reset zorunluluğu

koyulmayabilir. Fakat arka bariyerler için kesinlikle reset zorunluluğu koyulmalıdır. Çünkü arka tarafta oluşabilecek bir tehlikeyi operatör göremeyecektir.

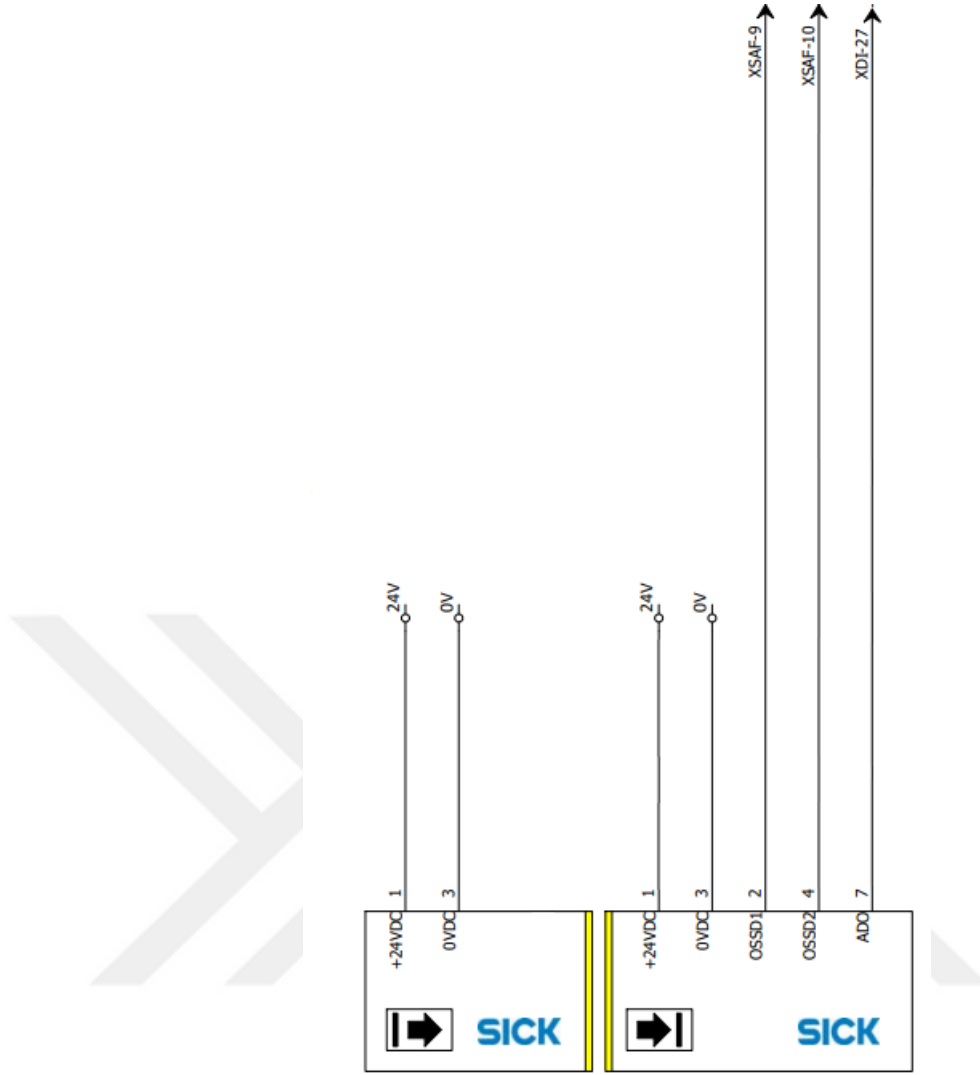


Şekil 6.22 Sick PLC ışık bariyeri bağlantısı



Şekil 6.23 Siemens PLC ışık bariyeri bağlantısı





Şekil 6.24 Işık bariyerleri için bağlantı şeması

Şekil 6.22, Şekil 6.23 ve Şekil 6.24’de ışık bariyeri ve PLC bağlantıları gösterilmiştir. Birçok ışık bariyerinde tozlanmaya karşı uyarı sistemi vardır. ADO çıkışları kirlenme uyarı çıkışlarıdır. Bu çıkışları kullanarak operatörlere bariyerlerin temizlenmesi gerektiği gösterilebilir.

#### 6.4. Kapı Emniyet Şalteri

Emniyet şalterleri; tehlikeli bölgelerde bulunan kapılarda, geçitlerde ve diğer hareketli mekanik ekipmanlarda koruma sağlar. Koruma açılırsa veya doğru şekilde hizalanmazsa makinaya tehlikeli hareketi durdurması için sinyal gönderir.

İki parçadan oluşan emniyet şalterleri birbirlerinin hizasına geldiklerinde kontaklarını kapatırlar. Şalterlerden birisi hareketli olan parçaya, diğeri ise sabit parçaya monte edilir. Böylece kapı kapandığında sinyal gelecektir.

Pres yandan besleniyorsa ve yan kapılar elle açılabilirse kapılar güvenlik şalterleri ile kontrol edilmelidir. Kapak açıldığında makine durmalıdır.

Ayrıca robotlu çalışmalarda robotun çalışma alanı fensler ile kapatılır. Bu fenslerin aralarında kapılar olur. Bu kapıların aynı şekilde şalterler ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde kapı açıldığında robot duracaktır.

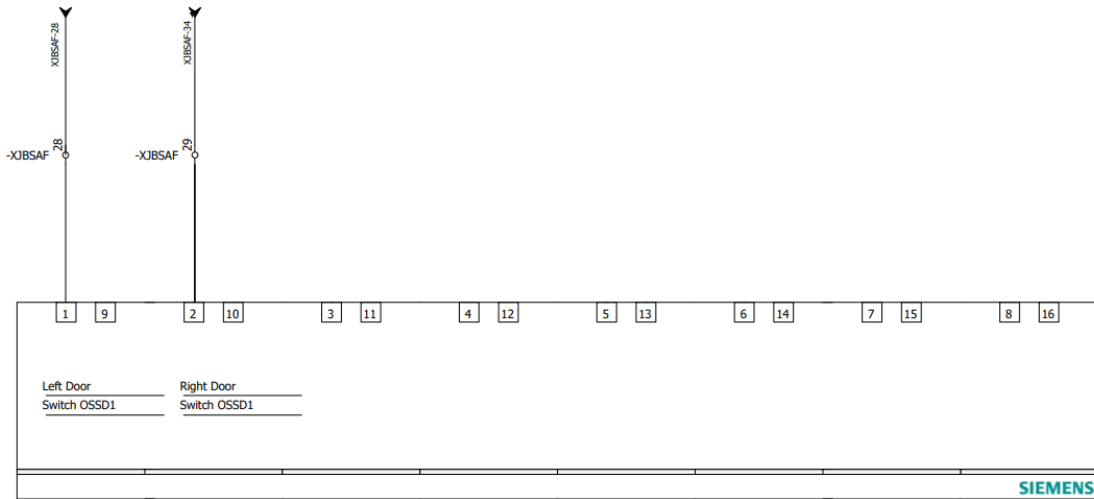


Şekil 6.25 Kapı şalteri

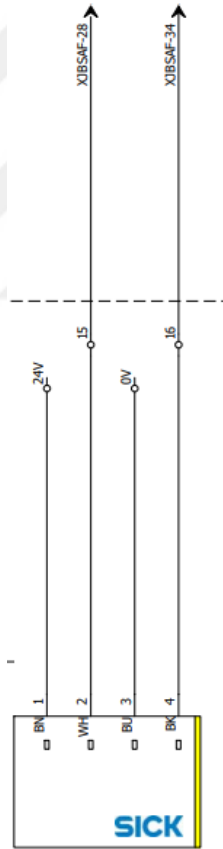
Kapı emniyet şalterleri, yan taraflarda kapıları olan preslerde kullanılır. Bu kapılardan besleme yapılabilir. Kapılar açıldığında doğrudan presin çalışma alanına ulaşıldığı için bu kapıları güvenli hale getirmek çok önemlidir. Şekil 6.25’de kapı emniyet şalterlerinin kapılara bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 6.26 Sick PLC ile kapı şalteri bağlantısı

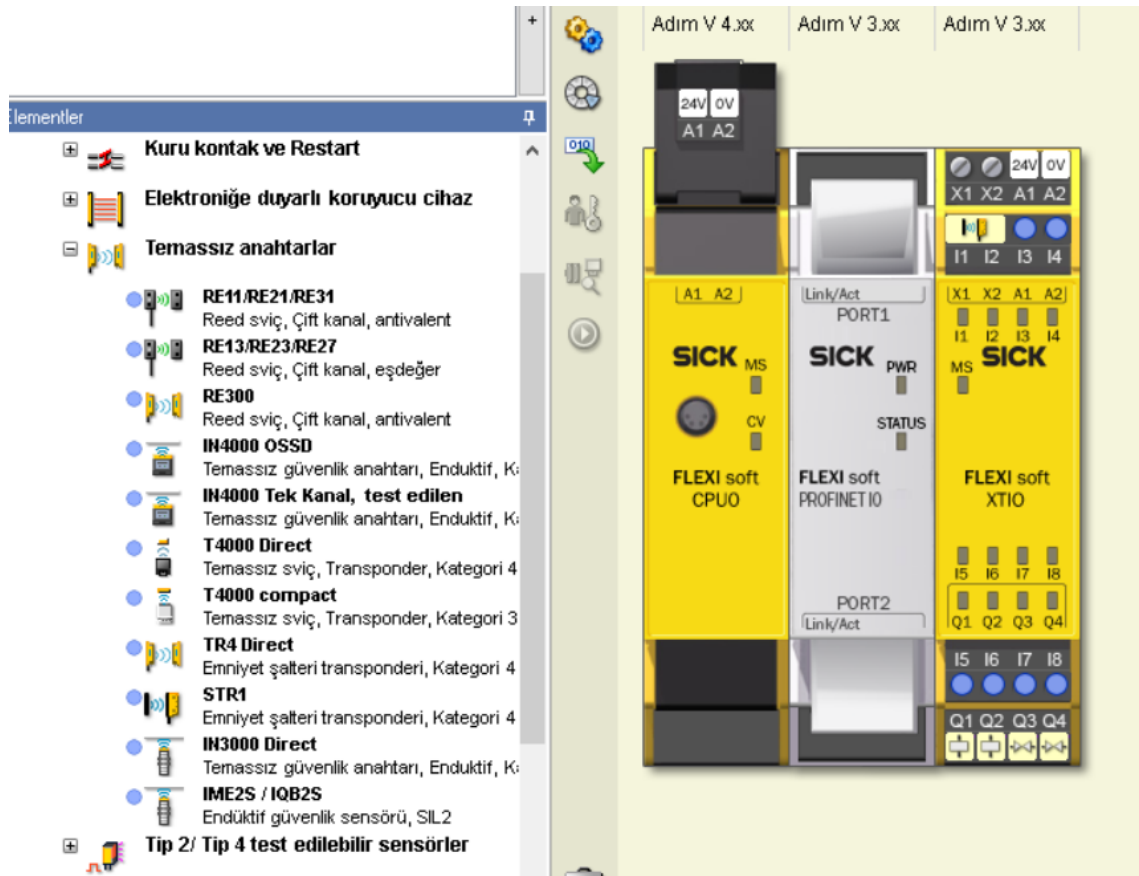


Şekil 5.27 Siemens PLC ile kapı şalteri bağlantısı

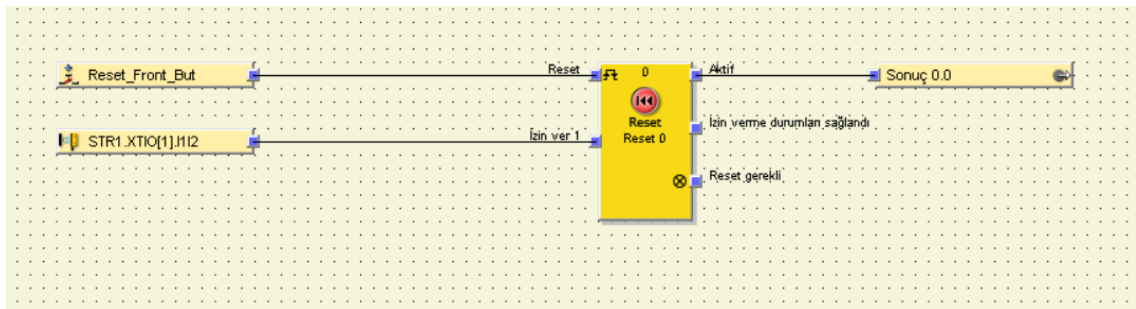


Şekil 5.28 Örnek kapı şalteri bağlantısı

Şekil 6.26, Şekil 6.27 ve Şekil 6.28’de kapı emniyet şalterleri ve PLC bağlantı şemaları gösterilmiştir. Kapı şalterleri için en önemli hususlardan birisi manipüle edilmesine engel olmaktır. Çoğu şalter manyetik algılama kullandığı için farklı yöntemlerle manipüle edilebilirler. Bu soruna çözüm olarak birçok firma RFID destekli şalterler üretmektedir. Bu ürünlerin en önemli avantajı 2 şalterin sadece birbiriyle eşleşebilmesi ve mıknatıs gibi dışardan uygulanacak manipüle edici cihazlara karşı daha kararlı olmasıdır.



