T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

PLC İLE SOĞUTMA SİSTEMİ OTOMASYONU

Hazırlayan
Ahmet PİŞMİŞOĞLU

Danışman
Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2016
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı : Ahmet Pişmişoğlu

İmza : 

YÖNERGEYE UYGUNLUK

PLC ile Soğutma Sistemi Otomasyonu adlı Yüksek Lisans / ~~Doktora~~ tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Ahmet PİŞMİŞOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU

Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Necmi TAŞPINAR

Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU danışmanlığında **Ahmet PİŞMİŞOĞLU** tarafından hazırlanan "**PLC ile Soğutma Sistemi Otomasyonu** " adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

23/09/2016

JÜRİ:

Danışman	: Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU .....
Üye	: Prof. Dr. Celal YILDIZ .....
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Yasemin ALTUNCU .....

ONAY:
Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 27/09/2016 tarih ve 2016/42-07 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

27/09/2016

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

“PLC ile Soğutma Kulesi Otomasyonu” konulu tez çalışmamım yürütülmesinde, zamanını, kıymetli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocam Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU’na teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasının bütün safhalarında maddi ve manevi destek olan Boyçelik Metal San. Tic. A.Ş.’ye teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet PİŞMİŞOĞLU

Kayseri, Eylül 2016

PLC İLE SOĞUTMA SİSTEMİ OTOMASYONU

Ahmet PİŞMİŞOĞLU

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2016

Danışman: Doç. Dr. Ömer Galip SARAÇOĞLU

ÖZET

Çelik tel çekme fabrikalarında soğutma sistemleri, yaygın olarak kullanılan ısı değiştiricilerdir. Soğutma sistemlerin amacı hem sisteme beslenen suyun sıcaklığını istenilen değerlere indirmek hem de sisteme istenilen basınç değerinde suyun beslenmesini sağlamaktır. Çalışmada sıcak su havuzunda toplanan suyun sıcaklığı ölçülerek soğutma kulelerinin çalışması, hattın basınç değeri ölçülerek de soğuk suyun makinelere beslenmesini sağlayan grupları otomatik olarak denetleyen bir program yazılmıştır. Bu şekilde sıcaklık ve basınç parametrelerinin ikisini de hesaba katarak makinelere beslenen su istenilen set sıcaklığına düşürülürken herhangi bir arızaya sebebiyet vermeden sistemin kontrolü sağlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında PLC ile soğutma sisteminin otomasyonu tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Sistemin kontrolünü gerçekleştirmek için PLC ve Operatör Panel kullanılmıştır. Kullanıcı operatör panel üzerinden otomatik ya da manuel kontrol işlemleri yapabilmektedir. Yapılan otomasyon sistemi sayesinde % 20 ile %25 arasında enerji tasarrufu sağlanmış, pompa motorları sırayla çalıştırılarak eş yaşlandırma yapılmış ve sistem otomatik olarak çalıştığı için sistemi kontrol eden operatöre ihtiyaç kalmamıştır.

Anahtar Kelimeler: PLC, tel çekme, otomasyon.

COOLING SYSTEM AUTOMATION WITH PLC

Ahmet PİŞMİŞOĞLU

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, September 2016

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Ömer Galip SARAÇOĞLU

ABSTRACT

Cooling systems are widely used to exchange the heat emerged in stell wire drawing factories. The purposes of cooling system are both to reduce the temperature of water supplied to the system to desired values and to provide the feeding of the water at desired pressure system. In this study a program has been written that control two groups automatically. First, the cooling towers are running by measuring the temperature of the water collected in the hot water pool. Second, the water pumps are treading cold water from cold water pool by measuring the pressure of the pipe line. In this way, wire drawing machines are running with desired water temperature and pressure without any fault in the cooling system.

In this study, automation of the cooling system has been designed and implemented with PLC. PLC and operator panel are used to control of the system. Users can control the process both automatically and manually via the operator panel. Automation system provides energy savings between 20 % and 25 %. Also pump motors running in sequence so that co-aging is made to pumps. Finally system works automacally therefore system does not need an operator to control the system.

Keywords: PLC, wire drawing, automation.

KISALTMALAR VE SİMGELER

PLC	: Programlanabilir Lojik Kontrolör
CPU	: Merkezi İşlem Birimi
TON	: İleri Zamanlayıcı
TONR	: Kalıcı İleri Zamanlayıcı
TOF	: Geri Zamanlayıcı
CTU	: Yukarı Sayıcı
CTD	: Aşağı Sayıcı
CTUD	: Aşağı Yukarı Sayıcı
HCI	: Hidroklorik Asit

İÇİNDEKİLER

PLC İLE SOĞUTMA SİSTEMİ OTOMASYONU

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI ii
KABUL VE ONAY SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
KISALTMALAR vii
İÇİNDEKİLER viii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM
GENEL BİLGİLER

2. BÖLÜM
PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖRLER VE TEL ÇEKME İŞLEMİ

2.1. Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC) 5
2.2. PLC Elemanları 6
2.3. PLC'lerin İşlevleri 6
2.4. PLC Yapısındaki Birimler 7
2.4.1. Merkezi İşlem Birimi (CPU) 7
2.4.2. Hafıza 7
2.4.3. Güç Kaynağı 8
2.4.4. Programlayıcı Birimi 8
2.4.5. PLC Giriş-Çıkış Birimleri 8
2.5. PLC'lerin Programlanması 9
2.6. PLC S7-200'de Kullanılan Komutlar ve Açıklamaları 9

2.6.1. Bir Ladder Lojik Elemanının Yapısı 10
2.6.2. Bit Lojik Komutları 10
2.6.3. Set ve Reset Komutu 11
2.6.4. Kenar Tetiklemeler 12
2.6.5. Zamanlayıcı (Timer) Komutları 12
2.6.6. Sayıcı (Counter) Komutları 14
2.6.7. Karşılaştırma Komutları 16
2.6.8. Move Komutları 16

3. BÖLÜM
TEL ÇEKME PROSESİ VE SOĞUTMA OTOMASYONU

3.1. Tel Çekme İşlemi 18
3.2. Soğuk Tel Çekme Prosesi 21
3.2.1. Filmaşin Yüzey Kaplama Üretim Ünitesi 22
3.2.2. Kimyasal Temizleme 23
3.2.3. Fosfat Kaplama 25
3.2.4. Soğuk Tel Çekme Üretim Ünitesi 27
3.2.5. Makine Üretim Aralıkları ve Sarım Çeşitleri 31
3.3. Tel Çekme Soğutma Sistemi 34
3.4. Kontrol Birimi 37

4. BÖLÜM
TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

KAYNAKLAR 51
ÖZGEÇMİŞ 53

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Kafa çaplarına göre mukavemet değerleri 32
Tablo 3.2. Yay tiplerine göre üretilen tel çapları. 33
Tablo 3.3. Karbon (C) oranına göre üretilen tel tipleri. 34
Tablo 3.4. Fan çalışma durumu. 41
Tablo 3.5. 30kW pompaların çalışma durumu. 42
Tablo 3.6. 11kW ve 15kW pompaların çalışma durumu. 42
Tablo 3.7. Sistemi devreye alma maliyeti. 49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Programın yürütülmesi 9
Şekil 2.2. Kontrol komutu 10
Şekil 2.3. Bir operandın yapısı. 10
Şekil 2.4. AND komutu 11
Şekil 2.5. OR komutu. 11
Şekil 2.6. Set ve reset komutunun ladder devresi 11
Şekil 2.7. Pozitif kenar tetikleme kontağının kullanımı 12
Şekil 2.8. Negatif kenar tetikleme kontağının kullanımı. 12
Şekil 2.9. TON zamanlayıcısının ladder devresinde kullanımı. 13
Şekil 2.10. TONR zamanlayıcısının ladder devresinde kullanımı. 14
Şekil 2.11. TOF zamanlayıcısının kullanımı 14
Şekil 2.12. Yukarı sayıcının ladder devresinde(CTU) kullanımı. 15
Şekil 2.13. Aşağı sayıcının (CTD) ladder devresinde kullanımı 15
Şekil 2.14. Aşağı-yukarı sayıcının(CTUD) kullanımı 16
Şekil 2.15. Tam sayı karşılaştırma komutları 16
Şekil 2.16. MOV-B, MOV-W, MOV-DW komutları. 17
Şekil 3.1. Tel çekme haddeleri. 18
Şekil 3.2. Tel çekme işleminde kullanılan hammaddeler (filmaşin). 19
Şekil 3.3. Kimyasal yüzey temizleme. 20
Şekil 3.4. Mekanik yüzey temizleme. 20
Şekil 3.5. Kuru tip tel çekme işlemi. 21
Şekil 3.6. HCI havuzları. 23
Şekil 3.7. Filmaşin durulama havuzu. 24
Şekil 3.8. Fosfat kaplama havuzları. 25
Şekil 3.9. Tel çekme prosesi esnasında hadde sabun tozlarının yerleşeceği çukurlar 26
Şekil 3.10. Yarı mamül filmaşin. 27
Şekil 3.11. Tel çekme makinesi kafaları. 27
Şekil 3.12. Haddeye giriş ve çıkış hız ve çap değerleri 28
Şekil 3.13. Tel çekme makinesi hız hesabı 28
Şekil 3.14. Tel çekme makinesinin filmaşin yükleme bölümü 29

Şekil 3.15. Tel çekme makinesi 30
Şekil 3.16. Çıkış bloğu (coiler) 31
Şekil 3.17. 30kW ve 18kW pompalar 35
Şekil 3.18. 15kW ve 11kW pompalar 36
Şekil 3.19. Soğutma kuleleri 36
Şekil 3.20. Kontrol panosunun ilk bölümü 37
Şekil 3.21. Kontrol panosunun ikinci bölümü 38
Şekil 3.22. Program algoritması 40
Şekil 3.23. PLC bağlantı blok diyagramı 43
Şekil 3.24. Anasayfa kontrol ekranı 44
Şekil 3.25. Pompa-fan kontrol ekranı 44
Şekil 3.26. Otomatik izleme ekranı 45
Şekil 3.27. Giriş izleme ekranı 45
Şekil 3.28. Arıza izleme ekranı 46
Şekil 3.29. Sistemin günlük enerji tüketimi (kWh) [23] 47
Şekil 3.30. Sistemin aylık enerji tüketimi (kWh) 47
Şekil 3.31. Sistemin üç aylık enerji tüketimi (kWh) 48

GİRİŞ

PLC'ler, endüstriyel otomasyon sistemlerinde önemli rollere sahiptir. Bu kullanım alanlarından biri, yüksek güç kullanan pompa ve fan sistemlerinin denetlenmesidir. PLC'ler; aritmetik ve mantık işlemlerini, bunların girişlerini değerlendirerek programlama desteği ile çıkışlara atayan, bellek, giriş/çıkış, işlemci ve programlayıcı bölümlerinden oluşan tümleşik bir denetleyicidir. Bu yetenekleri sayesinde PLC'ler, karmaşık otomasyon problemlerini hızlı ve güvenli bir şekilde çözebilir.

Tel çekme işlemine yüzeyi mekanik olarak asitle temizlenmiş, bobin veya kangal şeklinde sarılmış malzemelerle başlanır. Telin istenilen çapa getirilinceye kadar, sürekli olarak ardışık matrislerden geçirilmesi esasına dayanır. Her bir matrisin ve ardışık matrislerin çapları malzemenin giriş çapından küçüktür ve telin kesiti her bir matristen geçtikçe küçülmektedir.

Tel çekmede birbirini izleyen kademeler arka arkaya yerleştirilir. Her bir kademede gerçekleştirilecek kesit daralması, ince tellerde kademe başına % 15-25, kalın kesitlerde ise % 20-50 arasında seçilir. Soğuk çekmede pekleşen malzemeye, içyapının tekrar şekil değiştirme kabiliyeti kazanması için, normalizasyon uygulanması gerekmektedir.

Bu çalışmada PLC ile yüksek güç tüketen bir soğutma sisteminin otomasyonu tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Sistemin kontrolünü gerçekleştirmek için PLC ve Operatör Panel kullanılarak, operatörün panel üzerinden otomatik ya da manuel kontrol işlemleri yapabilmesine olanak sağlanmıştır. Yapılan otomasyon sistemi sayesinde enerji tasarrufu sağlandığı gibi, pompa motorları sırayla çalıştırılarak eş yaşlandırma yapılmış ve sistem otomatik olarak çalıştığı için sistemi kontrol eden operatöre ihtiyaç kalmamıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

Soğuk tel çekme işlemi sırasında, şekil değiştirme ve sürtünmenin ikisi birden ısı kaynağı rolü oynar. Bu ısı çok yüksek çekme hızlarında milisaniyelik bir zaman periyodunda ortaya çıkar. Oluşan bu ısı telin yapısında bozulmaya sebep olmaktadır. Bu nedenle tel çekme makine kafalarının ve matrislerinin su ile soğutulmasıyla telde ortaya çıkan ısının yaklaşık % 5' inin yok edilebildiği hesaplanmış ve deneysel olarak ispatlanmıştır.

Bir PLC, merkezi işlem birimi (CPU), bellek birimi, giriş ve çıkış birimleri, programlayıcı birimi ve besleme güç kaynağı birimi gibi temel kısımlara sahiptir. Giriş bölümü; denetlenen sistem ile bağlantıyı sağlayan ve giriş elemanlarından alınan sinyalleri CPU'nun kullanabileceği biçime dönüştüren kısımdır. Merkezi işlem birimi (CPU); PLC'nin giriş elemanlarından aldığı bilgiyi, kullanıcı tarafından belleğe yüklenen programa göre yorumlayarak, sistemin çalışmasını sağlayan kısımdır. Çıkış bölümü; CPU'dan alınan bilgileri, kontrol edilecek sistemin istenilen şekilde çalışmasını sağlamak için çıkış elemanlarına iletildiği kısımdır[1-2].

PLC kullanan soğutma sistemleri, özellikle büyük güçlerde kullanışlıdır. Bante ve ark. [3] PLC kullanarak bir endüstriyel tesiste, hem performans yükselten hem de enerji tasarrufu yapan bir sistem önermişlerdir. Malloci ve ark. [4] ise, sıcak haddede kararlılık ve performans iyileştirmesi için PLC ile gürbüz kontrol uygulamışlar ve ürün kalitesini iyileştirmişlerdir. Bayındır ve ark. [5] tasarladıkları sistemde seviye sensörü kullanarak tanktaki su seviyesini ve basınç sensörü kullanarak da boru hattındaki basınç bilgisini kullanarak su pompalarının çalışmasını sağlamışlardır. DeBenedictis ve ark. [6]

yaptıkları pompa kontrol sisteminde PLC kullanarak sistem üzerinde ölçüm, izleme ve doğrulama gibi işlemleri yapabilmişlerdir.
Beretta ve ark. [7] ötektoid çelik tellerde yorulmaya bağlı yüzey hatalarını incelemişlerdir. Yorulmanın çelik tellerin yüzey hatalarına etkilerinin model oluşturması gerektiğini tartışmışlardır. Tiernan ve ark. [8] matris kullanmadan tel çekme yöntemleri hakkında analizler ve çalışmalar yapmışlardır. Çekilecek tellerin bir matris içerisinden geçerek değil de ekseriyetle sıcaklığa ve hıza bağlı plastik deformasyonların merkezkaç kuvvetlerinin etkileriyle telin çapının küçültülmesi çalışmaları üzerinde durmuşlardır.

Murakawaa ve ark. [9] elmas kaplı haddeler kullanarak kuru ve yarı ıslak telleri çekilebilirliğini incelemiştir. Ultrasonik titreşim metodu ile birlikte elmas haddelerin kullanımının, özellikle alüminyum bazlı tellerin üretiminde başarı olduğunu göstermişlerdir. Brard [10] çalışmalarında, çelik, paslanmaz çelik ve alüminyum tel çekme işleminde kullanılan kuru ve sıvı yağlayıcıların özellikle yüzey temizleme işlemleri, kalsiyum ve sodyum sabunların tel yüzeyine ve çekmeye etkileri üzerinde durmuştur.

Gzesh [11] yirminci yüzyılın başından günümüze kadar kullanılan yağlayıcılardan ve yağlayıcıların değişiminden bahsetmiştir. Koner [12] çalışmalarında matrislerden bahsetmiştir. Özellikle tungsten karbür matrislerin sahip olması gereken özellikleri sıralamıştır. Matris geometrisi, giriş, redüksiyon alanı, yataklama ve çıkış olmak üzere dört ana başlıkta incelemiştir. McNulty [13] tel çekme hızının artırılması, makine kapasitelerinin artırılması, pratik matris değişiminin ve elektronik kontrollü değişken makine tiplerinin işlem verimliliğini artıracağını belirtmiştir.

Zelin [14] perlitik çelik tellerin çekim sırasındaki mikro yapı değişimlerini incelemiştir. Metalografik yapı, kristalografik doku ve lamellenme değişimlerinin üzerinde durmuşlardır. Yılmaz [15] çelik tellerin üretimindeki ve kullanımı sırasındaki hatalar üzerine bir çalışma yapmıştır. Özellikle çelik tellerin üretim kademeleri olan çekim ve ısıl işlem proseslerindeki hataları ve kullanım esnasında şikayetler ve kusurları incelemiştir. Pilarczyk [16] tellerin içyapısını incelemiştir. Redüksiyon miktarı arttıkça, hidrodinamik ve geleneksel metotla çekilmiş telin içyapısı, makara matrisle çekilene göre keskin olduğunu, homojen olmadığını üç boyutlu topografı çekerek göstermiştir.

Bölüm 2’de programlanabilir lojik kontrolörlerden bahsedilmiştir. Bölüm 3’te ise soğuk tel çekme prosesinden, tel çekme makinelerini soğutmak için kullanılan soğutma sisteminden ve yapılan sistemin kontrol biriminden söz edilmiştir. Bölüm 4’te çalışmanın sonuçları verilmiştir.

2. BÖLÜM

PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖRLER VE TEL ÇEKME İŞLEMİ

2.1. Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC)

PLC lojik, sıralama, sayma, veri işleme, karşılaştırma ve aritmetik gibi fonksiyonları programlama desteği ile girişleri değerlendirip, çıkışlara atayan bir cihazdır. PLC bellek, giriş/çıkış, CPU ve programlayıcı bölümlerinden oluşmaktadır [17].

PLC'ler endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanıma uygun özel giriş ve çıkış birimleri ile donatılmışlardır. Girişe basınç, seviye, sıcaklık algılayıcıları ve buton gibi lojik bilgi taşıyan elemanlar, çıkışa ise röle, kontaktör, valf gibi kumanda devre elemanları doğrudan bağlanabilir.

Endüstriyel otomasyon sistemlerinde PLC'lerin tercih edilmelerinin nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Gürültü sinyallerinden etkilenmemesi
- Modüler yapıda olması ve giriş-çıkış modüllerin montajının basit olması
- Programlama dilinin kolay olması
- Karmaşık kontrol işlemlerini gerçekleştirebilmesi
- Güvenilirliği yüksek, bakımı kolaydır. Devrelerde arıza aramayı kolaylaştırır
- Farklı uygulama ve çalışma programlarını sağlamak çok kolaydır.
- Röleli kontrol devrelerine göre çok az yer kaplarlar.
- Bilgisayarla ve diğer kontrolörlerle haberleşme olanağı vardır.
- Kötü çevre koşullarında, özellikle tozlu ortamlarda, röleli kumanda devrelerine göre daha güvenilirdir.
- Kontrol algoritmasının tasarımı kolaydır. Bu konuda çalışan personele zaman ve emek tasarrufu sağlar [18-19].

2.2. PLC Elemanları

Mikroişlemci tabanlı sistem olan CPU sistemin en önemli parçasıdır. PLC'nin girişine bağlı sensörlerden gelen bilgiyi okur, bünyesine yazılmış programı uygular ve program sonuçlarına göre çıkışına bağlanan elemanları kontrol eder.
PLC'nin elemanları şu şekilde sıralanabilir;
• Merkezi işlem birimi (CPU)
• Giriş birimi
• Çıkış birimi
• Programlayıcı birimi

Giriş-çıkış birimi (I/O), giriş ve çıkışı terminallerinden oluşur. Bu birimler PLC'nin giriş ve çıkışına bağlanan elemanların CPU'ya bağlantısını sağlar. Giriş ünitesi, girişine uygulanan sinyalleri CPU'nun anlayacağı dile çevirir. Benzer şekilde çıkış ünitesi, program sonuçlarını PLC'nin çıkışına bağlanan elemanların anlayacağı dile çevirir. Limit sviç, buton, fotosel birer giriş elemanı olup PLC'nin girişine bağlanır. Selenoid valf, sinyal lambası, kontaktör, motor sürücüsü birer çıkış elemanı olup PLC'nin çıkışına bağlanır.

2.3. PLC'lerin İşlevleri

Kontrol sistemlerinde belli lojik bağlantıların yapılması gerekir. Belirli girişlerin sağlanması ya da sağlanmaması durumunda sisteme ait durumun değiştirilmesi için bazı çıkışların üretilmesi gerekir. Bu da PLC'ler tarafından sağlanır. PLC'lerin bu işlevini yerine getirebilmesi için aşağıdaki işlevleri yerine getirebilmesi gerekir.

- Temel ve kombinasyonal lojik ifadeler
- Zamanlama işlevi
- Sayıcı işlevi
- Matematiksel işlevler

2.4. PLC Yapısındaki Birimler

Bir PLC temel olarak;
• Sayısal işlemci bellek,
• Giriş ve çıkış birimleri,
• Programlayıcı birimi,
• Besleme güç kaynağı gibi temel kısımlardan oluşmaktadır.

Bütün sayısal bilgisayarlar gibi PLC, bir mikroişlemci, bellek ve giriş-çıkış arabirimlerinden oluşur. Mikroişlemci yerine mikro kontrolör veya mikrobilgisayar olarak adlandırılan elemanlar da kullanılır. Bu elemanların mikroişlemciden farkı, işlemci, bellek ve giriş-çıkış arabirimlerinin aynı yonga içinde bulunmasıdır.

Giriş Görüntü Belleği: Programın yürütülmesi sürecinde giriş birimindeki işaret durumlarının (var-yok, açık-kapalı, 0 veya 1) saklandığı özel bellek alanına giriş görüntü belleği denilir.

Çıkış Görüntü Belleği: Kontrol programının yürütülmesi sürecinde hesaplanan değerlerin saklandığı özel bir bellek alanına çıkış görüntü belleği denilir. Kullanıcı programın yürütülmesi tamamlandığında çıkış birimine transfer edilir ve bir sonraki işleme kadar bu değerler tutulur.

2.4.1. Merkezi İşlem Birimi (CPU)

CPU, PLC belleğindeki sistem programına göre çalışmayı düzenleyen ve kullanıcı programını yürüten en önemli birimdir. Bu birim işlemci-bellek modülleri ve güç kaynağı arasındaki haberleşmeyi sağlar.

2.4.2. Hafıza

CPU ailesinin büyük bölümünü işlemci bellek birimi teşkil eder. Bu modül; mikroişlemci, bellek çiplerini, programlama cihazı ile işlemci arabirimi için gerekli iletişim devrelerini, kapsamaktadır.

2.4.3. Güç Kaynağı

Tüm PLC'ler de işlemcinin ve çevre birimlerin çalışmasını sağlayan bir besleme güç kaynağı ve enerji kesilmesi anında PLC'yi besleyen yedek güç kaynağına ihtiyaç vardır. PLC pil veya akü ile dahili olarak veya şebeke gerilimi ile beslenir.

2.4.4. Programlayıcı Birimi

PLC'leri programlamak ve yazılan programın derlenip program belleğine yüklenmesi amacıyla kullanılır. Programlayıcı birimi mikro işlemci tabanlı bir özel el cihazı olabileceği gibi bir kişisel bilgisayarda olabilir. Bu birim programın yazılması, PLC'ye aktarılması ve istenirse çalışma sırasında giriş-çıkış veya saklayıcı durumların gözlenmesi veya bazı parametrelerin değiştirilmesi olanaklarını sağlar.

2.4.5. PLC Giriş-Çıkış Birimleri

Analog Girişler: Analog girişler, sıcaklık basınç vb. vericilerden gelen analog akım, gerilim bilgilerini dijital büyüklüklere dönüştüren elemandır.

Analog Çıkışlar: Program sonunda hesaplanan büyüklükleri analog sinyale (gerilim, akım) dönüştüren modüllerdir.

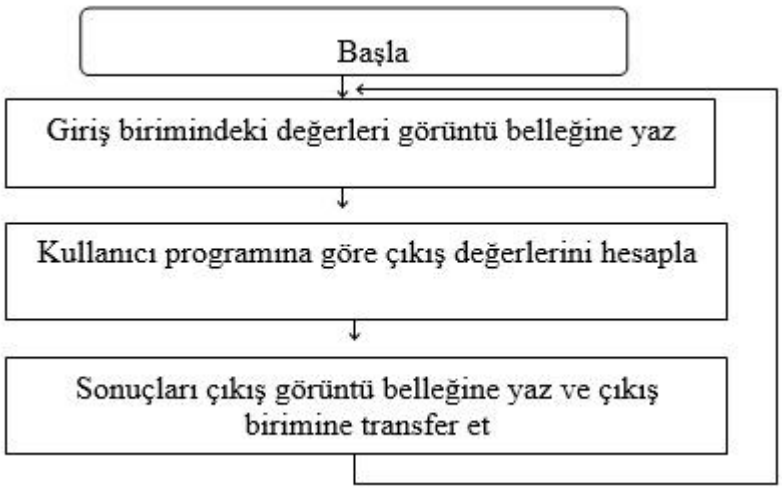
Dijital Girişler: Dijital giriş modülü elektronik olarak giriş terminaline bağlı elemanların hangisinin açık veya kapalı olduğunu sezer. Dijital giriş devrelerinin çalışma prensipleri aynıdır. Alternatif gerilim uyarlamalı dijital giriş modülün girişine uygulanan sinyal köprü doğrultucuda doğru gerilim seviyesine dönüştürülür [20].

Dijital Çıkışlar: Dijital çıkış modülü, CPU tarafından üretilen sinyalleri kontrol edilen büyüklüklerin anlayacağı dile dönüştürür. Her tarama sonunda CPU'dan lojik devreye bir sinyal gönderir. Lojik devrenin aldığı sinyal optokuplor vasıtasıyla anahtar elemanı bloğuna iletilir. CPU'dan gelen 1 olduğunda anahtar elemanı iletime geçer ve yüke enerji sağlanır. CPU'dan gelen sinyal 0 ise anahtar elemanı iletime geçmez ve yük enerjisiz kalır.

2.5. PLC'lerin Programlanması

Programlama birimi; PLC'leri programlamak amacı ile kullanılan ortamdır. Tasarlanan kontrol devresinin yazılmasını, PLC'ye aktarılmasını ve istenirse çalışma sırasında giriş-çıkış durumlarının gözlenmesini sağlar. Ayrıca giriş çıkışlara istenilen durumlar verilerek programın çalışması izlenebilir. PLC'leri programlamak için kisisel bilgisayarlar da kullanılabilir. Bu amaçla bilgisayara yüklenen derleyici programdan yararlanılır [21].

Programlama; belirli bir görevi yapmak üzere tasarlanmış, bir kontrol ya da kumanda sisteminin PLC'de gerçekleşmesi için, yürütülmesi gereken işlemleri sağlayan, komut dizisinin yazılmasıdır. Tüm PLC sistemlerinde, genel olarak, doğrusal ve yapısal programlama olarak tanımlanan iki tür yapı kullanılır. Hangi programlama tekniği kullanılırsa kullanılsın PLC'ler için yazılan bir programın yürütülme süreci aynıdır. Bir PLC'de yazılan programın PLC program belleğine yüklenip yürütülmesi ile gerçekleşen işlemler Şekil 2.1.'de gösterilmektedir.



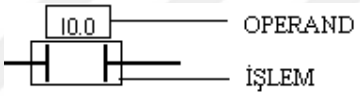
Şekil 2.1. Programın yürütülmesi

2.6. PLC S7-200'de Kullanılan Komutlar ve Açıklamaları

S7-200 PLC'de temel uygulamaları yapabilmek için kullanılan lojik işlem komutları, set-reset komutları, kenar tetiklemeleri, zamanlayıcı komutları, sayıcı komutları, karşılaştırma komutları ve bilgi taşıma komutları incelenmiştir.