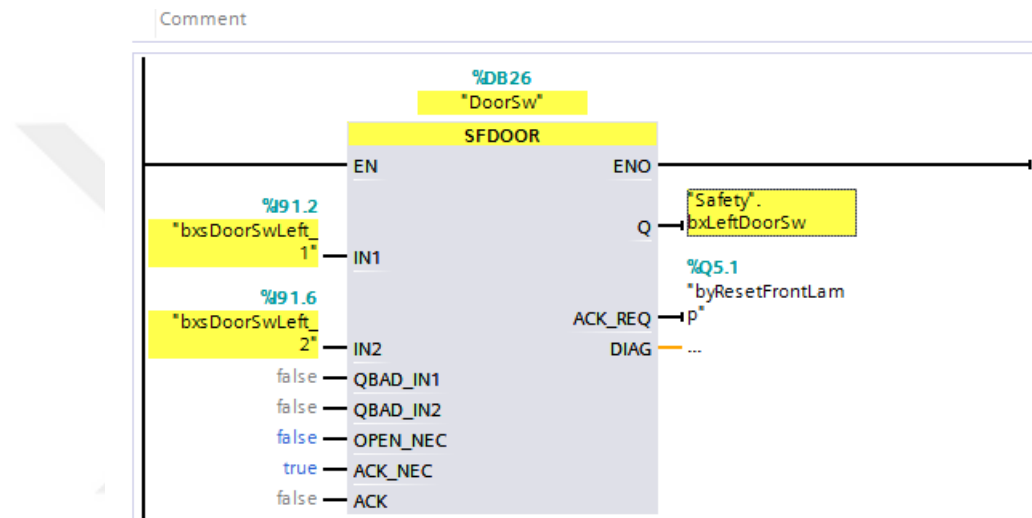
Şekil 6.29 Flexi Soft programında kapı şalteri eklenmesi



Şekil 6.30 Flexi Soft arayüzünde kapı şalterinin programlanması

Sick Flexi Soft arayüzünde kapı şalteri eklemek için öncelikle şalter seçimi yapılır. Seçim yapıldıktan sonra şalter Şekil 6.29'daki gibi kontrolcüye eklenir. Genelde 2 kontak bilgisi alınır. Bu bilgiler çoğunlukla normalde kapalı olarak gelir. Kapı kapalıyken bir bilgi gelir. Kapı açıldığında bilgi kesilir. Böylece arıza durumunda bilgi gelmeyeceği için sistem çalışmayacaktır.

Kapı açıldığında bir reset sistemi kullanılacak ise şekil 6.30'daki gibi bir program hazırlanmalıdır. Bu sayede her kapı açılması sonucu reset yapılmadan makine çalışmayacaktır.



Şekil 6.31 Tia Portal programında kapı şalteri bloğu

Siemens Tia Portal programında kapı şalteri için Şekil 6.31'de görüldüğü gibi sfdoor bloğu kullanılır. Bu blokta Open\_nec girişi 1 olursa makine açıldığında kapı bir kere açılması gerekir. Yani kapı şalteri girişleri bir kere gidip gelmezse sistem çalışmaz. Bunun en önemli artısı her makine açıldığında şalter kontrol edilmiş olacaktır. Ayrıca elektrik bağlantılarında olabilecek bir kısa devrenin de tespiti bu yolla yapılabilir.

Ack\_nec girişi ise kapı ihlali durumunda herhangi bir reset istenilip istenilmediğidir. Bu giriş 1 olursa kapı açıldığında sistem kendiliğinden resetlenmez. Dışardan bir reset gerekir.

## 6.5. Acil Durdurma Butonu

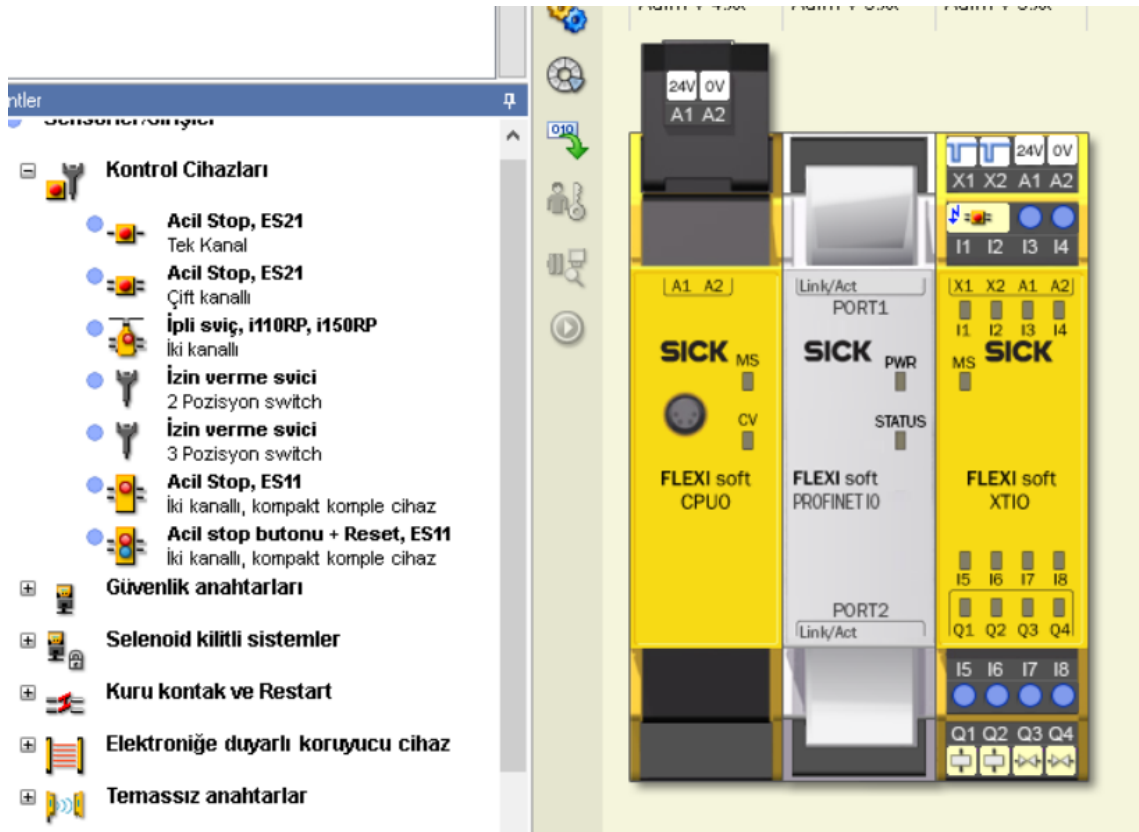
Acil durdurma butonları, herhangi bir acil durumda makinenin yanındaki kişiler tarafından basılması gereken butonlardır. Bu butona basıldığında sistem tamamen durur.

Şekil 6.32’de acil durdurma butonu gösterilmiştir. Acil durdurma butonları makinelerde çalışanların bulunduğu her yere koyulmalıdır. Butonlar kalıcıdır ve ok yönünde çevrilmediği sürece basılı olarak kalmaya devam eder. Bu butonların sadece çevrilmesiyle değil, her butonun yanında bulunması gereken bir reset butonu ile sistem tekrar devreye girmelidir.

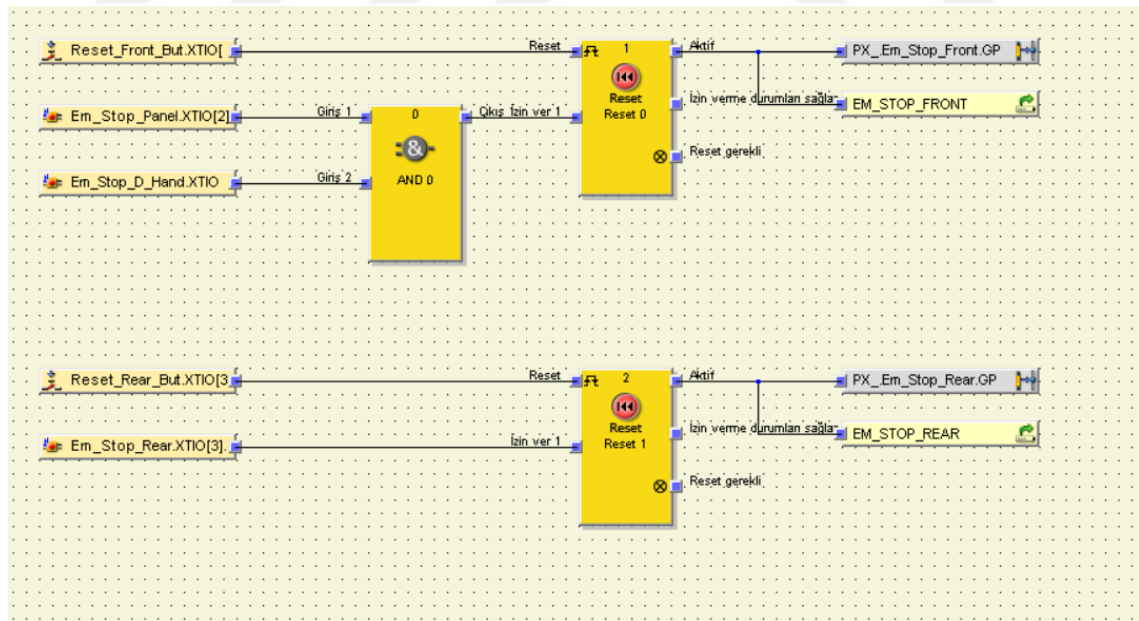


Şekil 6.32 Acil durdurma butonu

Acil durdurma butonları 2 kapalı kontak takılarak kullanılmalıdır. Buton basılmadığında sürekli olarak bilgi gelir. Basıldığında gider. Bu durumlar güvenlik için önemlidir. Kontaklardan birisi arızalanırsa bile diğer kontak bilgisi olduğu için arıza fark edilebilir. Ayrıca normalde kapalı bağlandığı için herhangi bir arıza durumunda bilgi gelmeyeceğinden acile basılmış gibi işlem yapılabilir.