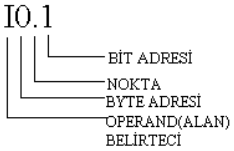
2.6.1. Bir Ladder Lojik Elemanının Yapısı

Kontrol komutları PLC kullanıcı programının en küçük parçasıdır. Komut şekil 2.2'deki gibi bir işlem ve operand kısmından oluşur. Komutun işlem kısmı komut icra edildiği zaman yapılacak işlevi belirler. Bu komutun operand kısmı komut için gereken ek bilgiyi içerir. Operand, operand belirteci ve parametreden oluşur. Operand belirteci PLC' deki alanı belirtir. İşlem bir giriş üzerinde yapılmaktadır. I (INPUT) harfi girişi ifade etmektedir. Diğer alanlar arasında çıkışlar ve bit hafızaları olabilir. Parametre, operandın adresidir.



Şekil 2.2. Kontrol komutu

Şekil 2.3.'de bir operandın yapısı görülmektedir. Bit adresi bayttaki bit numarasıdır, 0 ile 7 arsında olabilir. Nokta ise bayt adresi ile bit numarasını ayırır. Byte adresi ise 8 bitlik bir grubun numarasıdır. Operand belirteci girişler(I), çıkışlar(Q), özel hafızalar(SM), hafızalar(M) olabilir.

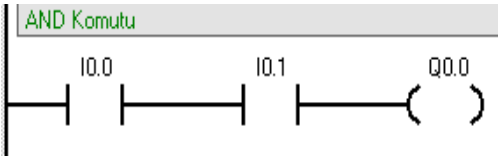


Şekil 2.3. Bir operandın yapısı

2.6.2. Bit Lojik Komutları

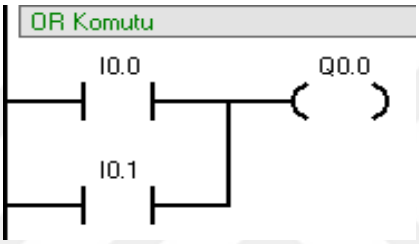
Bu komutlardan LOAD (Yükle), LOAD NOT (Tümleyenini Yükle) komutları işleme başla komutlarıdır. AND BLOK (Blok ve), OR BLOK (Blok Veya) komutları işlem sonu komutlarıdır. AND (Ve), OR (Veya), NOT (Değil) komutları lojik işlem komutlarıdır.

And (Ve) Komutu: Lojik ve kapısında olduğu gibi iki girişinde (I0.0 ve I0.0) kapalı konumunda çıkış rölesi(Q0.0) enerjilenir. Diğer durumlarda çıkış rölesi enerjilenmez. Şekil 2.4.'de AND komutu gösterilmektedir.



Şekil 2.4. AND komutu

Or (Veya) Komutu: Lojik veya kapısında olduğu gibi herhangi iki girişten birinin (I0.0 ve I0.0) kapalı konumunda olması çıkış rölesinin(Q0.0) enerjilenmesini sağlar. Sadece iki giriş kontağının normalde açık olması durumunda çıkış rölesi enerjilenmez. Şekil 2.5.'de OR komutu gösterilmektedir.

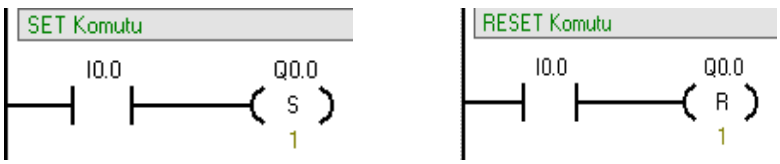


Şekil 2.5. OR komutu

2.6.3. Set ve Reset Komutu

Set Komutu: I0.0'ın bir anlık kapanması durumunda Q0.0 kendini set eder. Yani enerjilenerek sürekli çalışmaya başlar. Bu işlem reset komutu ile durdurulur. SET komutunun altındaki 1 sayısı bir adet rölenin set edileceğini ifade eder. Set rölesinin operandları: Q, M, V, SM, S.

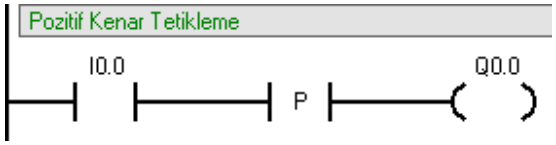
Reset Komutu: Reset komutu set komutunu durdurmak için kullanılır. I0.1'e anlık ileti geldiğinde R komutun üzerinde yazan operandı reset eder. Reset rölesinin operandları: Q, M, V, SM, S. Şekil 2.6.'da set ve reset ladder devresi gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Set ve reset komutunun ladder devresi

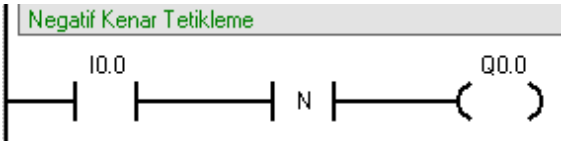
2.6.4. Kenar Tetiklemeler

Pozitif Kenar Tetikleme: Bu kontak önündeki sensör kapandığında bağlı bulunduğu çıkışı 1 taramalık süre aktif yapar. Devrede I0.0 girişi aktif 1 olduğu anda Q0.0 çıkışı da aktif olmaktadır. Ancak I0.0 aktif olmaya ne kadar devam ederse etsin Q0.0 1 döngülük süre kadar enerjili kalır. Şekil 2.7.'de pozitif kenar tetikleme devresi gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Pozitif kenar tetikleme kontağının kullanımı

Negatif Kenar Tetikleme: Bu kontak önündeki sensör kapandığı anda değil, sensör açıldığı anda bağlı bulunduğu çıkışı 1 döngülük süre için aktif yapar. I0.0 girişini aktif ettikten sonra pasif yaparsak Q0.0 çıkışı enerjilenmektedir. Q0.0 çıkışı bir döngülük süre kadar enerjili olur. Şekil 2.8.'de negatif kenar tetikleme devresi gösterilmektedir.



Şekil 2.8. Negatif kenar tetikleme kontağının kullanımı

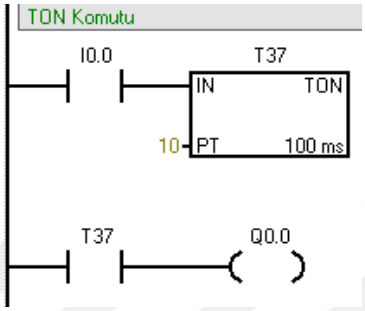
2.6.5. Zamanlayıcı (Timer) Komutları

TON (İleri Zamanlayıcı) Komutu: T37 zamanlayıcısının sayabilmesi için girişine sürekli enerji uygulanması gerekmektedir. I0.0'a bastığımızda T37 saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda kontakları konum değiştirir. Açık kontağı kapanır ve Q0.0 çıkışı 1 olur. T37 zamanlayıcısında IN girişine kontak bağlamak zorunludur. Aksi takdirde program hata verir. PT girişine ise zaman değeri girilir. Burada zaman değeri 100ms ile çarpılarak hesaplanır. PT (preset time) değeri 15 bit karşılığı olan, maksimum 32767 değeri verilir.

S7-200 CPU 224 PLC'de bulunan TON zamanlayıcıların adresleri ve zaman tabanları:

- T32-T96 (Zaman Tabanı, 1ms)
- T33...T36, T97...T100 (Zaman Tabanı, 10ms)
- T37...T63, T101...T255 (Zaman Tabanı, 100ms)

Şekil 2.9.'da TON zamanlayıcısının ladder devresi gösterilmektedir.



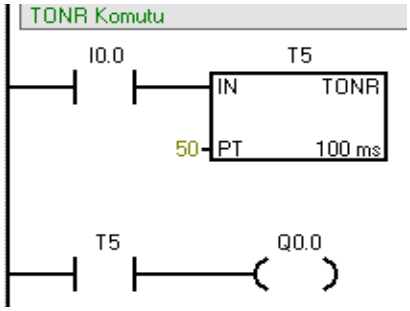
Şekil 2.9. TON zamanlayıcısının ladder devresinde kullanımı

TONR (Kalıcı İleri Zamanlayıcı) Komutu: TONR zamanlayıcısı IN girişine 1 sinyali geldiğinde zamanlayıcı sayma işlemini başlatır. TONR IN girişindeki sinyal kesildiğinde zaman sayma değerini saklar ve IN girişi yeniden 1 yapılırsa zaman sayma işlemine sakladığı değerden itibaren devam eder. Diğer özellikleri TON zamanlayıcısı ile aynıdır. Şekildeki devrede I0.0 kontağı kapandığında T5 enerjilenir ve saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda açık kontağını kapatır ve Q0.0 çıkış verir.S7200-CPU222'de zaman tabanı 1ms,10ms,100ms olan toplam 63 adet TONR zamanlayıcısı bulunmaktadır.

S7-200 CPU 224XP PLC'de bulunan TONR zamanlayıcıların adresleri ve zaman tabanları:

- T0-T64 (Zaman Tabanı, 1ms)
- T1...T4, T65...T68 (Zaman Tabanı, 10ms)
- T5...T31, T69...T95 (Zaman Tabanı, 100ms)

Şekil 2.10.'da TONR zamanlayıcısının ladder devresi gösterilmektedir.



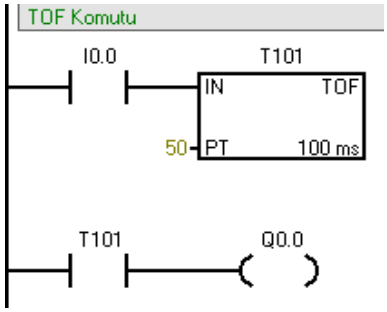
Şekil 2.10. TONR zamanlayıcısının ladder devresinde kullanımı

TOF (Geri Zamanlayıcı) Komutu: TOF zamanlayıcısının IN girişine 1 sinyali geldiğinde çıkışını aynı anda 1 yapar. Yani kontakları hemen konum değiştirir Q0.0 aktif olur. Ancak verilen zaman değeri, IN girişi 0 olduktan yani I0.0 kontağı açıldıktan sonra başlar. IN girişine bağlı sensör açıldıktan sonra girilen süre değeri sonunda TOF zaman sayıcısının kontakları normal konumuna döner.Q0.0 açılır. TOF zamanlayıcısı enerjisi kesildiğinde zaman değeri sıfırlanır.

S7-200 CPU 224 PLC'de bulunan TOF zamanlayıcıların adresleri ve zaman tabanları:

- T32-T96 (Zaman Tabanı, 1ms)
- T33...T36, T97...T100 (Zaman Tabanı, 10ms)
- T37...T63, T101...T255 (Zaman Tabanı, 100ms)

Şekil 2.11.'de TOF zamanlayıcısının ladder devresi gösterilmektedir.

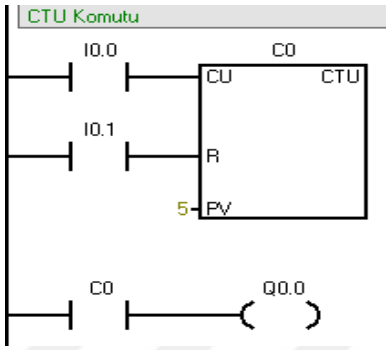


Şekil 2.11. TOF zamanlayıcısının kullanımı

2.6.6. Sayıcı (Counter) Komutları

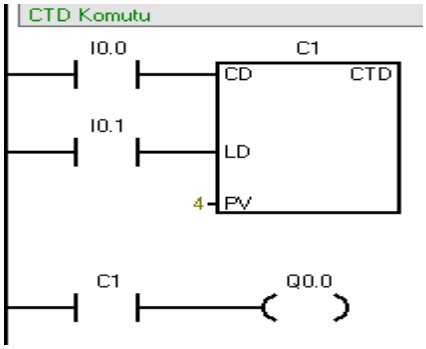
Yukarı Sayıcı (CTU) Komutu: CTU komutu yukarı doğru sayma komutudur. Girişine(CU) her sinyal uygulandığında sayıcı yukarı doğru sayar, sayı PV(Preset value)

değerine geldiğinde çıkışı bir olur. R girişine uygulanan sinyal ile PV değeri sıfırlanır. PV değeri en fazla 32767 olabilir. Şekil 2.12.'de Yukarı sayıcının ladder devresi gösterilmektedir.



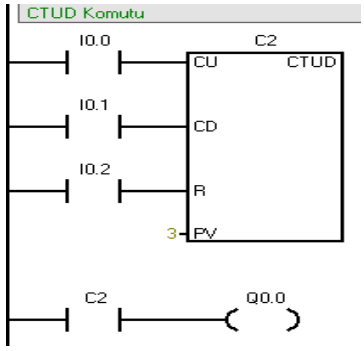
Şekil 2.12. Yukarı sayıcının ladder devresinde(CTU) kullanımı

Aşağı Sayıcı (CTD) Komutu: CTD komutu aşağı doğru sayma komutudur. Girişine(CD) her sinyal uygulandığında PV değerini bir azaltır. LD girişine uygulanan sinyal ile PV değerini yapar ve kendini resetler. PV değeri en fazla 32767 olabilir. Şekil 2.13.'de aşağı sayıcının ladder devresi gösterilmektedir.



Şekil 2.13. Aşağı sayıcının (CTD) ladder devresinde kullanımı

Aşağı Yukarı Sayıcı (CTUD) Komutu: CTUD komutu aşağı-yukarı sayma komutudur. CU girişine her sinyal uygulandığında PV değerini bir artırır. CD girişine her sinyal uygulandığında PV değerini bir azaltır. R girişine uygulanan sinyal ile resetlenir. PV değeri en fazla 32767 olabilir. Şekil 2.14.'de yukarı-aşağı sayıcının ladder devresi gösterilmektedir.

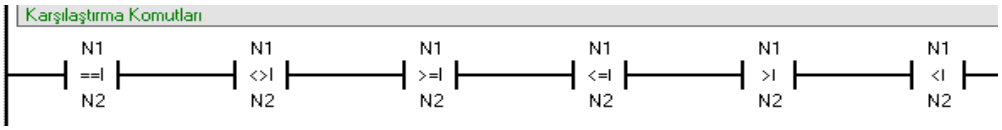


Şekil 2.14. Aşağı-yukarı sayıcının(CTUD) kullanımı

2.6.7. Karşılaştırma Komutları

Karşılaştırma işlemleri çeşitli olaylara ilişkin verilerin büyüklük ve küçüklük ve eşitlik ölçülerine göre değerlendirildiği ve buna bağlı olarak kumanda işaretlerinin üretildiği işlemlerdir. Bu tür işlemler karşılaştırma komutları kullanılarak gerçeklenir. Karşılaştırma komutları ile 8 bitlik,16 bit ve 32 bit boyutundaki veriler üzerinde işlemler yapılabilir.