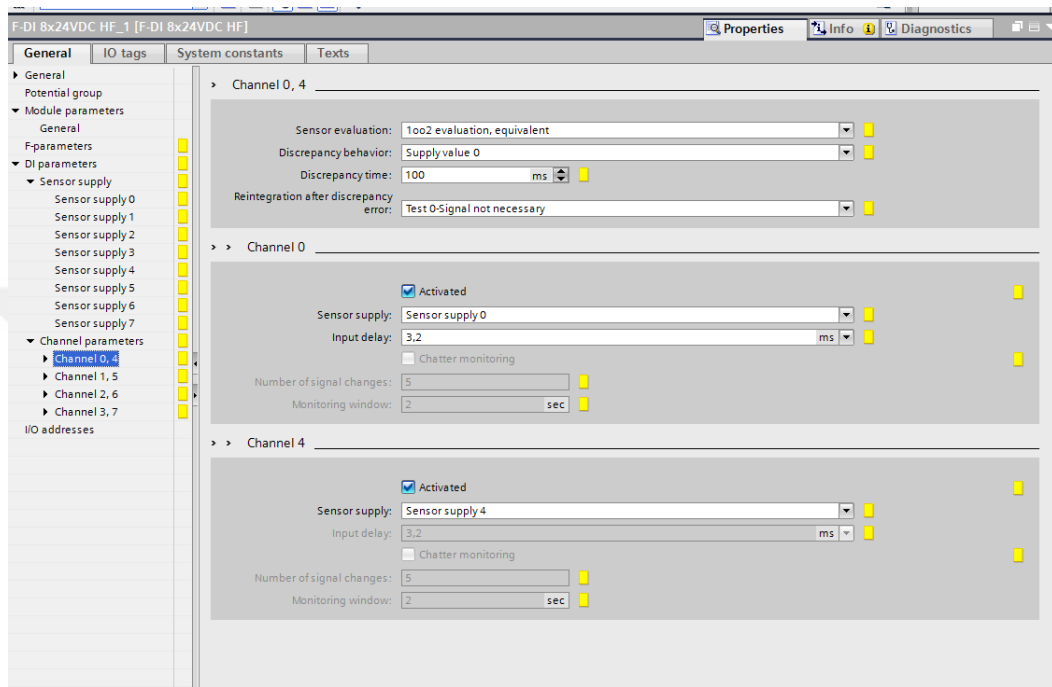


Şekil 6.33 Flexi Soft programında acil durdurma butonu eklenmesi



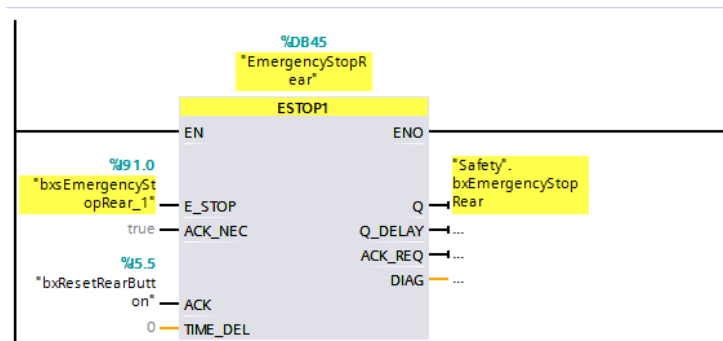
Şekil 6.34 Flexi Soft arayüzünde acil durdurma butonlarının programlanması

Sick Flexi Soft programında öncelikle Şekil 6.33'deki gibi çift kanallı acil durdurma seçilir. Test palsleri aktif edilir ve programa Şekil 6.34'de gösterildiği gibi eklenir. Böylece reset yapılmadan sistem çalışmayacaktır. Ayrıca bu tasarımda 3 adet acil durdurma butonu kullanılmıştır. Bunlar; çift el tertibatı üzerinde, operatör paneli üzerinde ve presin arka kısmındadır.



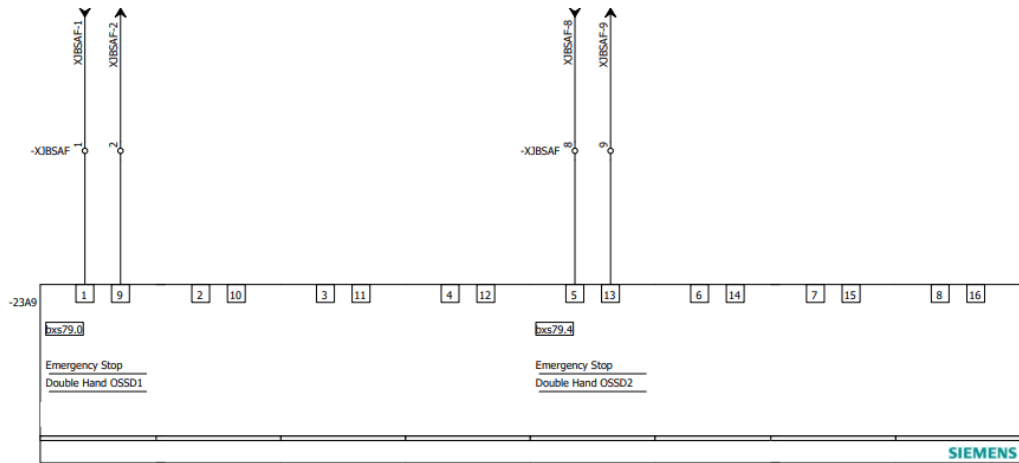
Şekil 6.35 Tia Portal programında kanal ayarları

Acil durdurma butonlarının 2 kontağı Siemens Tia Portal programında kanal olarak ayarlanır. Şekil 6.35'deki gibi test palsleri de aktif edilerek sistem için güvenli bir tasarım yapılır. Şekil 6.36'daki gibi ESTOP1 bloğu kullanılarak acil durdurma butonu devreye alınır.

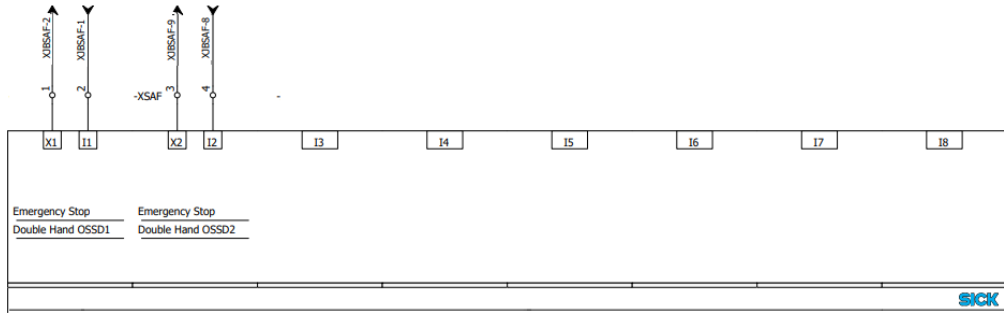


Şekil 6.36 Tia Portal programında acil durdurma bloğu

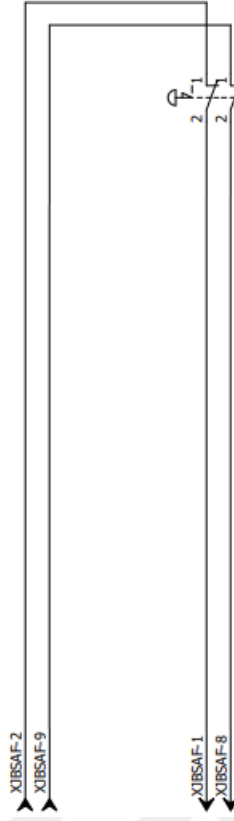




Şekil 6.37 Siemens PLC acil durdurma butonu bağlantısı



Şekil 6.38 Sick PLC acil durdurma butonu bağlantısı



Şekil 6.39 Acil durdurma butonu kontak bağlantısı

Şekil 6.36, Şekil 6.37 ve Şekil 6.38’de acil durdurma ve PLC bağlantı şemaları gösterilmiştir.

## 6.6. Reset Butonu

Acil durdurma butonlarına basıldığında, ışık bariyeri ihlal edildiğinde, kapılar açıldığında makine durur. Bu gibi durumlarda makinenin tekrar başlaması reset butonuna basılır. Makine reset butonuna basmadan başlamaz. Bu butonu güvenli PLC’lerin çıkışına bağlamak daha emniyetli olacaktır. Böylece test palsleri ile buton sürekli kontrol edilebilir ve bir kısa devre durumu olduğunda fark edilebilir.



Şekil 6.40 Reset Butonu

Hidrolik preslerdeki acil durumlardan sonra Şekil 6.40'daki gösterildiği gibi bir reset butonuna basılır ve sistem acil durumdan çıkarılır. Fakat burada en önemli kısım reset butonundan sonra sistemin hareket almamasıdır. Reset butonuna basıldıktan sonra alarm gitmişse sistem yeniden operatörün kontrolünde çalışmalıdır.

```
IF NOT "Safety"."bxEmergencyStopFront" THEN
  "aEmergencyStopFront" := true;
END_IF;

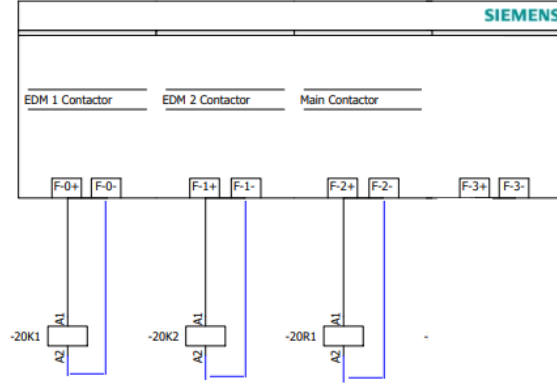
IF "bAlarmReset" AND "Safety"."bxEmergencyStopFront" THEN
  "aEmergencyStopFront" := false;
END_IF;
```

Şekil 6.41 Alarm resetleme programı

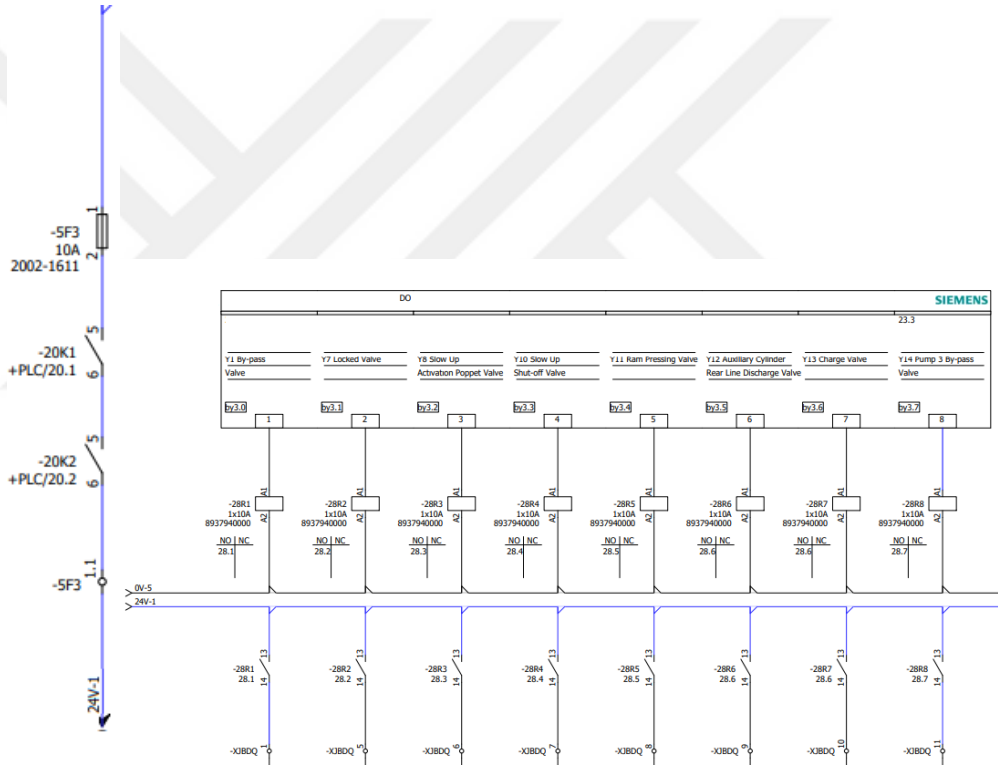
Şekil 6.41'de görüleceği gibi, alarm durumu ortadan kalksa bile alarm gitmeyecektir. Ancak butona basıldığında alarm durumu ortadan kalkmalıdır.

## 6.7. Güvenlik Kontaktörleri

Hidrolik preslerde kontrol devresi 24v kullanılarak tasarlanmalıdır. Güç devresi, yani motor beslemeleri ise Avrupa'da 380v olarak tasarlanır. Kontrol ve güç devrelerinde ayrı ayrı kontaktörler kullanılır. Bu kontaktörler feedback sinyalleri ile sürekli olarak kontrol edilmelidir. Kontrol devresinde 2 tane kontaktör seri olarak bağlanmalıdır.



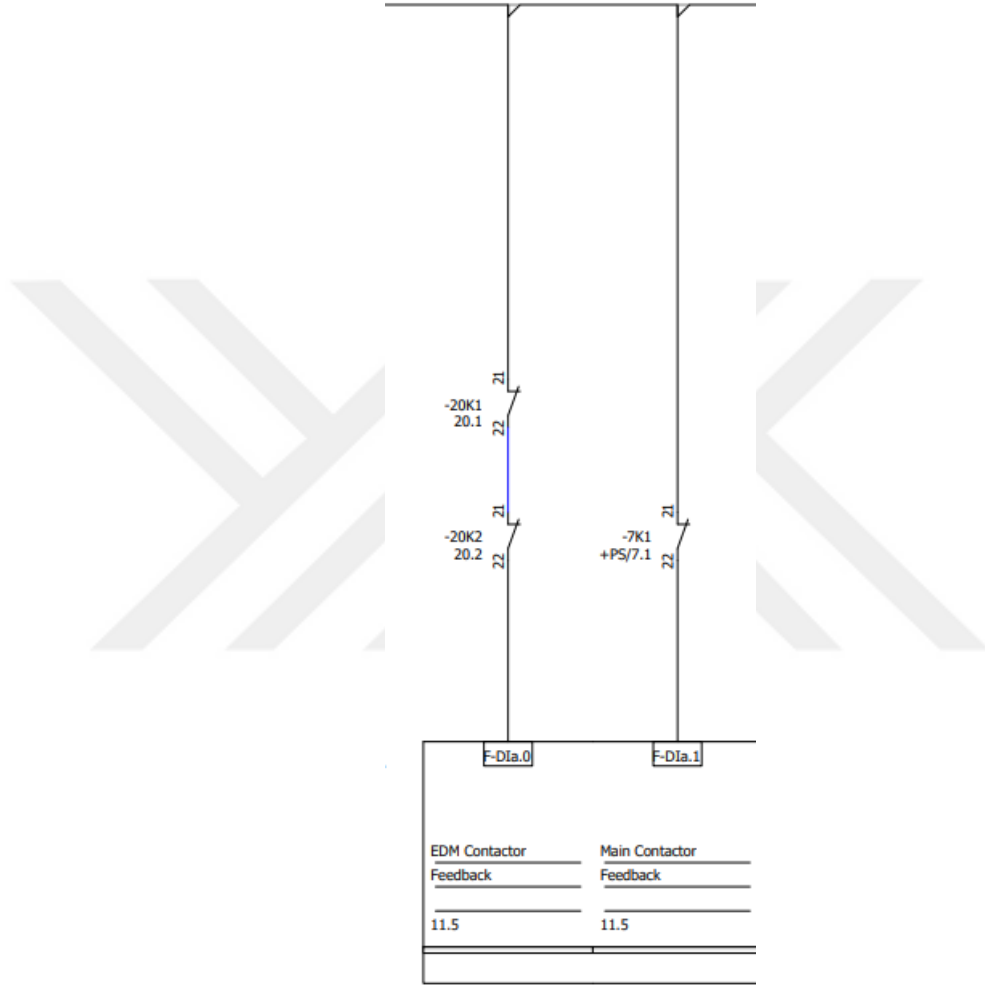
Şekil 6.42 Güvenlik kontaktörleri kontrol devresi



Şekil 6.43 Güvenlik kontaktörlerinin kullanıldığı bağlantılar

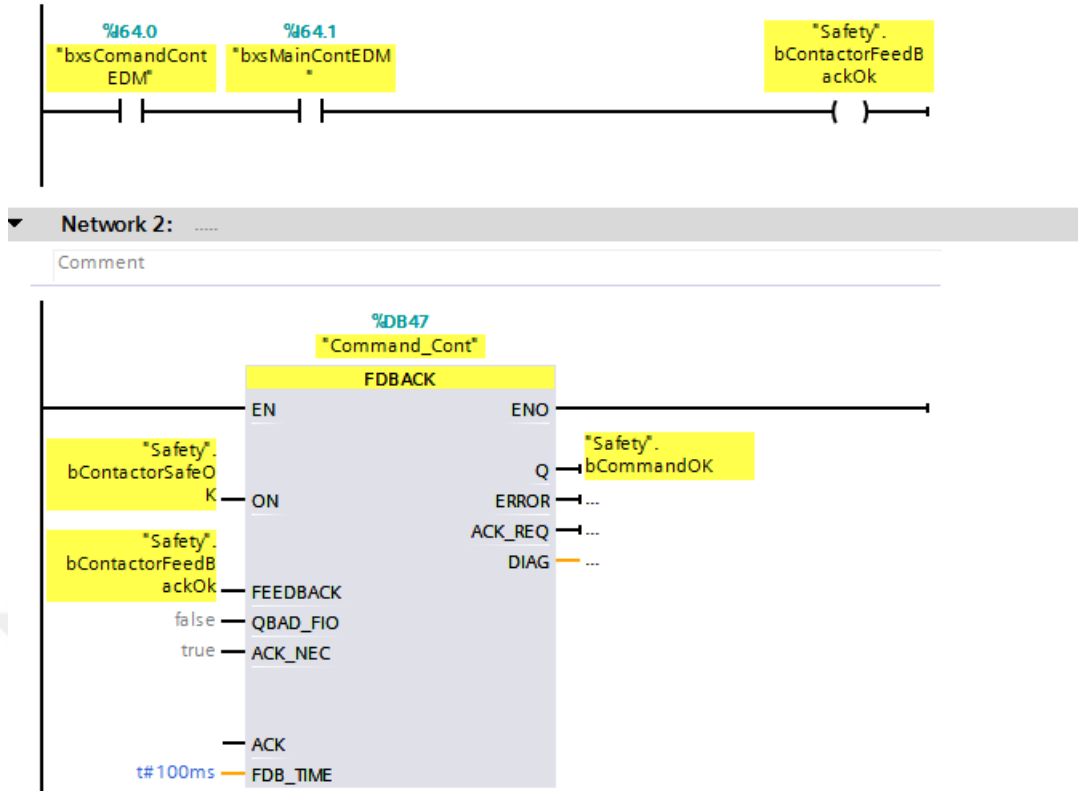
Şekil 6.42 ve Şekil 6.43'deki devre şemasında da görüldüğü gibi 2 adet kontaktörü emniyet PLC ile kontrol ediyoruz. Bu kontaktörlerden geçirdiğimiz 24v'u kullanarak çıkış valflerini enerjilendiriyoruz. Bu şekilde tüm çıkışları kesmek için bu kontaktörlerin enerjisini kesmek yeterlidir. Ana kontaktör de 380v devresini kesmek için kullanılır.

Kontaktörlerin A1 ve A2 uçları PLC tarafından beslenilir. Böylece kontaktörlerin durumları sürekli kontrol edilmiş olacaktır. Test palsleri aktif edilerek kontrol sağlanmış olur. Test palsleri kontaktörlere çok kısa süreli palsler gönderir. Bu palslerin geri dönüşüne bakarak sistemdeki kısa devre ve kablo kopma arızalarını tespit eder.



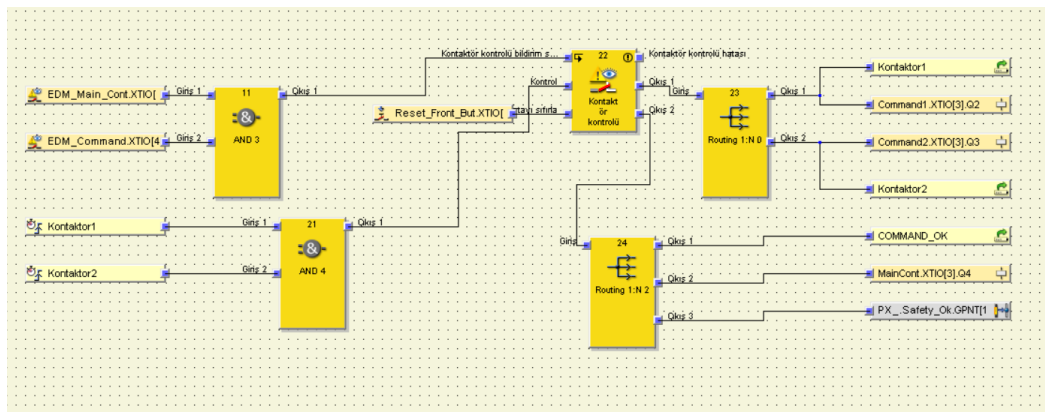
**Şekil 6.44** Güvenlik kontaktörleri feedback bağlantısı

Kontaktörler için en önemli hususlardan birisi, Şekil 6.44'deki gibi birer tane kontağını feedback sinyali olarak kullanmaktır. Bu feedback sinyallerini kullanarak enerji verilen bir kontaktörün gerçekte de kontaklarını değiştirip değiştirmediği kontrol edilir. Böylece arızalanan bir kontaktör hemen tespit edilmiş olacaktır.



Şekil 6.45 Siemens PLC güvenlik kontaktörü programlanması

Şekil 6.45’deki gibi Siemens PLC ile FDBACK bloğu ile bu sistem kurulabilir. 2 kontaktörün feedback sinyalleri feedback girişine bağlanarak sistemin arızayı kontrol etmesi sağlanır.



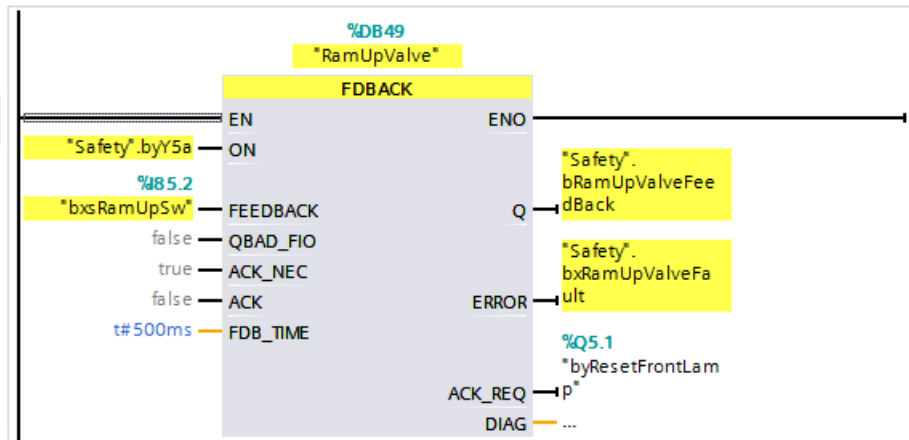
Şekil 6.46 Sick PLC güvenlik kontaktörü programlanması

Sick Flexi Soft PLC ile de Şekil 6.46’daki devre oluşturulabilir. Böylece kontaktörler feedback sinyalleri ile kontrol edilmiş olacaktır.

## 6.8. Valf kontrolleri

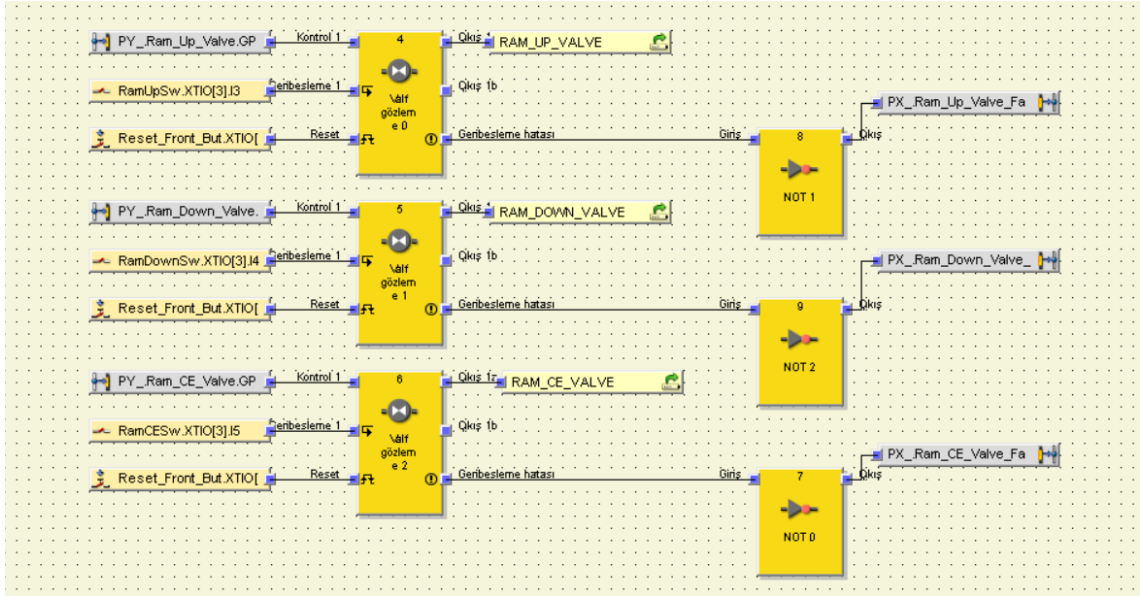
Hidrolik preslerde hareketler yön valfleri ile verilir. Bu valfler de kontaktörler gibi feedback sinyali ile kontrol edilmesi gerekmektedir. O yüzden valf seçiminde feedback sinyali olan valfler seçilmelidir. Bu sinyaller valflere aç veya kapat komutu gittiğinde fiziksel olarak hangi durumda olduğunu kontrol etmeye yarar.