Burada tam sayı karşılaştırma komutları incelenmiştir. Bu komutları şöyle sıralayabiliriz, Tam Sayı Eşit, Tam Sayı Küçük veya Eşit, Tam Sayı Küçük veya Büyük, Tam Sayı Küçük, Tam Sayı Büyük veya Eşit, Tam Sayı Büyük Karşılaştırma Komutu. Bu komutların operandları; VW, T,C,IW, QW, MW, SMW, SW, AC, AIW ve sabit sayılar. Şekil 2.15.'de tam sayı karşılaştırma komutları gösterilmektedir.

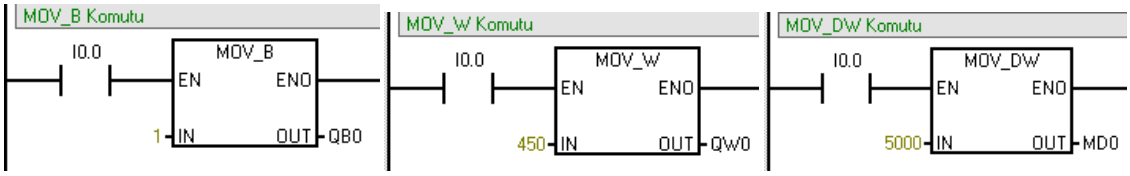


Şekil 2.15. Tam sayı karşılaştırma komutları

2.6.8. Move Komutları

Move komutları girişlerine (IN) verilen bilgiyi çıkışına (OUT) aktaran ve girişin bu aktarmadan etkilenmediği komutlardır. Girişe verilen bilgi, sayı veya değişken olabilir. Bu bilgiler Byte, Word veya Doubleword şeklinde olabilir. Atama aktarma işlemi ancak EN girişi '1' olduğunda gerçekleşir.

Yeni bir atama işlemi yapıldığında daha önceki bilgi silinir ve en son atama işlemi kabul edilir. Sayı veya değişken Byte içine atanacaksa MOV-B, Word içine atanacaksa MOV-W, Double Word içine atanacaksa MOV-DW komutları kullanılmalıdır. Şekil 2.16.'da move komutları gösterilmektedir.



Şekil 2.16. MOV-B, MOV-W, MOV-DW komutları

3. BÖLÜM

TEL ÇEKME PROSESİ VE SOĞUTMA OTOMASYONU

3.1. Tel Çekme İşlemi

Tel çekme, kalın kesitli olan bir telin çekme hadde içinden geçirilerek kesitini küçültme işlemidir. Çekme yönteminde malzemeler hadde olarak adlandırılan bir kalıp içinden geçirilerek kesitleri daraltılır ve biçimlendirilir. Bu şekil değişimini gerçekleştirmek için parçaya çıkış tarafından bir çekme kuvveti uygulanır. Şekil 3.1.'de tel çekme işleminde kullanılan haddeler gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Tel çekme haddeleri

Bu yöntemde şekil değişimini sağlayan, metalin kalıpla temas yüzeyinde ortaya çıkan dolaylı basma gerilmeleridir. Çekme yöntemiyle genelde dairesel kesitli veya eksenel simetrisi olan ürünler elde edilir. Yöntem yüksek bir yüzey kalitesi ve boyut hassasiyeti elde etmek için uygundur.

Tel kesitleri genellikle daireseldir. Şekil verme usullerinden olan haddeleme ile çapı 4,50 – 5,00 mm' ye kadar olan telleri imal etmek mümkündür. Ama bundan daha küçük çaptaki teller haddeleme ile istenilen hassasiyetle imal edilemezler. Bunun sebebi,

tellerin kesiti azaldığında soğumanın hızlı olması ve bunun yanında sıcaklıktan dolayı tel yüzeylerinde arzu edilmeyen kav tabakaları oluşmasıdır. Ayrıca sıcak şekillendirmeyle malzemenin mukavemeti büyük ölçüde düşeceğinden ince kesitli tel kolayca kopacaktır.

Tüm bu nedenlerden dolayı hassas ölçü, iyi yüzey, belirli bir mukavemet özelliklerine ancak soğuk şekillendirme olan tel çekme ile ulaşılabilmektedir. Tel çekme işlemi sıcak haddelenmiş filmaşin tellerden (5,50 – 24,0 mm) başlamaktadır. Şekil 3.2.'de tel çekme işleminde kullanılan hammaddeler gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Tel çekme işleminde kullanılan hammaddeler (filmaşin)

Filmaşin kangalları önce matrise zarar vermemesi ve yüzey pürüzlükleri olmaması için ya asitle yıkanarak ya da mekanik yolla soyulup cürufu dökülerek temizlenmektedir. Şekil 3.3.'de kimyasal yüzey temizleme gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Kimyasal yüzey temizleme

Şekil 3.4.'de mekanik yüzey temizleme gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Mekanik yüzey temizleme

Tel çekme işlemi metal şekillendirilirken ısı uygulanmadığı için soğuk şekillendirme olarak adlandırılmaktadır. Ancak, tel daha küçük çaplara çekilirken, soğuk şekillendirmeye bağlı olarak telin mekanik özellikleri değişirken sıcaklık da artmaktadır.

Tel çekme işlemi için, çekme makinesi, tel, yağlayıcı ve matris gereklidir. Kullanılan yağlayıcının tipine göre; su veya sıvı yağ kullanılırsa ıslak (yaş tel çekme), kuru tip yağlayıcılar kullanılırsa kuru tel çekme olarak adlandırılır. Şekil 3.5.'de kuru tip tel çekme işlemi gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Kuru tip tel çekme işlemi

Tel istenilen çapa getirilinceye kadar, sürekli olarak ardışık matrislerden geçirilmektedir. Her bir matrisin ve ardışık matrislerin çapları malzemenin giriş çapından küçüktür ve telin kesiti her bir matristen geçtikçe küçülmektedir. Teorik olarak, tel çekme işlemi, hiçbir malzemenin atılmasının istenmediği atıksız bir işlemdir. Bu nedenle, telin hacmi çekilse bile aslında aynı kalırken, telin boyu uzamaktadır.

3.2. Soğuk Tel Çekme Prosesi

62 bin m2 kapalı, 50 bin m2 açık olmak üzere, toplam da 112bin m2'lik alanda faaliyet gösteren Boyçelik, Boru- Profil ve Tel-Yay olmak üzere 2 işletmede faaliyet göstermektedir.

Boru-Profil işletmesinde üretimi gerçekleştirilen boru, profil ve levha sac ürünleriyle mobilya, otomotiv, beyaz eşya, ve inşaat sektörlerine, Tel-Yay işletmesinde üretilen

Çelik tel, Bonel yay, LFK(Cossiflex) yay, SL (Super Lastic) yay, Torba yay, Off-Set yay ve yay karkasları ve S yay ile mobilya ve tekstil sektörlerine hizmet vermektedir.

Soğuk tel çekme prosesi, Tel-Yay işletmesinde bulunan Tel Çekme Bölümünde yapılmaktadır. Üretimde ana hammadde olarak kullanılan filmaşin öncelikle fosfat kaplama ünitesinde, yüzeyine kaplama yapılması için yarı mamül olarak üretimden önce bir ön hazırlık yapılır. Bu ünitede, makineler için en uygun filmaşinin hammadde olarak hazırlanması sağlanır. Üretimin her aşamasında gerekli kontroller yapılmaktadır ve ürün kalitesi sürekli denetim altında tutulmaktadır. Üretimi tamamlanan ürünler, stok alanına alınıp, üretimin diğer kısımlarında kullanılmak üzere bekletilir.

Tel çekme hattına gelen fosfatlanmış (yüzeyi kaplanmış) filmaşinler istenen tel çapına çekilir. 7mm veya 5,5mm kalınlığındaki filmaşin, soğuk çekme ile istenilen tel çapı kalınlığına (5mm – 1,20mm arasında) düşürülebilmektedir. Ayrıca filmaşinin yapısında bulunan kimyasalların sayesinde, istenilen mukavemet değerinde ve tel çapında tel üretilmektedir. Soğuk tel çekme prosesinde iki üretim ünitesi kullanılmaktadır.

3.2.1. Filmaşin Yüzey Kaplama Üretim Ünitesi

Bu prosesin amacı telin hammaddesi olan filmaşinin temizlenmesi ve dış etkilere karşı daha dayanıklı hale getirilmesini sağlamaktır. Ayrıca haddeleme işlemi için de tel daha uygun bir hale gelir. Asithanede yapılan işlemler iki ana başlık altında toplanabilir;

- Kimyasal temizleme
- Fosfat kaplama

Asithanedeki işlemler 20’şer tonluk hacme sahip toplam 13 havuzda gerçekleştirilmektedir. Bulunan havuzlar aşağıdaki gibidir;

- 4 adet HCI Asit havuzu
- 4 adet Durulama havuzu
- 3 adet Fosfatlama havuzu
- 1 adet Aktivasyon havuzu
- 1 adet Borax havuzu

Asithanede bir kangal filmaşin kimyasal temizleme sürecinde ortalama 20 dakika, fosfat kaplama proseslerinde de 6 dakika geçirmektedir. Taşıma süreleriyle birlikte bir kangal için asithanede yapılan toplam işlem süresi 45 dakikadır.

3.2.2. Kimyasal Temizleme

Amaç filmaşin dış yüzeyindeki üretimden kalma kabuk ve dış şartlardan oluşan pasın temizlenmesidir. Kimyasal temizlik HCl (hidroklorik asit) asitle yapılmaktadır. %31 konsantrasyonla tedarik edilen HCl, ilk kurulumda %25'e seyreltilmektedir.

Bu proseste önce asitle filmaşinin başarılı bir şekilde temizlenmesi sonra da proseste kullanılan asitin filmaşin yüzeyinden iyi bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde filmaşin yüzeyinde kalacak asit paslanmaya sebep olacaktır. Şekil 3.6. 'da HCI havuzları gösterilmektedir.



Şekil 3.6. HCI havuzları

Kimyasal temizleme prosesi aşağıdaki gibidir;

- Çürük asit havuzunda bekletme: Ham filmaşinler önce çürük asit havuzuna taşınır. Bu havuzda temiz asit havuzunda belli müddet kullanılıp konsantrasyonu düşen temiz asit kullanılmaktadır. Havuz oda sıcaklığındadır. İlk asitleme işlemi

burada yapılır, bekleme süresi uzundur. Burada yapılan işlemin amacı, filmaşini üzerinde bulunan yabancı maddelerden arındırmaktır. Bu havuzdaki ömrünü dolduran asit çözeltisi çürük asit tankına depolanarak, tedarikçi şirketten alınan hizmetle bertaraf edilmektedir.

- Temiz asit havuzunda bekletme: Çürük HCI asitten çıkan filmaşinler ardından temiz asit havuzuna taşınır ve işlemi burada devam eder. Buradaki amaç filmaşini üzerinde bulunan pas ve tufalden temizlemektir. Yeni tedarik edilen asit bu havuza kurulmaktadır. Havuz oda sıcaklığındadır, bekleme süresi ilk havuza göre daha kısadır. Temiz asit havuzunun yenilenmesi esnasında kullanılan yedek bir havuz mevcuttur.
- Durulama havuzu: Temiz asit havuzundan sonra durulama havuzuna alınan filmaşin bu havuzda 2 dk bekletilir. Bu havuzda suyla durulama yapılır, havuz 2-3 günde bir yenilenir. Bu havuzun bir adet yedeği mevcuttur. Şekil 3.7. ‘de filmaşin durulama havuzu gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Filmaşin durulama havuzu

- Fıskiyeli durulama: Bu aşamada boş havuzda kangal üzerine fıskiyelerle su püskürterek temizlik yapılmaktadır. Durulama havuzlarında amaç asit havuzunda bekletilen filmaşinlerin tam olarak arındırılmasını sağlamaktır.

Bu proseslerle kimyasal temizleme süreci tamamlanmaktadır.

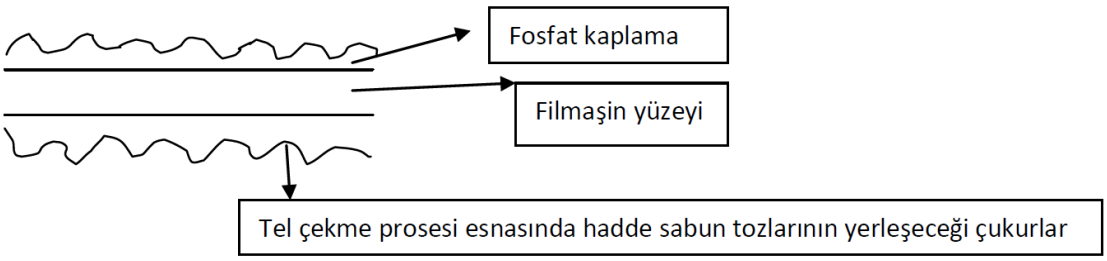
3.2.3. Fosfat Kaplama

Bu aşamada kimyasal olarak temizlenmiş filmaşin yüzeyine çinko-fosfat kaplama yapılmaktadır. Bu proses sonrasında erişilen kaplama kalınlığı 8 – 12 g/m2'dir. Tel çekme prosesi esnasında redüksiyon oldukça fosfat kaplama kalınlığı da düşer ancak tel kesiti de düştüğü için 8 – 12 g/m2 kaplama oranı sabit kalır. Şekil 3.8.'de fosfat kaplama havuzları gösterilmektedir.



Şekil 3.8. Fosfat kaplama havuzları

Fosfatlama prosesinin amacı, filmaşinin korozyona karşı direncini artırmak ve yapılan kaplamayla filmaşin üzerinde aşağıda gösterilen şekilde mikro kademeli bir yapı oluşturarak, tel çekme esnasında proseste kullanılan hadde sabunlarının yüzeydeki mikro çukurlarda tutunmasını sağlamak ve tel çekme esnasında yüzey kayganlığı elde etmektir. Şekil 3.9.'da tel çekme prosesi esnasında hadde sabun tozlarının yerleşeceği çukurlar gösterilmiştir.