Hidrolik preslerde yön valfleri ile birlikte bir valf daha kullanılır. Bu valf emniyet amaçlıdır. Bir arıza durumunda valflerden birisi bozulsa bile diğeri arızayı tespit etmeyi sağlar.



Şekil 6.47 Siemens PLC valf çıkışları programlanması

Siemens Tia portal programında, Şekil 6.47’de gösterildiği gibi FDBACK bloğunu kullanarak valf kontrolü yapılabilir. Kullanımı kontaktör yapısı ile aynıdır.



Şekil 6.48 Sick PLC valf çıkışları programlanması

Sick Flexi Soft programında da Şekil 5.48'deki gibi Valf Gözlem blokları ile valf kontrolü yapılabilir. Kontaktör kontrolü ile aynı yapıdadır.

## 6.9. Programlama Çözümleri

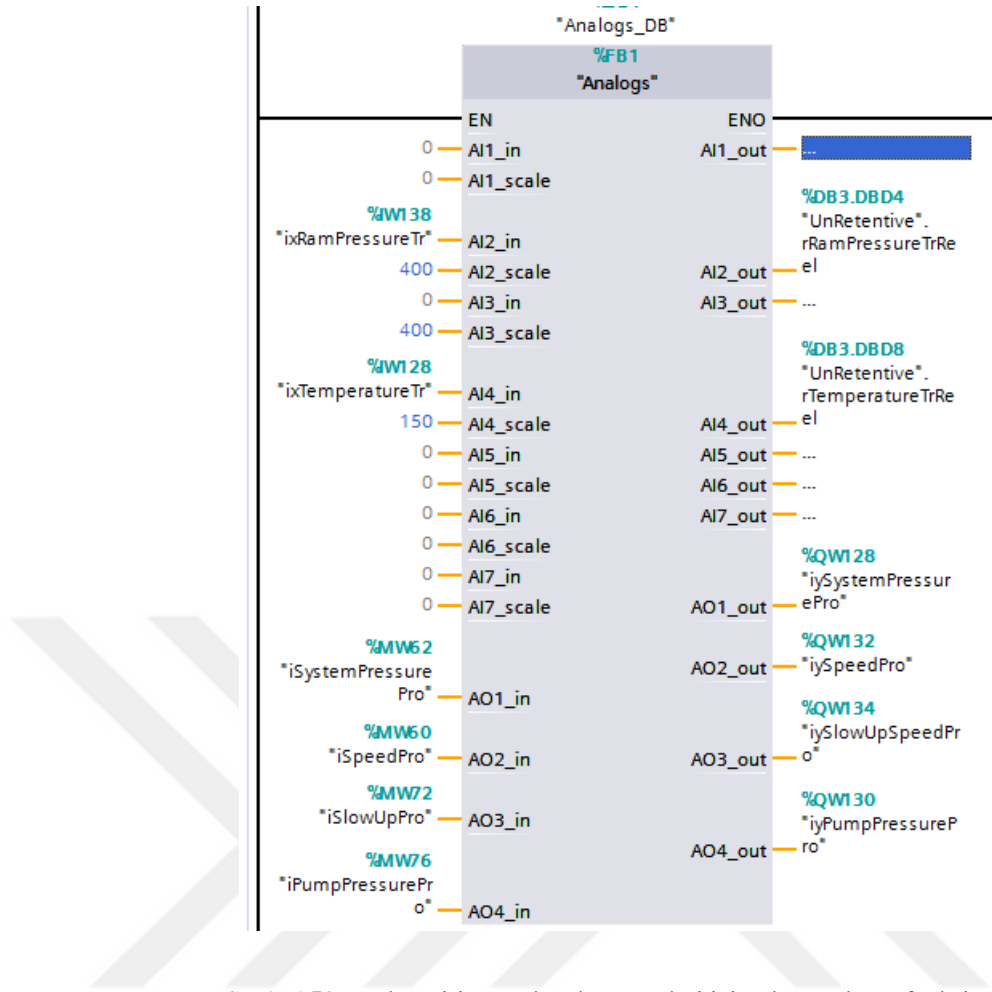
Endüstride analog sensörler genelde 4-20mA 0-20mA ve 0-10v değerlerinde olurlar. Bu sensörlerin verdiği verileri anlamlı hale getirmek için PLC'de işlemek gereklidir.

```
#AI1_out := INT_TO_REAL(#AI1_in) / 27648 * #AI1_scale;
#AI2_out := INT_TO_REAL(#AI2_in) / 27648 * #AI2_scale;
#AI3_out := INT_TO_REAL(#AI3_in) / 27648 * #AI3_scale;
#AI4_out := INT_TO_REAL(#AI4_in) / 27648 * #AI4_scale;
#AI5_out := INT_TO_REAL(#AI5_in) / 27648 * #AI5_scale;
#AI6_out := INT_TO_REAL(#AI6_in) / 27648 * #AI6_scale;
#AI7_out := INT_TO_REAL(#AI7_in) / 27648 * #AI7_scale;
```

```
#AO1_out := REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(#AO1_in) / 10000 * 27648);
#AO2_out := REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(#AO2_in) / 10000 * 27648);
#AO3_out := REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(#AO3_in) / 10000 * 27648);
#AO4_out := REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(#AO4_in) / 10000 * 27648);
```

Şekil 6.49 Analog girişlerin programlanması





Şekil 6.50 Analog giriş ve çıkış dönüşümleri için oluşturulmuş fonksiyon

Her sensörün minimum ve maksimum okuma değerleri vardır. Bu değerler Şekil 6.49'daki gibi sensörün analog bilgisine göre dönüştürülür. Bu dönüşümü diğer programlarda da kolayca yapmak için 6.50'deki gibi analog değerler için bir fonksiyon blok oluşturulabilir.

Hidrolik preslerde uygulanan kuvvet oluşan basınç üzerinden hesaplanır. Bu basıncı ölçmek için de basınç sensörleri kullanılır.

Burada almamız gereken önlem basıncı sınırlandırmaktır. Şekil 5.51'deki gibi yazacağımız programda, sistemin çıkabileceği maksimum basıncı geçtiğinde bir alarm biti oluşturulur. Bu bit aktif olduğunda Şekil 5.52'de gösterildiği gibi sistem tamamen kapatılmalıdır. Her çıkış kesilmeli ve motor durmalıdır. Ayrıca sistemin hidrolik kısmı valfler enerjisiz olduğunda basıncı otomatik şekilde tahliye etmesi yönünde olmalıdır.

Aynı şekilde yağ sıcaklığı ve motor sıcaklıkları da sıcaklık sensörleri ile kontrol edilmelidir. İki değer için de maksimum değere yaklaşıldığında uyarı verilmeli ve maksimum değer aşıldığında sistem tamamen durdurulmalıdır. Hidrolik preslerde yağ

çok çabuk ısınır. Bu ısınma eğer zarar verici boyutlara ulaşırsa ciddi hasarlara neden olabilir.

```
// Yüksek Sıcaklık Alarmı
IF "UnRetentive".rTemperatureTrReel >= 55 THEN
  "aHighTemperature" := true;
END_IF;

// Yüksek Basınç Alarmı
IF "UnRetentive".rRamPressureTrReel >= 275 THEN
  "aHighPressure" := true;
END_IF;
```

Şekil 6.51 Alarmlar için oluşturulmuş program

Oluşturulan alarmlar sistemin hareketine engel olmalıdır. Bu alarmlar geldikten sonra tüm valfler ve çıkışlar kesilmelidir. Böylece bir arıza durumunda sistemin hareketi kesilir ve basınç boşaltılmış olur.

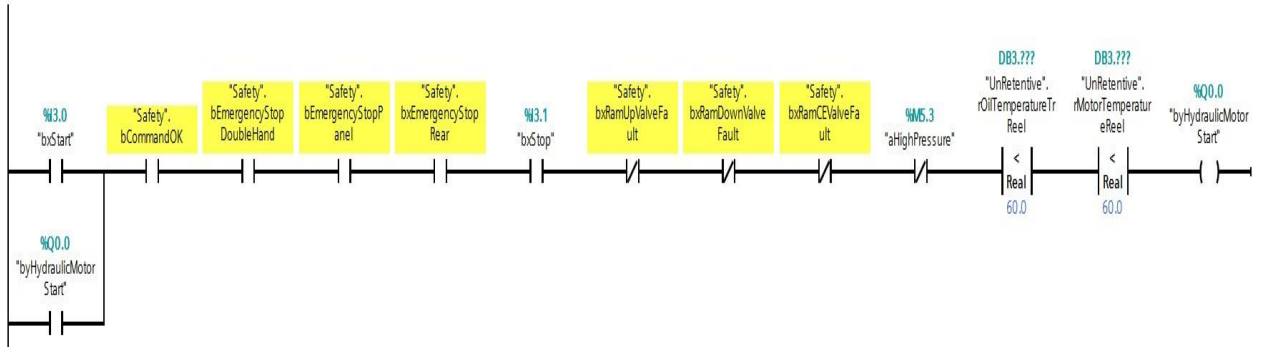
```
2 "byY1" := false;
3 "byY5a" := false;
4 "byY5b" := false;
5 "byY6" := false;
6 "byY7" := false;
7 "byY8" := false;
8 "byY10" := false;
9 "byY11" := false;
10 "byY12" := false;
11 "byY13" := false;
12 "byY14" := false;
13 "byY15a" := false;
14 "byY15b" := false;
15 "byY16" := false;
```

Şekil 6.52 Sistemdeki tüm çıkışların kesilmesi için yazılan program

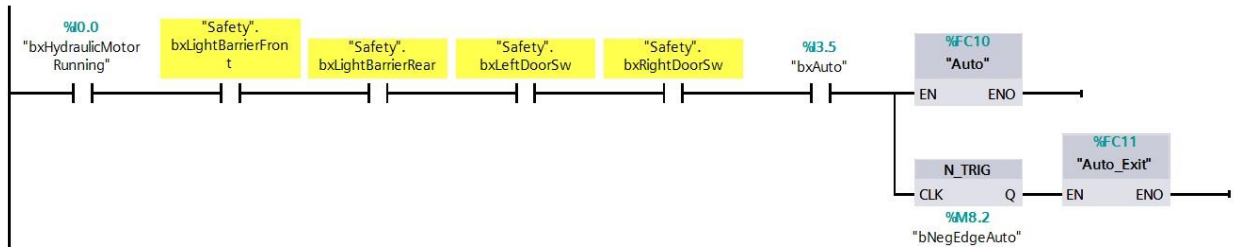
Hidrolik sistemde kullanılan filtreler belli zamanlarda kirlenir ve değiştirilmesi veya temizlenmesi gerekir. Bu temizlenme işlemi acilen yapılması gereken bir işlem olmadığı için bir uyarı gösterilir ve belli bir süre sonuna kadar sistemin çalışmasına izin verilebilir. Şekil 6.53’de gösterildiği gibi bu süre geçene kadar filtre hala temizlenmezse o zaman sistem durdurulmalı ve temizlenmeden çalışmasına izin verilmemelidir. Bu kısımda sistemi alarm durdurur ama sisteme uyarı dijital girişin kesilmesi sonucu verilir. Böylece uyarıdan sonra 24 saat temizleme süresi tanımlanır.



Şekil 6.53 Filtre kirlenmesi sonucu oluşan alarmların programlanması

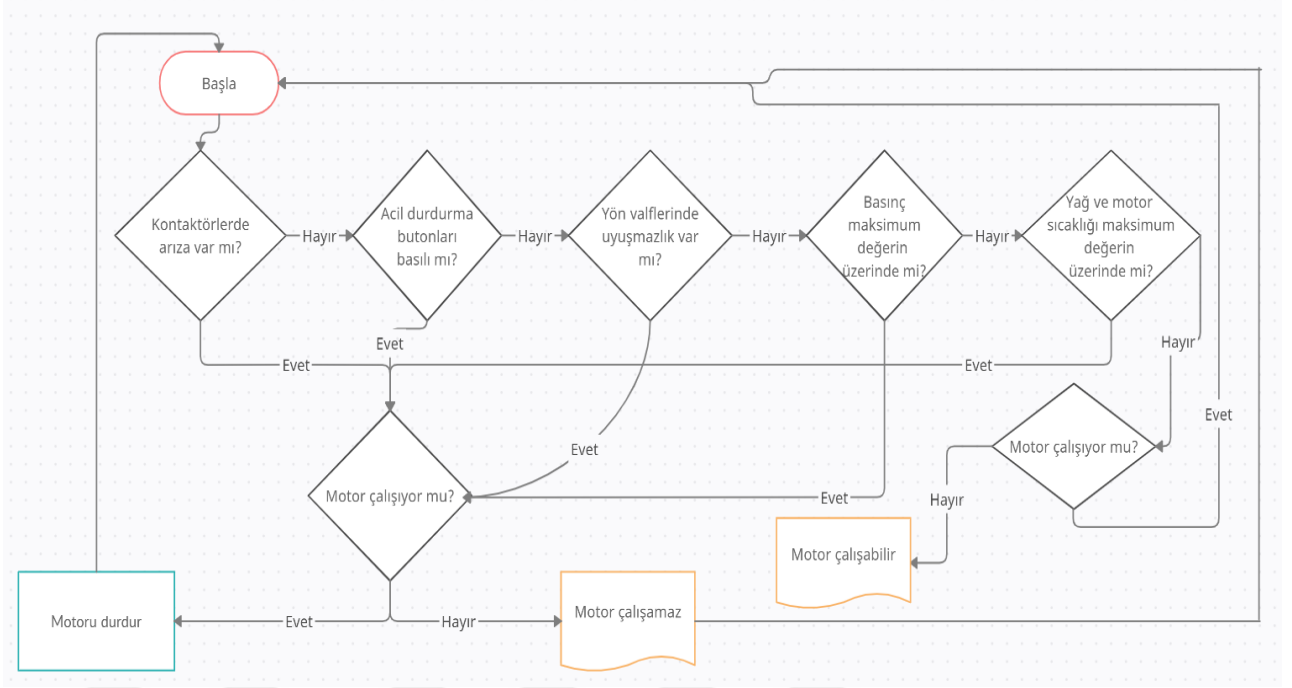


Şekil 6.54 Hidrolik motorun çalıştırılması için yazılan program



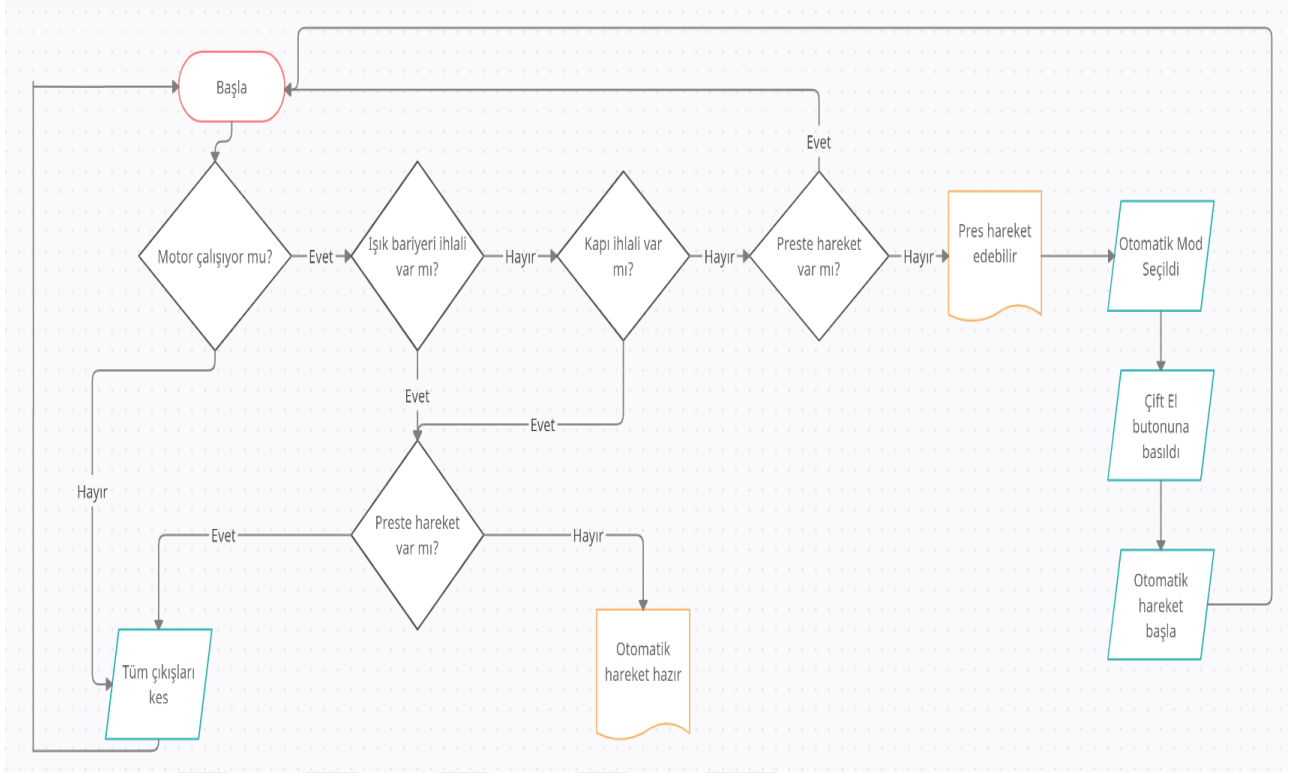
Şekil 6.55 Otomatik çalışma için yazılan program

Şekil 6.54’de görüleceği gibi hidrolik motorun çalışma şartlarında tüm güvenlik önlemleri bulunmaktadır. Motor çalıştıktan sonra Şekil 6.55’de gösterildiği gibi otomatik çalışma şartları aranır.



Şekil 6.56 Hidrolik motor çalışma diyagramı

Şekil 6.56’de hidrolik motorun çalışma diyagramı gösterilmiştir. Diyagrama göre tüm güvenlik koşulları sağlandığı zaman motor çalışabilir. Motor çalışırken de herhangi bir koşul sağlanmaması durumunda motor durdurulur. Böylece herhangi bir güvenlik ihlali motor durdurulacaktır.



Şekil 6.57 Otomatik hareket çalışma diyagramı

Şekil 6.57’de otomatik hareket için çalışma diyagramı gösterilmiştir. Bu diyagrama göre herhangi bir güvenlik ihlali yoksa otomatik hareket başlar. Otomatik hareket boyunca oluşan güvenlik ihlallerinde tüm çıkışlar kesilir ve hareket durmuş olur.

### 6.10. Mod Anahtarı

Mod anahtarı makinenin nasıl çalıştırılacağına seçildiği elemanlardır. Makinede ne kadar çalışma modu varsa anahtarda o kadar seçenek olur. Örneğin Şekil 6.58’deki gibi 2 etkili bir pres için tek etki, çift etkili otomatik çalışmalar, manuel çalışma ve hareketsiz durum olmak üzere 4 mod olmalıdır.



Şekil 6.58 Mod anahtarı

Anahtar çıkabilmesi gerekmektedir. Bu şekilde görevli olmayanların çalışma modunu değiştirmesi engellenir. Mod değişimlerinde sistem durdurulmalı ve yeni mod operatörün verdiği komutla başlamalıdır.

### 6.11. IP Kamera

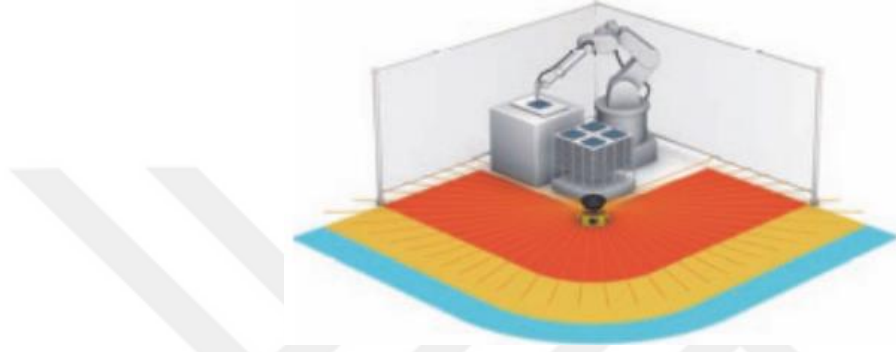
Çok büyük hidrolik preslerde operatör presin çevresine hakim olamaz. Makinenin yanında ve arkasında oluşabilecek durumları göremez. Bu gibi durumların çözümü için ip kamera kullanılması mantıklıdır.

IP kameralar anlık olarak o noktaların görüntüsünü, network aracılığıyla, istenilen ekrana verir. Böylece operatör önündeki ekrandan presin çevresine hakim olabilir.

Ayrıca yüksek boylu preslerde yukarı çıkmak büyük zaman kayıplarına ve risklere neden olmaktadır. Bu yüzden presin hidrolik kısmının bulunduğu üst tarafına da bir kamera koyulursa en ufak durumlarda bile yukarı çıkma gerekliliği ortadan kalkmış olur.

## 6.12. Alan Tarayıcılar

Robotik uygulamalarda güvenliği artırmak için alan tarayıcı sensörler kullanılır. Şekil 6.59'de robotun çalışma alanını kontrol eden bir sensör gösterilmiştir. Bu sensörler sayesinde robotun çalışma alanına bir insan yaklaştığı zaman robot yavaşlar. Alana girildiğinde ise tamamen durur. Bu şekilde robot beslemeli presler için ayrıca bir güvenlik önlemi alınmış olur.



Şekil 6.59 Alan tarayıcı çalışma sistemi

Ayrıca preslerin çevresine de alan tarayıcı sensörler koyulabilir. Bu sensörler sayesinde presin çalışma alanına yakın birisi olduğunda operatör uyarılır. Böylece Operatörün göremediği alanlara da hâkim olmuş olacaktır.

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasında makine emniyeti konusu ele alınmıştır. Bu konuda da özel olarak, ciddi kazaların yaşandığı ve çok tehlikeli sınıfta yer alan hidrolik presler seçilmiştir. Öncelikli olarak bu makinelerde yaşanan kazaların nedenleri araştırılmış ve büyük çoğunluğu makine tasarımı kaynaklı olduğu görülmüştür.

Güvenli bir makine oluşturmak için öncelikle makineyi bilmek gerekir. Tez çalışmasında hidrolik preslerin yapısı, çalışma şekilleri, sınıfları gibi farklı özelliklerine değinilmiştir. Makineyi tanıdıktan sonra makinede oluşabilecek kazalar listelenmiştir. Bu liste FMEA risk analizi metodu ile analiz edilmiştir. Bu analiz sonucu oluşan tabloya göre risklerin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenler anlatılmıştır. Yapılması gerekenler; malzeme seçimi, bağlantı, program bir bütün halinde anlatılmıştır.

### 7.1. Sonuçlar

Hidrolik preslerde oluşabilecek kazalar ve bu kazaların risk analizine göre alınacak önlemler belirtilmiştir. Bu önlemlerden sonra risklerin durumu bu bölümde tekrar analiz edilmiştir.

Presin çalışma alanına girilmesi sonucu presin durmaması riski ışık bariyeri ve kapı şalterleri kullanılması ile ortadan kalkmıştır. Artık çalışma alanına girildiğinde pres duracak ve tüm çıkışları kesilecektir. Işık bariyerinin konumlandırma hesabı yapılmış ve bu hesaba göre konumlandırılmıştır. Böylece operatör tehlikeli bölgeye ulaşmadan presin duracağı garanti altına alınmıştır.

Tek buton ile presin çalışabilmesi tehlikesi çift el sistemi ile ortadan kalkmıştır. Artık 2 butona aynı anda basılmazsa pres hareket almayacaktır. Ayrıca butonların test palsleri ile kontrol edilmesi sonucu herhangi bir kısa devre veya arıza durumunda sistem çalışmayacaktır.

Pres açıklıklarında gerekli önlemlerin alınmaması riski yine ışık bariyerleri ile çözülmüştür. Bir preste farklı birçok açıklık bulunabilir. Bu kısımlar mekanik olarak kapatılmazsa ışık bariyeri takılması zorunludur.