Şekil 3.9.Tel çekme prosesi esnasında hadde sabun tozlarının yerleşeceği çukurlar

Fosfat kaplama işlem sırası aşağıdaki gibidir.

- Aktivasyon havuzu. Bu havuzun amacı yukarıda verilen yapılacak fosfat kaplamadaki kademeli mikro yapının homojen olmasını sağlamaktır.
- Fosfat banyosu. Fosfat banyosunda 70°C - 75°C sıcaklıkta fosfatlama işlemi yapılmaktadır. Bu aşamada 3 havuz vardır. 2 havuzda eş zamanlı çalışılmaktadır. 3.havuz banyo yenileme esnasında yedek amaçlı kullanılmaktadır. Fosfat kaplama kalınlığını sabit tutabilmek için fosfat banyosu ile ilgili serbest asit, toplam asit, asit oranı ve sıcaklık parametreleri sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Bu parametreler için hedef değerleri korumak için dozajlama işlemi yapılmaktadır.
- Durulama banyosu. Fosfat banyosundan çıkan kangallar bu havuzda soğuk su ile durulanmaktadır.
- Boraks banyosu. Bu havuzda normalde asidik olan fosfatlı filmaşin 70°C'de boraks kimyasalıyla nötr hale getirilmektedir. Bu PH dengelemesi yapılmazsa asidik yapısından dolayı fosfatlı filmaşin paslanır. Bütün bu işlemler sonucu filmaşin üretimde kullanılmaya yarım mamül olarak hazır haldedir. Şekil 3.10.'da yarı mamül filmaşin gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Yarı mamül filmaşin

3.2.4. Soğuk Tel Çekme Üretim Ünitesi

Teorik olarak tel çekme esnasında kütlece redüksiyon oranlarının ilk haddede %22 ile başlanıp son haddede %12 ile bitirilmesi önerilir. Tel çekme makinelerinde kafa çapları kendi içerisinde eşittir. İki kafa arasındaki devir senkronizasyonu çok önemlidir.



Şekil 3.11. Tel çekme makinesi kafaları

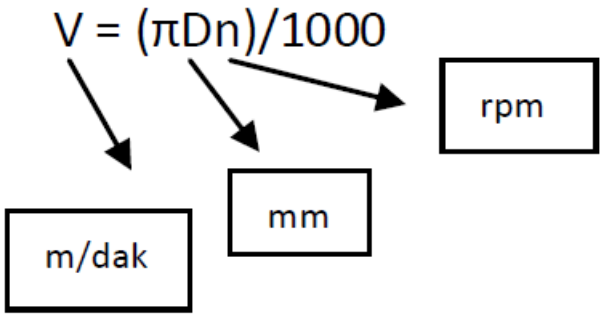
Çapları eşit olan iki kafa arasındaki haddeye giriş ve çıkış hız ve çap değerleri arasındaki bağlantı Şekil 3.12.'deki gibidir. Burada; D_1 giriş çapı, V_1 giriş hızı, D_2 çıkış çapı ve V_2 çıkış hızıdır.



$$D_1^2 V_1 = D_2^2 V_2$$

Şekil 3.12. Haddeye giriş ve çıkış hız ve çap değerleri

Söz konusu iki kafa arasında çaplar eşit değilse formülde çizgisel hızla dönüş devri arasında şekil 3.13'deki bağlantı kullanılmaktadır. Burada; V çizgisel hız, D kafa çapı ve n kafanın dönüş devridir.



Şekil 3.13. Tel çekme makinesi hız hesabı

Tel çekmede baz alınan üretim hızları son çapta erişilen hız değerleridir. Bir hadde olması gereken ölçüden %2 - %3 oranında genişlerse ölçüsü bozulmuş kabul edilir. Genişleyen haddeler bir önceki haddede kullanılır, ilk haddeye kadar geldikten sonra kullanım dışı kalır.

Haddeleme esnasında en kritik proses soğutmadır. Haddeleme prosesinde tel sıcaklığı 180°C - 200°C seviyelerine çıktığı için homojen soğutma elde edilemezse malzeme yapısında bozulma olmaktadır.

Hadde soğutmanın haricinde tel çekme prosesinde kafa soğutma işlemi de vardır. Burada amaç kafalara sarılmış telleri soğutmaktır. Her iki soğutma işlemi de soğutma kuleleri vasıtasıyla yapılmaktadır.

Tel çekme ünitesinde üretim için gerekli olan teller çekilmektedir. Tel çekme hattında filmaşin kaplama ünitesinden gelen fosfatlanmış filmaşinler istenen tel çapına çekilir. Makineye giren filmaşin Ø5.5 mm ve Ø7.0 mm olmak üzere 2 çeşittir. Şekil 3.14.'de tel çekme makinesinin filmaşin yükleme bölümü gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Tel çekme makinesinin filmaşin yükleme bölümü

Telin inceltilmesinde hadde serileri kullanılır, tel bu hadde serileri içerisinden geçerek inceltilir. Bu hadde serileri telin çapına, özelliğine ve makine kafa sayısına bağlı olarak kurulur ve serideki her bir haddenin çap küçülme miktarı redüksiyon oranına göre ayarlanır. Bunun dışında telin hadde içinden geçme hızları da telin çapına, özelliğine ve makine kafa sayısına bağlıdır. Şekil 3.15.'de tel çekme makinesinin genel görünümü gösterilmektedir.



Şekil 3.15. Tel çekme makinesi

Tel haddeye girmeden önce çapı daha kalındır ve haddeden çıkınca uzunluğu arttığı için telin hızı daha fazladır. Haddelerde hadde sabunu kullanılır ve bu hadde sabunu telin hareketi boyunca tele kayganlık sağlayarak hadde ile sürtünmesini minimuma indirir. İki çeşit hadde sabunu kullanılır bunlar ince ve kalın hadde sabunudur. Makinelerin ilk 5 kafasında Ca bazlı kalın sabun, diğer kafalarda ise Na bazlı ince sabun kullanılır. Makinenin çıkış bloğunda (coiler) telin dresaj ayarı yapılır.

Haddeleme işleminde ısı açığa çıkmaktadır. Bu ısı hadde kafalarında soğuk su devri yaptırılarak giderilmeye çalışılmaktadır çünkü fazla ısı telin haddelenmesi aşamasında telde deformasyona sebep olmaktadır. Haddeler zamanla bozulabilmektedir ve bozulan haddeler değiştirilir. Çekilmiş teller 3 ayrı şekilde depolanmaktadır;

- Makara sarım,
- Sepet sarım,
- Rulo sarım,

Şekil 3.16.'da tel çekme makinesinin çıkış bloğu (coiler) gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Çıkış bloğu (coiler)

3.2.5. Makine Üretim Aralıkları ve Sarım Çeşitleri

Genel üretim aralığı olarak, tel çekme makinelerinde 5,5 mm çapında filmaşinden minimum 1,25 mm çapa kadar tel çekilebilmektedir. Tel çekme hattında 14 adet makine bulunmaktadır. Bu makinelerle ilgili temel veriler aşağıdaki gibidir.

Tel çekme makinelerinde ilk kafa daha kuvvetli olup çapları büyüktür. 10+1 kafalı bir makinede ilk iki kafa genelde 710 mm olur. Sonraki kafalar daha küçük ve kendi içinde eşit çaplıdır. Makineler sonraki küçük kafaların çapıyla anılır. Makinenin kafa çapı büyüdükçe kafa üzerinde tel sarılabilecek yüzey alanı artacağından, daha fazla tel kafa üzerinde bekler. Böylece daha homojen soğutma elde edilir.

Tel çekme prosesi esnasında tel çapı düştükçe telin mukavemeti artmaktadır. Örneğin yaklaşık 1000 N/mm2 çekme mukavemetine sahip 5,5 mm 65C filmaşin 10+1 kafalı makinede 2,20 mm çapa düşürüldüğünde telin çekme mukavemeti 1650 N/mm2 seviyelerine çıkar. Kafalarda daha iyi soğutma elde edilen büyük kafa çaplı makinelerde aynı hızda telin çıkış çekme mukavemeti daha düşük olmaktadır. Örnek olarak aşağıdaki kıyaslama verilebilir.

Tablo 3.1. Kafa çaplarına göre mukavemet değerleri

Kafa çapı (mm)	Üretim hızı (m/sn)	Filmaşin çapı (mm)	Çıkış tel çapı (mm)	Tel çekme mukavemeti (N/mm^2)
550	8	5,5	2,2	1650
630	8	5,5	2,2	1600

Bu durumda büyük kafa çaplı makinede hız artırma imkanı vardır. Üretim hızı yukarıdaki örnekte yaklaşık 9,5 m/sn seviyelerine çıkarılarak, büyük kafa çaplı makinede de telin çekme mukavemeti 1650 N/mm2 seviyelerine çıkarılır.

Kafa çapları daha da büyük olan makinelerde giriş çapı 8 mm gibi daha büyük olan filmaşinler çekilebilir. Tel çekme makinelerinde +1 şeklinde ifade edilen kafa, sepet boşaltıcı coiler kafasıdır. Bu kafada boşaltma esnasında yaklaşık %12 - %14 seviyelerinde redüksiyon yapılır.

Tel boşaltıcıya girmeden önce dresaj işleminden geçirilir. Bu işlemle tel üzerindeki gerilim alınır. Dresajdan geçmiş tel sepete boşaltıldıktan sonra sepette kesilse bile telin sarım yapısı bozulmamalıdır.

Makaraya sarımda kullanılan makara ölçüleri belli bir standart dahilinde olup belirtilen çap değerleri makara dış çaplarıdır. Rulo sarım şeklinde ambalajlanan tellerde 3 farklı çapta göbek kartonu kullanılmaktadır. Bunlar Ø40, Ø45 ve Ø50 cm'dir. Karton göbek çapı sipariş esnasında müşteri tarafından belirtilmektedir.

Kullanılan karton göbek çaplarına göre makinelerin coiler çapları değişmektedir. Makine ayarlı olduğu göbek çapının üstünde üretim yapabilir ancak altında yapmak için revizyon gereklidir. Nihai çapı 3,0 mm ve altında olan teller coilerden çekilebilir, 3,0 mm üzeri çekilemez. İstisnai olarak bir adet makinede 4,88 mm'ye kadar coilerden tel çekilebilmektedir. Rulo olarak istenen çerçeve telleri bu makinede çekilmektedir.

Karkaslarda kullanılan helezon telleri 1.30 mm ve 1.40 mm olanlar 45C filmaşinden, torba yaylar için 1.30 mm ve 1.40 mm teller ise 65C filmaşinden üretilmektedir. Yay telleri 1.60 mm, 1.80 mm, 2.00 mm, 2.10 mm, 2.20 mm, 2.30 mm, 2.38 mm, 2.40 mm ise genellikle 65C filmaşinden üretilmektedir. Tablo 3.2.'de yay tiplerine göre üretilen tel çapları gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Yay tiplerine göre üretilen tel çapları

Yay	**Tel Çapı (Ø) (mm)**
Sl Yay Teli	1,80
86'lık Bonel Yay Teli	2,00 - 2,10 - 2,20 - 2,38 - 2,40
96'lık Bonel Yay Teli	2,20 - 2,38
Torba Yay Teli	1,30 - 1,40 - 1,60 - 1,80 - 1,90 - 2,00
Çerçeve Teli	3,50 - 3,90 - 4,50 - 4,88
S-Yay Teli	3,80 - 4 ,00
Helezon Teli	1,30 - 1,40
Ofset Yay Teli	2,20
Cosiflex Yay Teli	1,80

Tablo 3.3.'de Filmaşinlerin karbon (C) oranına göre üretilen tipleri gösterilmektedir.

Tablo 3.3. Karbon (C) oranına göre üretilen tel tipleri

C ORANI	ÜRÜN	FİLMAŞİN ÇAPI (mm)
45 C	Helezon Teli	5,5
65 C	Bonel-SL-Torba-Cosiflex-Ofset Yay Teli	5,5
70 C	Bonel Yay Teli	5,5
71 C	Çerçeve Teli	5,5 -7,0
75 C	S Yay Teli	5,5
80 C	S Yay Teli	5,5

3.3. Tel Çekme Soğutma Sistemi

Mevcut durumda Tel-Yay fabrikasında bulunan tel çekme makinelerini soğutmak için manuel olarak kontrol edilen bir soğutma sistemi bulunmaktaydı. Bu çalışma ile bu soğutma sistemini otomatik kontrol eden bir sistem kurulmuştur.

Tel-Yay fabrikasında 14 adet tel çekme makinesi bulunmaktadır. Tel çekme makinelerinde, istenilen çapta tel üretmek için tel haddelerden çekilerek çapı küçültülür. Makinelerde telin etrafına sarıldığı kafalar bulunur. Bu kafalar teli haddelerden çekerken zorlamadan dolayı tel ısınır. Tel, kafaların üzerine sarıldığından dolayı kafalar da ısınır. Kafalardaki bu ısınma telin yapısını bozduğu için kafaların hızlı ve etkili bir şekilde soğutulması gerekir. Bu amaç için kafaların içerisinden su geçirilerek kafalar soğutulmaktadır.

Fabrikada tel çekme makinelerinin soğutmasını yapan manuel kontrollü bir soğutma sistemi bulunmaktadır. Soğutma sisteminde iki adet havuz bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, makinelerden gelen sıcak suyun toplandığı sıcak su havuzu, diğeri de makinelere gönderilecek soğuk suyun toplandığı soğuk su havuzudur. Soğutma sistemi genel olarak üç ana kısımdan oluşur. Birinci kısım, soğuk su havuzundan makinelere soğutulmuş suyu besleyen pompalardır. İkinci kısım sıcak su havuzundan soğutma kulelerine sıcak suyu besleyen pompalardır. Son kısım ise sıcak suyun soğutulduğu soğutma kuleleridir.

Yapılan sistem ile soğutma sisteminin otomatik olarak çalışması sağlanmıştır. Burada öncelikle makinelerden alınan sinyaller ile makinelerin çalışma veya durma durumları kontrol edilerek, soğutma sisteminin makineler çalıştığı zaman devreye girmesi sağlanmıştır. Makinelere soğuk suyu besleyen pompaların sayısı, hat üzerine konulan basınç sensöründen alınan bilgiye göre belirlenmiş ve bu sayede her makineye belirli bir basınçta ve soğutmayı sağlayacak kadar su gitmesi sağlanmıştır. Şekil 3.17.'de resimde soğuk su havuzundan makinelere soğutulmuş suyu besleyen pompalar gösterilmektedir. Bu pompalardan beş tanesi 30kW, bir tanesi 18kW'dır.