Güvenlik elemanlarının yanlış kullanımı riski tüm elemanların standartlara göre ve amacına uygun şekilde seçilmesiyle önlenmiştir. Bir güvenlik elemanının fiziksel olarak makinede bulunması tam olarak güvenli bir makine elde edildiği anlamına



gelmez. Güvenli bir makine elde etmek için elemanın bağlantısına ve özellikle programlanmasına dikkat edilmelidir. Bu tez çalışmasında 2 farklı güvenlik PLC kullanılarak bu elemanların programlanması bu 2 türde de ayrı ayrı anlatılmıştır.

Eksik veya yetersiz acil durdurular konusu anlatıldığı gibi makinede insan olabilecek her yere yerleştirilmelidir. Ayrıca butonların nasıl bağlanacağı ve nasıl programlanacağı anlatılmıştır. Bu şekilde oluşturulan bir acil durdurma sistemi riski ortadan kaldıracaktır.

Motor sıcaklık kontrolü olmaması tehlikesi için programlama çözümleri bölümünde anlatıldığı gibi bir analog sensör vasıtasıyla motor sıcaklığı sürekli olarak kontrol edilir. Bu sensörün nasıl programlanacağı ve sıcaklık yükseldiğinde çalışma nasıl durdurulacağı anlatılmıştır. Bu şekilde motor sıcaklığı artışları artık bir risk olmaktan çıkmıştır.

Robotlu çalışmadaki güvenlik eksikleri alan tarayıcı ve kapı şalterleri ile giderilmiştir. Robotun çalışma alanı girilebilecek her kapı şalterleri ile kontrol edilecektir. Ayrıca alan tarayıcılar ile robotun çevresi sürekli olarak kontrol edilecektir. Herhangi bir hata durumunda sistem duracaktır.

Operatörlerinin birbirinden bağımsız davranması riski için çift el seçim sistemi ve ip kamera önlemleri alınmıştır. Operatörlerden makineyi kullanacak olan kendi sistemini devreye sokacak ve diğeri devre dışı kalacaktır. Ayrıca ip kameralar ile birbirini ve çevrelerini gördükleri için birbirlerinden haberleri olabilecektir.

Acil durumlarda tüm hareketlerin kesilmemesi riski yazılan program ile önlenmiştir. Acil durumlarda tüm sistem duracak şekilde sistemin her çıkışı kesilmektedir. Böylece bir kaza yaşanmayacaktır. Ayrıca tüm çıkışlar 2 adet kontaktöre bağlanmıştır. Herhangi bir arıza durumunda bu kontaktörün enerjisi kesileceği için tüm çıkışlar yine devre dışı kalacaktır.

Yön valflerinde oluşabilecek hatalar valflerin sürekli olarak durum kontrolü ile çözülmüştür. Ayrıca yön valflerine ek bir valf daha kullanılmıştır ve bu valf sayesinde valflerin mekanik olarak da kontrolü sağlanmış olacaktır. Ayrıca pres hareketleri 2 valf ile kontrol edilecek olması sayesinde valf arızaları tespit edilebilecektir.

Sistemin enerjisiz kalması ile tüm hareketlerin kesilmemesi riski enerjisiz kaldığında basınç boşaltan valfler kullanılarak çözülmüştür. Bu sistemde sistem basınca gireceği zaman valf açılır ve açık olduğu sürece basınç oluşur. Kapandığında ise tüm basınç boşaltılacaktır.

Filtreleme olmaması riski için farklı filtreler anlatılmış ve bu filtrelerin nasıl programlanacağından bahsedilmiştir. Bu sayede riskin önüne geçilecektir.

Basınç sınırlandırılmaması riski için çözüm programlama çözümleri bölümünde anlatılmıştır. Burada anlatıldığı gibi öncelikle sistem basıncı belli bir değerin üzerine çıktığında bir alarm oluşturulur ve bu alarm geldiğinde tüm çıkışlar kesilir. Böylece hareket durur ve basınç boşaltılır.

Yağ sıcaklık kontrolü olmaması riski kullanılan yağ sıcaklık sensörü ile ortadan kaldırılmıştır. Sensörün nasıl programlanacağı ve sistemin yüksek sıcaklıkta nasıl durdurulacağı da anlatılmıştır.

Presin görülemeyen kısımlardaki güvenlik eksikleri alan tarayıcı sensörler ve ip kameralar ile önlenmiştir. Presin çevresinde kullanılan alan sensörleri ile bu alanlar kontrol edilmiş olacaktır. Ayrıca ip kameralar ile de operatör, göremeyeceği tüm kısımlardan haberdar olacaktır.

Güvenlik kontrolü ve proses kontrolünün ayrılmaması riski hatada güvenli bir PLC kullanılarak çözülmüştür. Bu sayede kontrol kısmında yaşanacak bir arıza güvenlik kısmını etkilemeyecektir.

Yanlış güvenlik elemanlarının seçilmesi riski için güvenlik ekipmanları seçerken nelere dikkat edilmesi gerektiği anlatılmıştır. Ayrıca ekipmanların nasıl kullanılacağı ve nasıl programlanacağı da gösterilmiştir.

Makine güvenlik ihlalden sonra reset beklemeden çalışmaması riski reset butonlarının programlanması kısmında önlenmiştir. Bu kısımda bu butonların nasıl kullanılacağı ve nasıl bağlanacağı da gösterilmiştir.

Böylece tüm riskler için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda riskler ortadan kaldırılmış ve emniyetli bir makine tasarımı oluşturulmuştur. Bu çalışmayı kullanarak, makine üreticileri ve kullanıcıları, güvenli bir hidrolik pres tasarımı elde edebilir.

| Koşul   | Durum                      |
|---|----------------------------|
| Çalışma alanına girildiğinde pres durmalı   | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Pres operatör tarafından yanlışlıkla çalıştırılmamalı   | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Pres açıklıkları kapatılmalı, kapatılamayan açıklıklar bariyer veya kapılar ile sürekli kontrol edilmeli                  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Presin çevresindeki tehlikeli alanlarda ve operatör çalışma alanlarında acil durdurma butonları olmalı                    | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Operatörlerin birbirinden habersiz hareketleri engellenmeli   | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Güvenlik ihlalleri sonucu tüm hareketler kesilmeli  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Hareket valflerinde yaşanacak arızalar önceden tespit edilmeli  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Güvenlik elemanlarında yaşanacak arızalar önceden tespit edilmeli   | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Makinenin enerjisi kesildiğinde tüm hareketler durmalı  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Hidrolik akışkan sürekli filtreden geçirilmeli, Filtre dolduğunda sistem durmalı  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Sistemin basıncı sürekli kontrol edilmeli, nominal değer üstündeki basınçlarda sistem durmalı                             | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Yağ sıcaklığı sürekli kontrol edilmeli, nominal değer üstünde sistem durmalı  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Presi çalıştıran operatör presin tüm alanlarını görmeli veya görülemeyen alanlarda çalışma alanı ihlalinde sistem durmalı | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Makinenin proses ve güvenlik kontrolcileri birbirinden ayrılmalı  | <input type="checkbox"/> ✓ |
| Güvenlik ihlalleri sonucu duran sistem ihlal ortadan kalkınca reset butonuna basılmadan hareket almamalı                  | <input type="checkbox"/> ✓ |

**Tablo 7.1** Yapılan tasarım için doldurulan emniyet kontrol formu

Yapılan işlemleri kontrol etmek için emniyet kontrol formu doldurulmuştur. Tablo 7.1’de görüldüğü gibi tüm koşullar sağlanmıştır. Böylece oluşturulan güvenli tasarım tekrar kontrol edilmiştir.

| Masraf Kalemi                               | Ürün  | Fiyat (Euro) |
|---|---|--------------|
| Safe PLC (Standart PLC ile arasındaki fark) | Siemens s7-1200 F-CPU   | 261          |
| Safe input ve output modülleri              | Siemens 32 giriş ve 8 çıkış modül                                       | 888          |
| Işık bariyeri                               | Datalogic PLe parmak koruma (yatay ve dikey bariyerlerden oluşan takım) | 2088         |
| Kapı şalteri                                | Omron PLe seviye 2 kontak (Sağ ve sol kapı için 2 adet)                 | 239          |
| İzlemeli valf (1 adet fazla için)           | Rexroth   | 149          |
| Yağ sıcaklık sensörü                        | Turck   | 139          |
| Motor sıcaklık sensörü                      | Turck   | 122          |
| Lazer alan tarayıcı                         | Sick  | 1022         |
| Basınç sensörü                              | Turck   | 180          |
| İp Kamera                                   | Leuze   | 500          |
| Diğer                                       | Kalan malzemeler, işçilik ve yazılım                                    | 1500         |
|   | Toplam  | 7088         |

**Tablo 7.2** Masraf tablosu

Emniyetli bir hidrolik presin maliyet hesabını yapmak için, güvenlik elemanları olmadan oluşturulan bir pres ile bu çalışmada elde edilen tasarım karşılaştırılmıştır. Tablo 7.2’de görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen güvenlik tasarımı sonucu fazladan oluşan maliyet yaklaşık 7088 Euro’dur. Bu miktara düşük maliyet kalemleri dahil edilmemiştir. Bu maliyetler malzemelerin liste fiyatı üzerinden hesaplanmıştır.

| Maliyet Kalemi  | Fiyat (Euro) |
|---|--------------|
| İlkyardım masrafları  | 110          |
| Tedavi için işverenin harcadığı para  | 1650         |
| Tamir için harcanan masraf  | 55           |
| Kazaya uğrayan işçinin ve birlikte çalıştığı işçilerin, iş başı yaptıktan sonra verimlerinin düşmesi ile ilgili maliyeti              | 420          |
| Kazaya uğrayan işçi yüzünden; birlikte çalıştığı işçilerin kaza nedeniyle çalışamadıkları iş süreleri için ödenen ücretlerin maliyeti | 425          |
| Kaza geçiren işçi yerine alınan işçinin öğrenme süresinin maliyeti  | 35           |
| Kaza sebebiyle oluşan üretim kaybı maliyeti   | 14400        |
| Toplam  | 17095        |

**Tablo 7.3** Uzuv kaybı yaşanan kazalar sonucu kayıp tablosu

Kayıp tabloları oluşturulurken, beyaz eşya sektöründe kullanılan bir parça referans alınmıştır. Bu parçadan birim kazanç 10 Euro'dur ve saatte 30 adet parça üretilir. Buna göre bir saatlik makine duruşundan 300 Euro zarar edilmektedir.

Çalışma alanına girildiğinde presin durmaması, pres açıklıklarında gerekli önlemlerin alınmaması, operatörlerin birbirinden bağımsız olması, sistemin enerjisiz kalması sonucu hareketlerin kesilmemesi, makinenin güvenlik ihlalleri sonrası reset beklemeden hareket alması riskleri sonucu oluşan kazalarda uzuv kaybı yaşanma ihtimali çok yüksektir. Şekil 7.3'de uzuv kaybı yaşanan kazalar sonucu kayıp tablosu gösterilmiştir. Bu kazalarda en az 3 gün makinenin kapanacağı düşünülerek hesap yapılmıştır. Kaza maliyeti 17095 Euro olarak hesaplanmıştır. Böyle bir kazanın bir kere olması bile emniyet sistemine harcanan 7088 Euro masraftan daha fazla kayıp yaşatmaktadır.

| <b>Maliyet Kalemi</b>                       | <b>Fiyat (Euro)</b> |
|---|---------------------|
| Tamir için harcanan masraf                  | 10000               |
| Kaza sebebiyle oluşan üretim kaybı maliyeti | 26000               |
| <b>Toplam</b>                               | <b>36000</b>        |

**Tablo 7.4** Yüksek maddi hasarlı kaza sonucu oluşan kayıp tablosu

Presin operatör tarafından yanlışlıkla başlatılması ve robotlu çalışmadaki güvenlik eksikleri nedeniyle oluşan kazalarda ciddi maddi kayıplar yaşanabilir. Tablo 7.4'de büyük maddi hasarlı bir kaza sonucu oluşan kayıp listelenmiştir. Böyle bir kaza sonucu oluşan 36000 Euro, kaza olmaması için harcanacak 7088 Euro masrafın kat ve kat üzerindedir.

| <b>Maliyet Kalemi</b>  | <b>Fiyat (Euro)</b> |
|--|---------------------|
| İlkyardım masrafları   | 110                 |
| Tazminat için ödenen para  | 15000               |
| Tamir için harcanan masraf   | 55                  |
| Kazaya uğrayan işçinin ve birlikte çalıştığı işçilerin, iş başı yaptıktan sonra verimlerinin düşmesi ile ilgili maliyeti             | 840                 |
| Kazaya uğrayan işçi yüzünden; birlikte çalıştığı işçilerin kaza nedeniyle çalışmadıkları iş süreleri için ödenen ücretlerin maliyeti | 850                 |
| Kaza geçiren işçi yerine alınan işçinin öğrenme süresinin maliyeti   | 35                  |
| Kaza sebebiyle oluşan üretim kaybı maliyeti  | 50400               |
| <b>Toplam</b>  | <b>67290</b>        |

**Tablo 7.5** Ölümlü kazalar sonucu oluşan kayıp tablosu

Güvenlik elemanlarının yanlış kullanımı, eksik veya yetersiz acil durdurular, güvenlik ve proses kontrolünün ayrılması, acil durdurularda tüm hareketlerin kesilmemesi, presin görülmeyen kısımlarındaki güvenlik eksikleri riskleri sonucu oluşan kazalarda can kaybı olma ihtimali çok yüksektir. Tablo 7.5’de ölümlü kazalar sonucu oluşan kayıplar listelenmiştir. Bu tabloya göre oluşan 67290 Euro kayıp, bu kaybı önlemek için harcanacak 7088 Euro masraftan çok daha fazladır.

| <b>Maliyet Kalemi</b>                       | <b>Fiyat (Euro)</b> |
|---|---------------------|
| Tamir için harcanan masraf                  | 1000                |
| Kaza sebebiyle oluşan üretim kaybı maliyeti | 600                 |
| <b>Toplam</b>                               | <b>1600</b>         |

**Tablo 7.6** Düşük maddi hasarlı kazalar sonucu oluşan kayıp tablosu

Yağ ve motor sıcaklık kontrolü olmaması ve filtreleme olmaması riskleri sonucu düşük maddi hasarlı kazalar oluşma ihtimali çok yüksektir. Tablo 7.6’da düşük maddi hasarlı kazalar sonucu oluşan kayıplar listelenmiştir. Bu listeye göre, bu küçük kazalardan 5 adet olması durumunda, oluşan 8000 Euro maliyet, kazaların önlenmesi için yapılacak 7088 Euro masraftan fazla olacaktır.

| <b>Maliyet Kalemi</b>                       | <b>Fiyat (Euro)</b> |
|---|---------------------|
| İlkyardım masrafları                        | 110                 |
| Tamir için harcanan masraf                  | 200                 |
| Kaza sebebiyle oluşan üretim kaybı maliyeti | 1500                |
| <b>Toplam</b>                               | <b>1810</b>         |

**Tablo 7.7** Düşük şiddetli yaralanmalar sonucu oluşan kayıp tablosu

Basınç sınırlandırılmaması ve yön valflerinde oluşacak hatalar sonucu düşük şiddetli yaralanmalar oluşur. Tablo 7.7’de düşük şiddetli yaralanmalar sonucu oluşan kayıplar listelenmiştir. Bu listeye göre düşük şiddetli yaralanmalardan 4 adet oluşması durumunda 7240 Euro kayıp oluşur. Bu kayıp, emniyetli sistem için harcanacak 7088 Euro masraftan fazladır.

Bu maliyetlerden çok daha önemlisi insan sağlığı ve güvenliğidir. Bu önlemler maliyet açısından değil insan sağlığı açısından düşünülmelidir. İşverenlerin ve yöneticilerin en önemli görevlerinden birinin çalışanların güvenliğini sağlamak olduğu düşünüldüğünde bu önlemlerin alınması şarttır.

## 7.2. Öneriler

Günümüzde gelişen teknoloji ile yapay zekâ her alanda kullanılmaya başlanmıştır. Şu anda gerekli emniyet standartlarını karşılayacak seviyede olmasa da yapay zekâ bu gibi sistemlerde analiz için kullanılabilir. İnsanların ve makinelerin verilerini analiz ederek ileride makinelerin risk analizleri yapay zekâ sistemi ile yapılabilir.

Endüstri 4.0 ile beraber artık makineler bulut sistemlerine taşınmaktadır. Hidrolik preslerde de yapılabilecek bu geliştirme sayesinde kazalar olmadan tespit edilebilir. Bulut sistemi sayesinde artık bir makinenin verilerini anlık olarak görebiliyoruz ve bu sayede verileri anlık olarak işleyebiliyoruz. Bulut sistemine taşınan bir hidrolik preste kazaya sebep olabilecek kısımlardaki veriler anlık olarak izlenerek standart çalışmanın dışına çıkıldığında fark edilebilir. Böylece kaza oluşmadan önlenmiş olur.

## 8. KAYNAKLAR

- Avcı S., 2019, Tek etkili H tipi hidrolik pres gövdelerinin parametrik tasarımı, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.
- Baudouin, J., & Bello, J. P. (2016). Servomotor Press Design-Safety Recommendations (Doctoral dissertation, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)).
- Bhosale, P., Jagtap, S., & Patil, A. 2016. Implementation Of Industrial Safety. Novateur Publications International Journal Of Innovations In Engineering Research And Technology Volume 3, Issue 4.
- Chinniah, Y., Nix, D. S., Jocelyn, S., Burlet-Vienney, D., Bourbonnière, R., Karimi, B., Mosbah, A. B. (2019). Safety of Machinery: Significant Differences in Two Widely Used International Standards For The Design of Safety-Related Control Systems.
- Chuang, J. Y., Lin, Y. Z., Cheng, C. M., Yang, Y. C., Chang, C. C., & Sheng, I. C. 2018. The Development of a Fpga Based Front End Safety Inter-Lock System.
- Choi, G. H. 2014. Effectiveness of indirect safety regulation on industrial machines and devices in Korea, *Procedia Engineering*, 84, s122-125.
- Çalışma Genel Müdürlüğü, 2021, Çalışma Hayatı İstatistikleri 2020, s98-99.
- Donald R. Vaillancourt and Stover H. Snook, 1995. A Review Of Machine-Guarding Recommendations, *Applied Ergonomics* 26, s141-145.
- Ergür, H. S. (2017). Hidrolik Preslerde Çift El Kumanda Sistemleriyle Güvenliğin İyileştirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 280-291.
- Fındık, A. 2004. Mekanik Saç Şekillendirme Pres Tasarımında Sistematik Konstrüksiyon Ve Sonlu Elemanlar Yöntemlerinin Kullanımı, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Formato, A., Guida, D., Ianniello, D., Villecco, F., Lenza, T. L., & Pellegrino, A. 2018. Design of delivery valve for hydraulic pumps. *Machines*, 6(4), 44.
- Hata, Y., & Hirao, Y. (2015). Functional Safety Application For Collaboration Of Machines And Persons On The Basis Of Safety Levels Defined By Position And Velocity Vectors--. *IEICE Technical Report; IEICE Tech. Rep.*, 115(324), 15-18.
- Hathaway, B. J., Garde, K., Mantell, S. C., & Davidson, J. H. 2018. Design and characterization of an additive manufactured hydraulic oil cooler. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 117, 188-200.



Hidroliksan Halim Usta Pres San. Tic. Ltd. Şti. Arşivi, 2021

H.M.N. Raafat, 1989. Risk Assessment And Machinery Safety, Journal Of Occupational Accidents, 11, s37-50

J.A. Cross, D. Gardner, P.N. Fonteyn, J. Carlopio, A. Shikdar, 1999. Mechanical Equipment İnjuries İn Small Manufacturing Businesses, Safety Science, 33, s112.

Kahraman, Ö. 2009. Bir Otomobil Fabrikasında İş Sağlığı Ve Güvenliği Alanında HTEA (FMEA) Yöntemiyle Risk Analizi Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kadioğlu, M., KADIOĞLU, M., Uçmuş, E., Gönen, D. 2009. Makine imalatı yapan bir işletmede tasarım hata türü ve etkileri analizi ile hata kaynaklarının belirlenmesi ve kalitenin iyileştirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1), 42-55.

Köseler,S, (2014), Üç etkili yüksek hızlı bir hidrolik presin tasarımı ve analizi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı.

Nivajoki, J. (2019). Investigation of embedded safety software in the safety market: accessibility, learnability, and usability of each software, Bachelor's Thesis Turku University of Applied Sciences

Olum, S., Velioğlu, H., Kantaş, M., Ergül, İ., Arıöz, M., Taşbaş, H., 2015, 2006/42/AT Makine Emniyet Yönetmeliğine Göre Yapılan Uygunluk Değerlendirmelerinde En Çok Karşılaşılan Uygunsuzluklar. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(1), 9-16.

Öner, M. A., & SOLAK, S. 2020. PLC Tabanlı Uygulamalar: Mill Makinelerinde Oluşacak İş Kazalarının PLC Kullanılarak Önlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 101-110.

Patel, T., Sheth, S. M., Chauhan, P., & Vishvakarma, B. (2015). Design and Development of Hydraulic press with Die. 5th National Conference on "Recent Advances in Manufacturing.

Pehlivan, T., Usta, Y. 2020. Metal İmalat Sektöründe Kullanılan Preslerin İş Güvenliği Açısından Güvenli Hale Getirilmesi İçin Teşvik Sisteminin Kurulması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 35 (4) , 1751-1766 .

Popov, G., Lyon, B.K. & Hollcroft, B., 2016, Risk assessment: A practical guide to assessing operational risks. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Rástočný, K., Ždánky, J., & Hrbček, J. 2021. Using a safety PLC to Implement the Safety Function. *ASTES Journal*, ISSN, 2415-6698.

- Reijnen, F. F., Erens, T. R., van de Mortel-Fronczak, J. M., & Rooda, J. E. (2020). Supervisory Control Synthesis For Safety PLCs. *IFAC-PapersOnLine*, 53(4), 151-158.
- Sakai, T., Iwami, T., Fujimoto, M., Fujitani, S., Matsumoto, A., Fujita, T., & Schuberg, L. (2007). Development Of A New Emergency Stop Switch To Assure An Operator's Safety Against Foreseeable Failure. In *International Conference On Safety Of Industrial Automated Systems*.
- Sipahioğlu, C. 2001. Sıvama Preslerinde Hidrolik Uygulamaları. 2. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 10-15 Ekim 2001, Ankara
- Stamatis D. H., 2003, Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution
- Štohl, R., Stibor, K., & Šedivá, S. (2018). Application Of Cıp Safety Protocol Between Double Hydraulic Press Machine And Industrial Robot. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 29.
- Theocharis, E., Papoutsidakis, M., Sort, A., & Drosos, C. (2020). Experimentation on the Electromechanical Behavior of Automation Safety Buttons Applied to an Industrial PLC. *WSEAS Transactions on Systems and Control*, 15, 733-742.
- Totten G. and Negri V., 2012, Handbook of Hydraulic Fluid Technology
- TS EN ISO 13849-1, 2016, Makinelerde Güvenlik- Kumanda Sistemlerinin Güvenlikle İlgili Kısımları, TSE, Ankara.
- Vaishnav, A., Lathiya, P., & Sarvaiya, M. (2016). Design Optimization of Hydraulic Press Plate using Finite Element Analysis.
- Watton, J., 2019. Fundamentals of Fluid Power Control, Cambridge University Press, UK.
- Woon Chul Shin, Seung Ju Choi, Keun Oh Lee, 2012. The Prevention of the Injuries through the mold design of the press machine in South of Korea, *Procedia Engineering*, 45, s888-898
- Yağbasan, O. 2010. C tipi bir pres gövdesinin sonlu elemanlar yöntemi ile analizi, Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yuvin Chinniah, 2015. Analysis And Prevention Of Serious And Fatal Accidents Related To Moving Parts Of Machinery. *Safety Science*, 75, s163-173
- Zahálka, J., Tůma, J., & Bradáč, F. (2014). Determination and Improvement of Performance Level of Safety Function of Emergency Stop for Machinery. *Procedia Engineering*, 69, 1242-1250.

Ždánky, P., Balák, J., & Rástočný, K. (2018). Safety Integrity Evaluation of Safety Function. In 2018 International Conference on Applied Electronics (AE) (pp. 1-6). IEEE.

Zeyrek, E. 2019. Implementation Of Plc Controlled Press Machine With Safety Precautions. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