Şekil 3.17. 30kW ve 18kW pompalar

Sıcak suyu kulelere besleyen pompalar ise sıcak su havuzunda bulunan seviye sensörlerine göre devreye alınmaktadır. Havuzun içerisine konan dört adet seviye sensörü ile çalışacak pompa sayısı ayarlanmaktadır. Şekil 3.18.'de sıcak su havuzundan soğutma kulelerine sıcak suyu besleyen pompalar gösterilmektedir. Bu pompalardan üç tanesi 15kW, diğer üç tanesi de 11kW'dır.



Şekil 3.18. 15kW ve 11kW pompalar

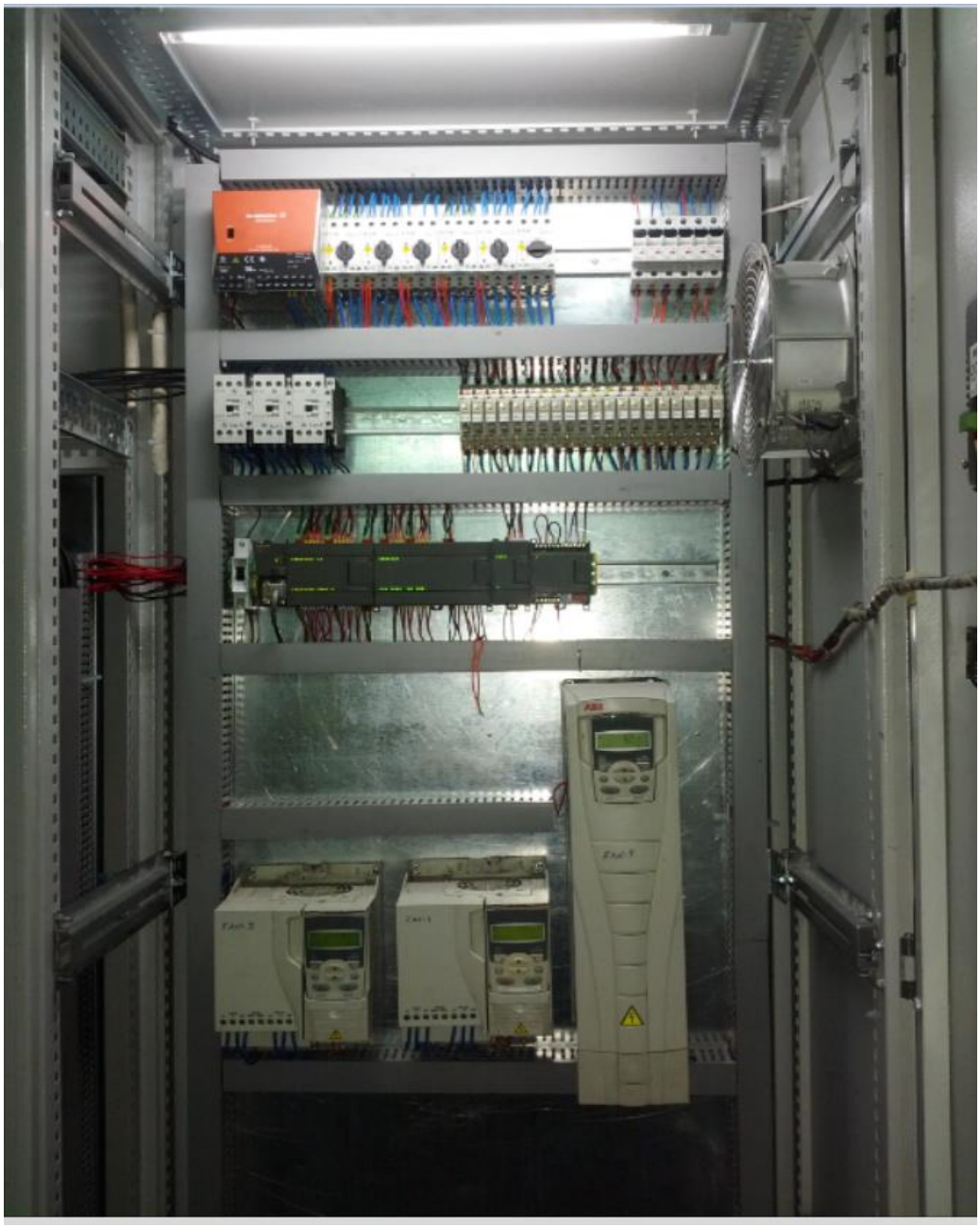
Soğutma kulelerine alınan suyun sıcaklık kontrolü soğuk su havuzuna konulan sıcaklık sensörü ile yapılmaktadır. Bu sayede soğutma kulelerinin devreye girip çıkması sağlanmıştır. Şekil 3.19.'da sıcak suyun soğutulduğu soğutma kuleleri gösterilmektedir. Ayrıca tasarlanan sistem ile anlık soğutma ihtiyacına göre pompa ve fanların devreye girip çıkması sağlanarak, gereksiz yere çalışmaları önlenmiştir.



Şekil 3.19. Soğutma kuleleri

3.4. Kontrol Birimi

Pompaların ve fanların denetimini sağlamak için PLC ve operatör panel kullanılmıştır. Yapılan kontrol panosu iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda; PLC, operatör paneli, röleler, sinyal giriş klemensleri, fan kontrol sürücüleri ve fan kontrol kontaktörleri bulunmaktadır.



Şekil 3.20. Kontrol panosunun ilk bölümü

Kontrol panosunun ikinci kısımda; ana besleme şalteri, yumuşak yol vericiler, termik manyetik şalterler, kontaktörler ve pompa enerji dağıtım klemensleri bulunmaktadır.

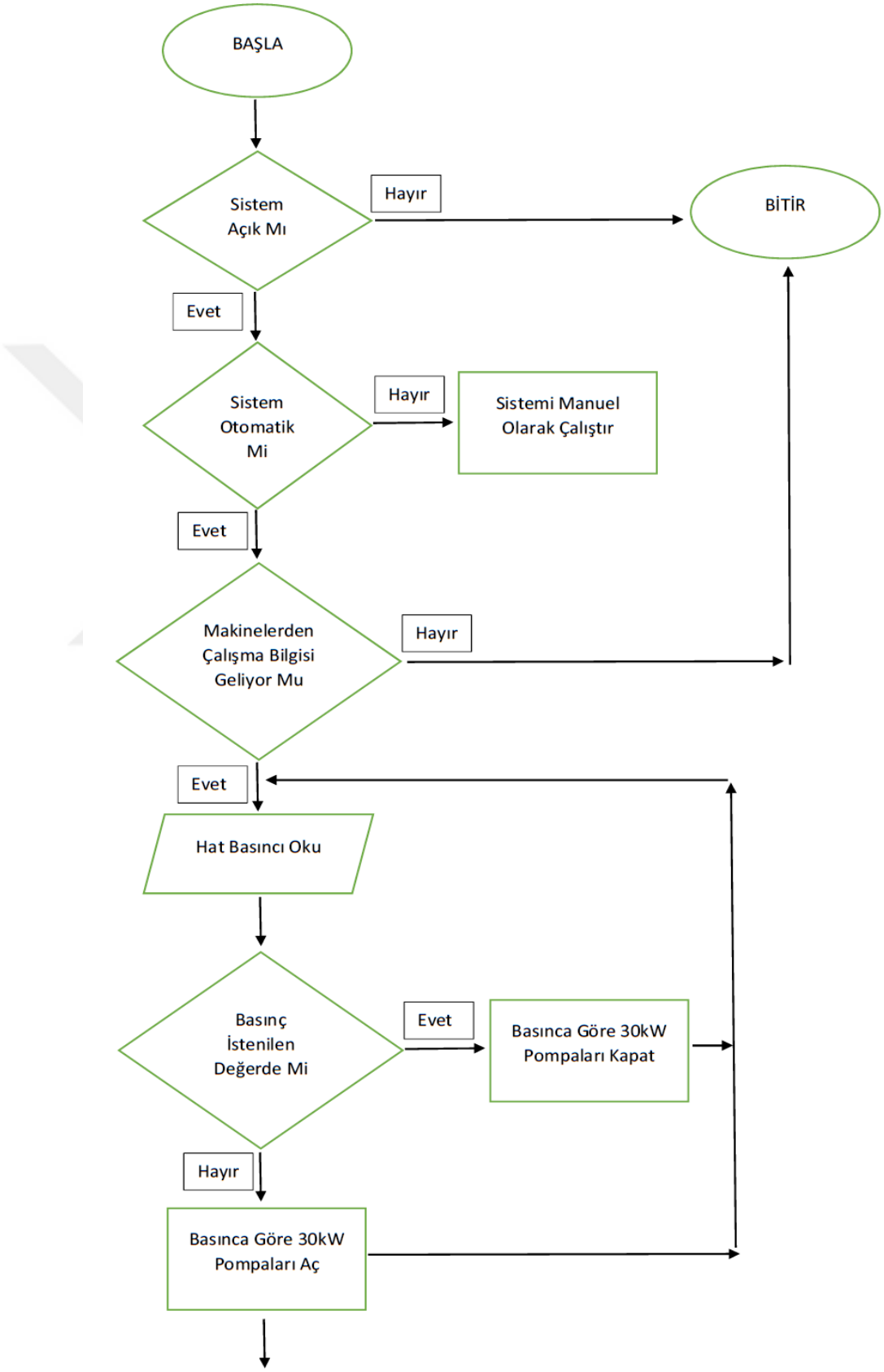


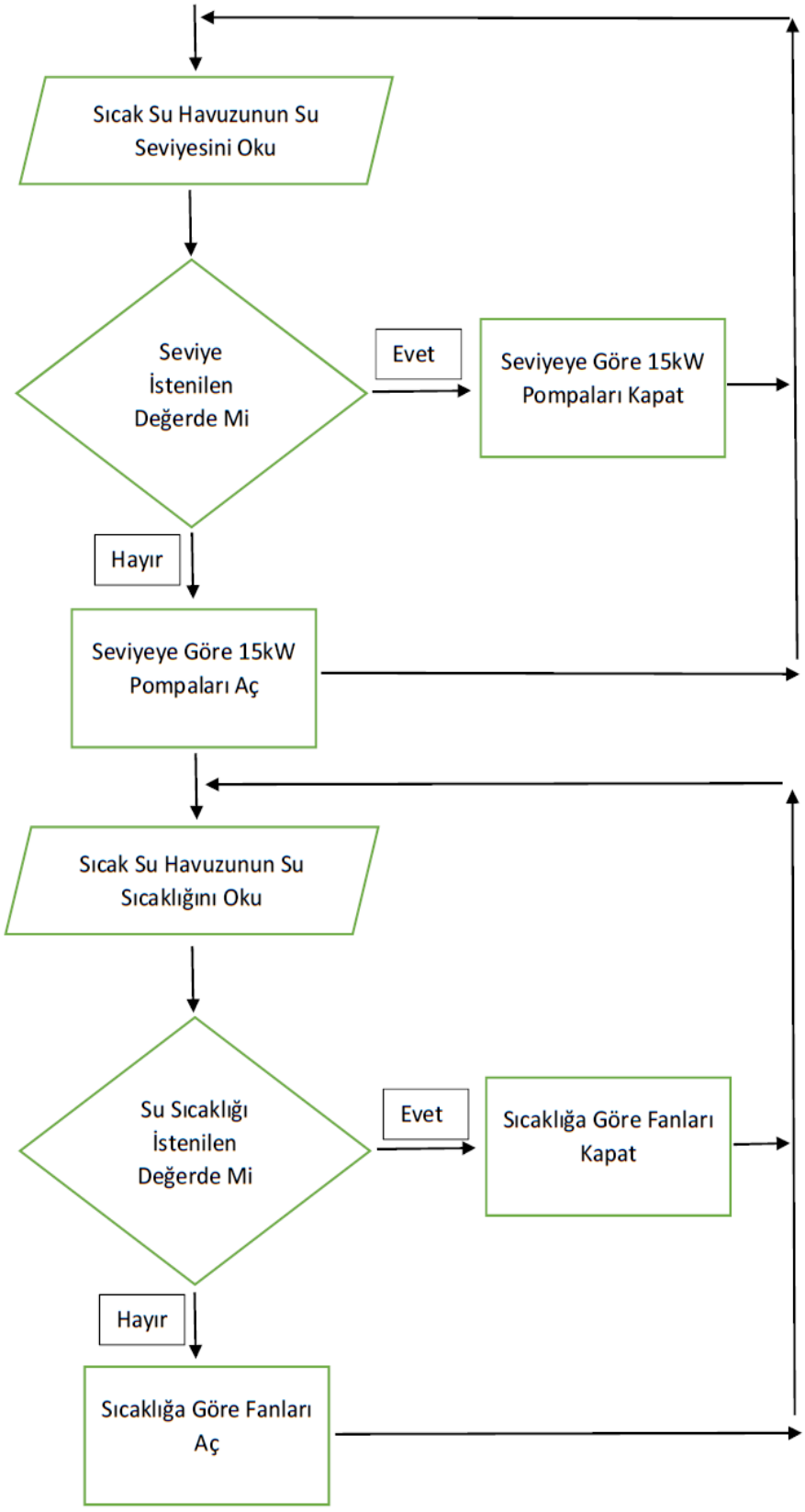
Şekil 3.21. Kontrol panosunun ikinci bölümü

Kontrol ünitesi için Siemens S7-200 CPU 224XP serisi PLC kullanılmıştır. PLC'deki giriş ve çıkış sayılarının artırmak için giriş-çıkış modülleri ilave edilmiştir. Ayrıca sıcaklık ve basınç sensörlerinden gelen analog sinyalleri almak için analog giriş modülü kullanılmıştır.

Siemens S7-200 CPU 224XP PLC, USB ile programlanabilme özelliğine sahip olması, ekstra modüllerin eklenebilmesi, takılacak bir pil vasıtasıyla adreslerdeki bilgilerin saklanabilmesi, doğrudan operatör panel ile haberleşme yapabilmesi ve yazılımının kolay bulunabilmesi gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmiştir.

Yazılan PLC programının genel akış algoritması şekil 3.22.'de gösterilmektedir.





Şekil 3.22. Program algoritması

Sistemde kontrol edilen motorlar üçe ayrılmaktadır. Bunlardan fan motorları, sıcak su havuzunda bulunan sıcaklık sensöründen alınan bilgiye göre çalışmaktadır. Tel çekme makinelerinde kafaların yeterli bir şekilde soğutulması için 20 ile 22 derece arasında suyun makinelere beslenmesi gerektiğinden, çalışan makine adedi ve havanın sıcaklığına göre sıcak su havuzuna gelen suyun sıcaklığı değişmektedir. Sıcaklık sensörü sayesinde sürekli bilgi alınarak, yeterli sayıda fan çalıştırılıp makinelere istenilen sıcaklıkta suyun gitmesi sağlanmaktadır. Tablo 3.4.'de sıcaklık değerlerine göre devreye giren fan adedi gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Fan çalışma durumu

Sıcaklık Değeri (Derece)	**Çalışan Fan Sayısı**
DEĞER < 18	0
18 ≤ DEĞER < 20	1
20 ≤ DEĞER < 22	2
22 ≤ DEĞER < 24	3
24 ≤ DEĞER < 26	4
26 < DEĞER	5

30kW pompa motorları, basınç sensöründen alınan bilgiye göre çalışmaktadır. Tel çekme makinelerinde kafaların yeterli bir şekilde soğutulması için her makineye istenilen basınç değerinde suyun beslenmesi gerekmektedir. Soğuk su havuzundan makinelere soğuk suyu besleyen ana boru hattı üzerinde bir adet basınç sensörü bulunmaktadır. Makinelere yeterli basınçta su beslenmesi için ana boru hattındaki su basıncının 3 bar olması gereklidir. Çalışan makine adedi değiştikçe ana boru hattındaki basınç değeri değişmektedir. Değişen basınç değerine göre, yeterli sayıda 30kW pompa motorları çalıştırılarak makinelere istenilen basınçta suyun gitmesi sağlanmaktadır. Tablo 3.5.' de basınç değerlerine göre devreye giren 30kW pompa adedi gösterilmektedir.

Tablo 3.5. 30kW pompaların çalışma durumu

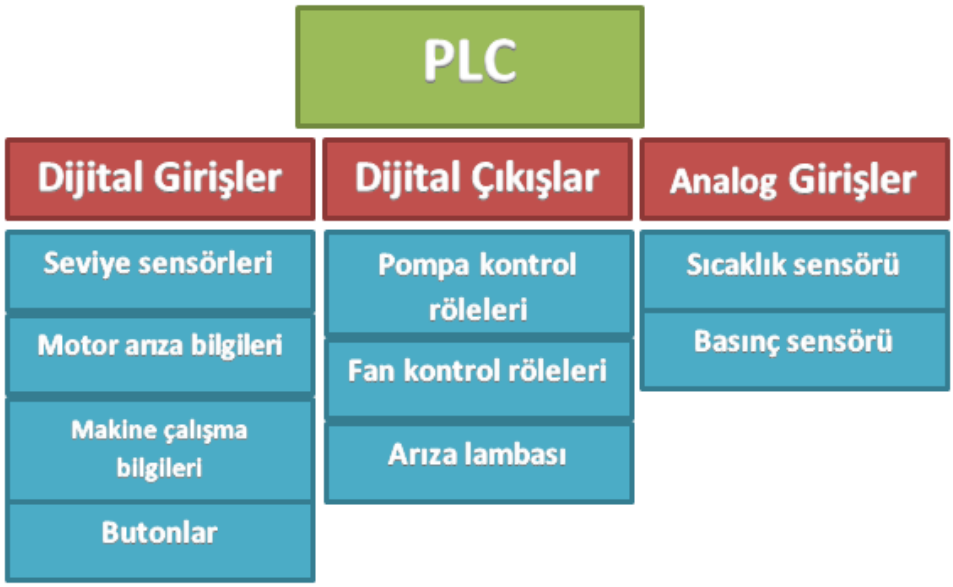
Basınç Değeri (Bar)	**Çalışan 30kW'lık Motor Sayısı**
DEĞER < 3,0	6
3,0 ≤ DEĞER < 3,2	5
3,2 ≤ DEĞER < 3,4	4
3,4 ≤ DEĞER < 3,6	3
3,6 ≤ DEĞER < 3,8	2
3,8 ≤ DEĞER < 4	1
4 < DEĞER	0

11kW ve 15kW pompa motorları, seviye sensörlerinden alınan bilgiye göre çalışmaktadır. Sıcak su havuzunda 4 adet seviye sensörü bulunmaktadır. Makinelerin çalışma durumuna göre, makinelerden gelen sıcak su miktarı değişmektedir. Değişen sıcak su miktarı sebebiyle sıcak su havuzundaki su seviyesi sürekli değişmektedir. Havuzdaki sensörlerinden alınan bilgilere göre havuzdaki su seviyesi tespit edilip, çalışması gereken 11kW ve 15kW pompa motorlarının çalışması sağlanmaktadır. Tablo 3.6.' da sensör seviyesine göre devreye giren 11kW ve 15kW pompa adedi gösterilmektedir.

Tablo 3.6. 11kW ve 15kW pompaların çalışma durumu

Sensör Seviyesi	**Çalışan 11-15 kW'lık Motor Sayısı**
TABAN	3
ALT	4
ORTA	5
ÜST	6

Şekil 3.23.' de PLC'ye bağlanan dijital girişler, dijital çıkışlar ve analog girişler gösterilmektedir. Dijital girişler; seviye sensörleri, motor arıza bilgileri, makine çalışma bilgileri ve butonlardır. Dört adet seviye sensörü soğuk su havuzundaki su seviye bilgisini göndermektedir. Termik manyetik şalterlerden ve yumuşak yol vericilerden gelen bilgiler, motorlar için arıza bilgisi göndermektedir. Tel çekme makinelerinden, makinelerin çalışma ve durma bilgileri gelmektedir. Dijital çıkışlar; pompa-fan kontrol röleleri ve arıza lambasıdır. Pompa ve fan kontrol röleri ile pompa ve fanların kontaktörlerine sinyal gönderilmektedir. Analog girişler; sıcaklık sensörü ve basınç sensörüdür. Sıcaklık sensörü, sıcak su havuzundaki sıcaklık bilgisini göndermektedir. Basınç sensörü, makinelere su besleyen ana boru hattındaki basınç bilgisini göndermektedir.



Şekil 3.23. PLC bağlantı blok diyagramı

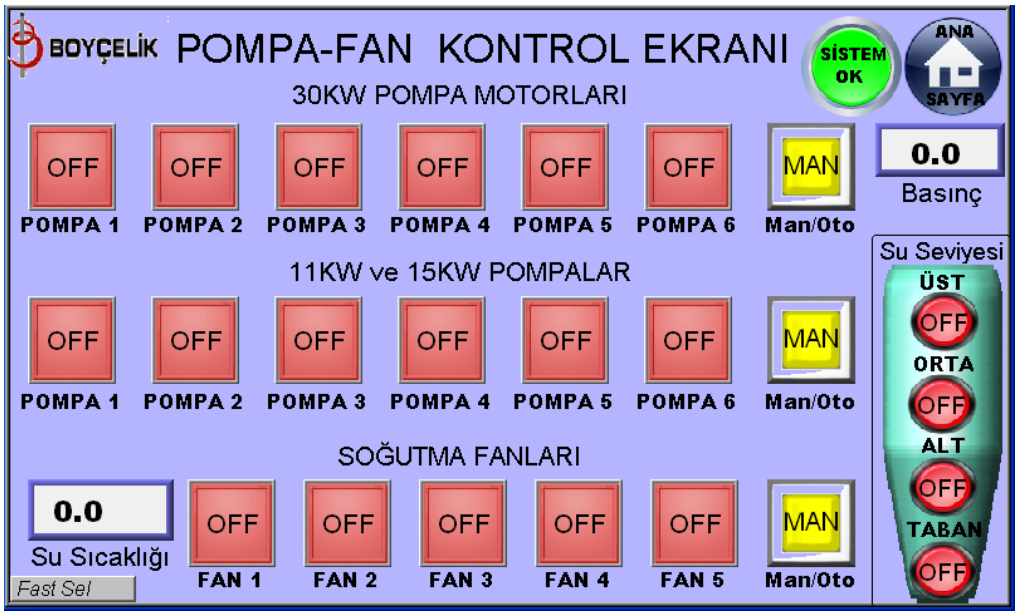
Operatör panel (Touch Panel) endüstriyel uygulamalarda çok sık kullanılan, operatörün sistemi kontrol edebileceği dokunmatik ekranlardır. Bir nevi mini bilgisayar olarak da adlandırılabilir. Geliştirilen sistemin kullanıcı denetimini sağlamak için Easy View marka MT506S modeli renkli operatör panel kullanılmıştır.

Operatör panelde beş adet kontrol ekranı bulunmaktadır. Bunlar ana sayfa, otomatik izleme, pompa-fan kontrol, girişler ve arıza ekranlarıdır. Anasayfa ekranı sistemin çalışma modunun seçilme işleminin yapıldığı ve diğer menü sayfalarına geçiş yapılan sayfadır. Şekil 3.24.' de operatör panelinin anasayfa kontrol ekranı gösterilmektedir.



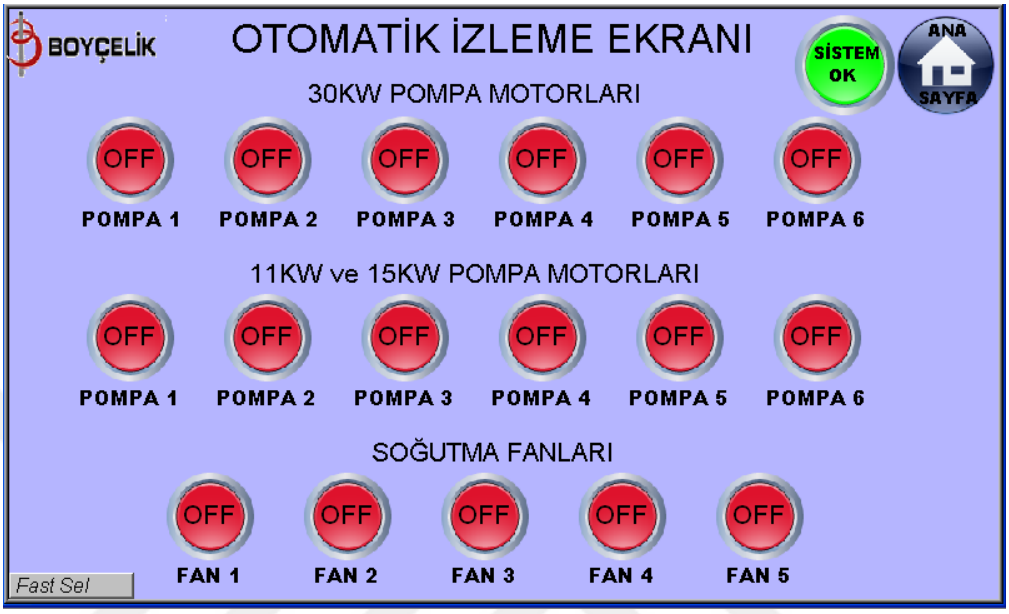
Şekil 3.24. Anasayfa kontrol ekranı

Pompa-fan kontrol ekranında, sistemde bulunan pompa ve fanların otomatik veya manuel kontrolleri, sıcaklık ve basınç sensörlerinin değerleri ve sıcak su havuzundaki su seviyesinin değeri görülmektedir. Şekil 3.25.'de operatör panelinin pompa-fan kontrol ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3.25. Pompa-fan kontrol ekranı

Otomatik izleme ekranında, sistem otomatik olarak çalışırken sistemde çalışan pompa ve fanların durumu izlenmektedir. Şekil 3.26.'da otomatik izleme ekranı gösterilmektedir.



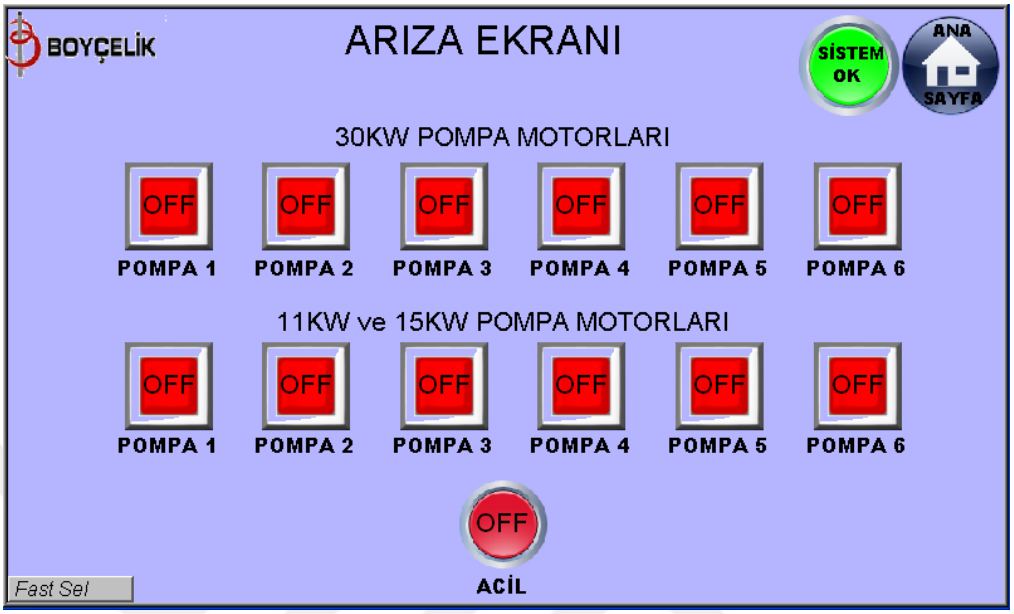
Şekil 3.26. Otomatik izleme ekranı

Giriş izleme ekranında, tel çekme makinelerinin çalışma durumları izlenmektedir. Şekil 3.27.' de operatör panelinin giriş izleme ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3.27. Giriş izleme ekranı

Arıza ekranında, pompa motorlarında oluşabilecek arıza durumları izlenmektedir. Şekil 3.28.' de arıza izleme ekranı gösterilmektedir.

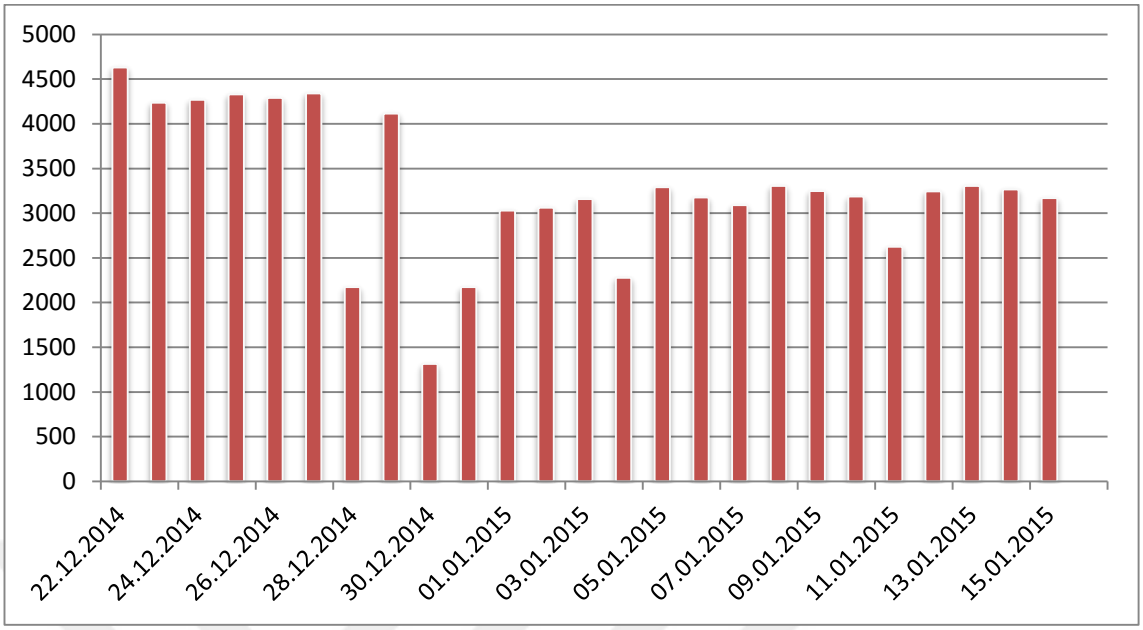


Şekil 3.28. Arıza izleme ekranı

Geliştirilen operatör panel yazılımı EBW-500 programı kullanarak geliştirilmiştir. Kullanıcı isteğine bağlı olarak işleme seçeneği seçilmek suretiyle işlem yapılabilmektedir. Geliştirilen operatör panel yazılımı endüstriyel uygulamalarda kullanılan klasik kontrol sisteminin aksine işleme parametreleri kullanıcı isteğine bırakmaktadır.

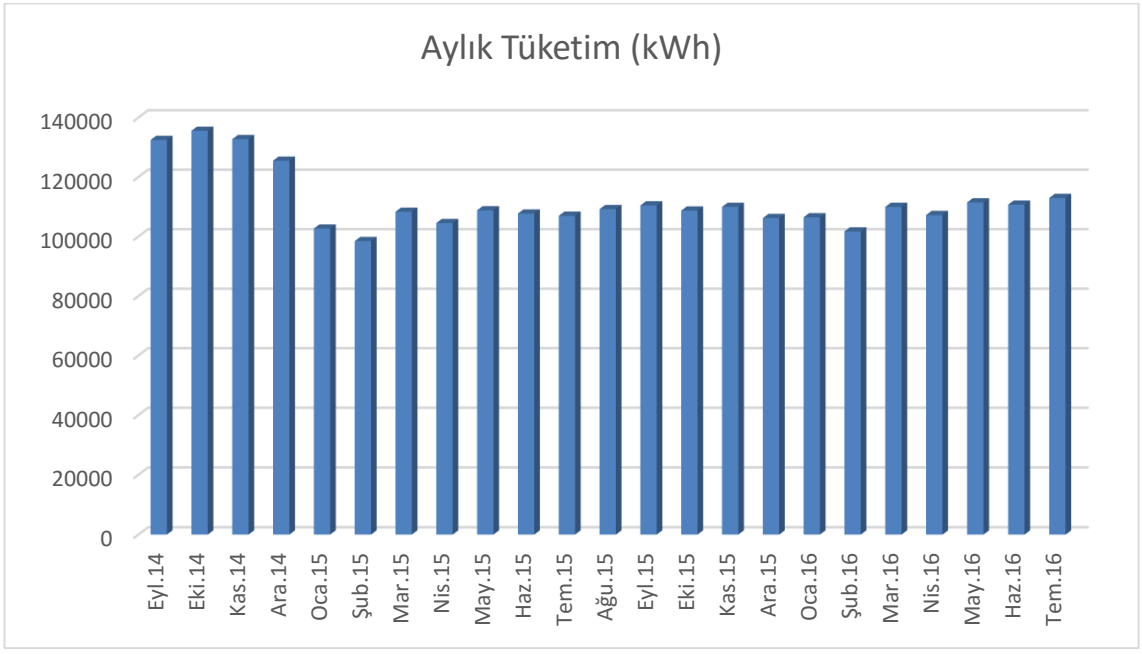
Yapılan otomasyon sisteminde elde edilen tasarrufu görebilmek için sistem devreye alınmadan önce hat üzerine enerji analizörü takılmıştır. Analizörden alınan verilere dayanarak sistemin kullandığı enerji miktarları ile ilgili günlük, aylık ve üç aylık veriler tablo halinde hazırlanmıştır. Şekil 3.29.'da sistemin günlük enerji tüketim grafiği gösterilmektedir. Şekildeki grafikten görüleceği üzere, sistemin enerji tüketimi, otomasyonun devreye alındığı 02.01.2015 tarihinden itibaren önemli ölçüde azalmıştır.

Soğutma sisteminin günlük enerji tüketim miktarı, otomasyon devreye alınmadan önce 4200-4400 kWh aralığındadır. Otomasyon sistemi devreye alındıktan sonra günlük tüketim miktarı 3100-3300 kWh aralığına inmiştir. Böylece günlük olarak yaklaşık 1000-1100 kWh enerji tasarrufu elde edilmiştir.



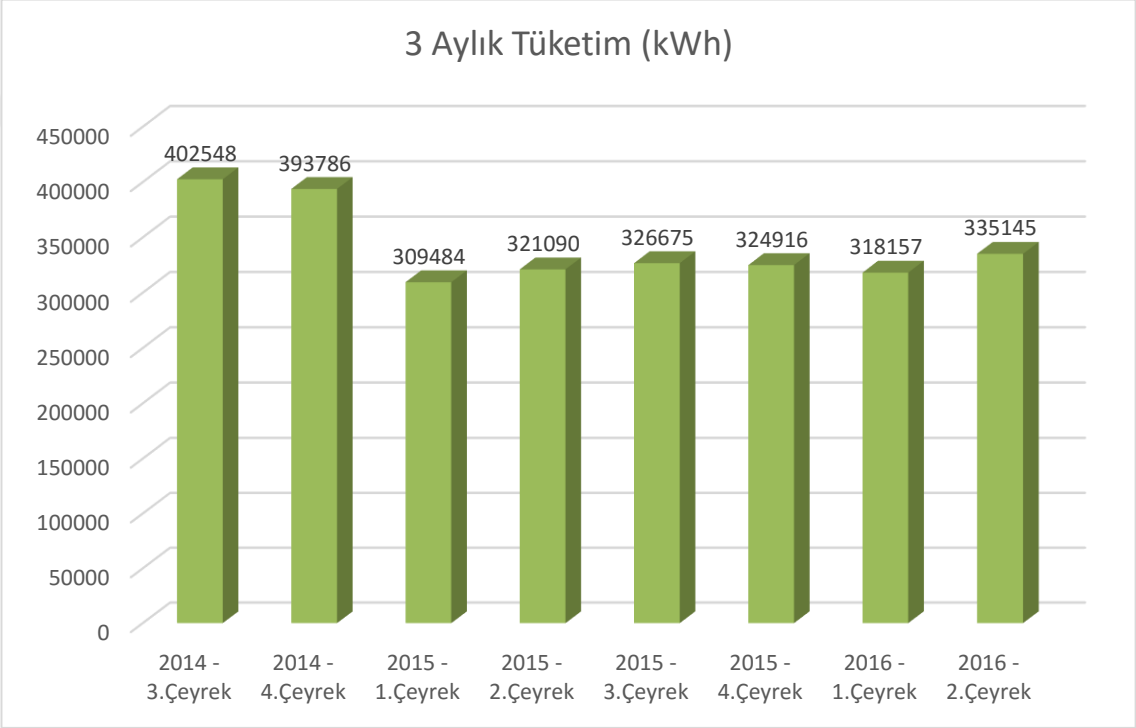
Şekil 3.29. Sistemin günlük enerji tüketimi (kWh) [23]

Şekil 3.30.'da sistemin aylık enerji tüketim grafiği gösterilmektedir. Bu grafiğe bakıldığı zaman, aylık enerji tüketim miktarının otomasyon devreye alınmadan önce 132000-135000 kWh aralığında olduğu görülmektedir. Otomasyon sistemi devreye alındıktan sonra aylık tüketim miktarı 108000-110000 kWh aralığına inmiştir. Böylece aylık olarak yaklaşık 22000-27000 kWh enerji tasarrufu elde edilmiştir.



Şekil 3.30. Sistemin aylık enerji tüketimi (kWh)

Şekil 3.31.'de sistemin üç aylık enerji tüketim grafiği gösterilmektedir. Tel çekme makinelerinin soğutma sisteminin üç aylık enerji tüketim miktarının otomasyon devreye alınmadan önce 395000-405000 kWh aralığında olduğu görülmektedir. Otomasyon sistemi devreye alındıktan sonra üç aylık tüketim miktarı 300000-330000 kWh aralığına inmiştir. Böylece üç aylık olarak yaklaşık 60000-85000 kWh enerji tasarrufu elde edilmiştir.



Şekil 3.31. Sistemin üç aylık enerji tüketimi (kWh)

Tel çekme makineleri yılda yaklaşık 330 gün çalışmaktadır. Otomasyon sisteminin devreye alınması ile günlük olarak yaklaşık 1000 kWh tasarruf sağlanmıştır. Yıllık olarak elde edilen tasarruf 330000 kWh'tir. Organize sanayi bölgesinde elektrik kWh bedeli 0.175TL'dir. Sistem sayesinde yıllık olarak elde edilen kazanç yaklaşık 57750TL'dir.

Tablo 3.7.'de otomasyon sisteminin devreye alınması sırasında kullanılan malzeme ve işçilik için harcanan tutar kalemleri gösterilmektedir. Sistemin devreye alınması için toplam 26000TL harcanmıştır. Yıllık kazancın 57750TL olduğu göz önüne alındığı zaman proje için harcanan tutar yaklaşık 5-6 ay içerisinde geri kazanılmıştır.

Tablo 3.7. Sistemi devreye alma maliyeti

Açıklama	**Tutar (TL)**
PLC ve modüller	11000
Sürücü ve Sofstarler	4000
Röle, kontaktör, sensör ve diğer malzemeler	6000
Yazılım için harcanan mühendislik bedeli	5000
TOPLAM	26000

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, PLC kullanılarak bir soğutma sistemi otomasyonu tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Soğutma sistemi otomasyonu tasarlanırken kullanımı kolaylaştırmak için farklı yapıdaki sensörler ve PLC kullanılmıştır. Otomasyonun kontrolünü sağlamak amacıyla operatör paneli kullanılmıştır. Bu çalışma ile sistemdeki pompa ve fanlar gerek bir program doğrultusunda otomatik veya manuel olarak kontrol edilmesi, gerekse anlık durumlarının izlenmesi sağlanmıştır.

Uygulama sayesinde daha önce manuel olarak kontrol edilen sistem otomatik hale getirilmiştir. Böylece pompa ve fanların gereksiz çalışması önlenerek % 20 ile %25 arasında enerji tasarrufu sağlanmıştır. Sistemin günlük enerji tüketimi otomasyondan önce 4200-4400kWh seviyelerinde iken otomasyondan sonra bu değer 3200-3400kWh değerlerine inmiştir. Otomasyon yazılımı sayesinde çalışan pompaların kendi içlerinde sıra ile çalışması sağlanarak pompa motorlarının eş yaşlanması sağlanmıştır. Ayrıca eski sistemde pompaların kontrolü bir operatör ile sağlanırken otomasyon sayesinde sistemin otomatik olarak işletilmesi başarılmıştır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara dayanarak, sanayi tesislerinde kullanılmakta olan orta ve yüksek güçlü elektrik motorlarının, bu çalışmada sunulan basit ancak etkili otomasyon algoritmaları ile önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabileceği ve makinelerin daha etkin kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bayrak, G., & Kaya, T. (2011). PLC ve elektrik kumanda devreleri eğitimi için bir deney seti tasarımı ve uygulaması. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 326-330.
2. Tortumluoğlu N, (2006). PLC Kontrollü Elektropnömatik Eğitim Seti Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4s.
3. Bante, K. G., Tarnekar, S. G., & Tutakane, D. R. (2013). Industrial Power Electronics and PLC System Solution for Enhancing the Performance of DC/AC Drive for Specific Application. In Emerging Trends in Engineering and Technology (ICETET), 2013 6th International Conference on (pp. 48-49). IEEE.
4. Malloci, I., Daafouz, J., Iung, C., Bonidal, R., & Szczepanski, P. (2010). Robust steering control of hot strip mill. Control Systems Technology, IEEE Transactions on, 18(4), 908-917.
5. Bayındır, R., and Çetinceviz, Y. (2011). A water pumping control system with a programmable logic controller and industrial wireless modules for industrial plants: an experimental setup. ISA Transactions, 50, 321-328.
6. DeBenedictis, A., Haley, B., Woo, C. K., & Cutter, E. (2013). Operational energy-efficiency improvement of municipal water pumping in California.Energy, 53, 237-243.
7. Beretta, S., & Boniardi, M. (1999). Fatigue strength and surface quality of eutectoid steel wires. International Journal of Fatigue, 21(4), 329-335.
8. Tiernan, P., & Hillery, M. T. (2008). An analysis of wire manufacture using the dieless drawing method. Journal of Manufacturing Processes, 10(1), 12-20.
9. Murakawa, M., Jin, M., & Hayashi, M. (2004). Study on semidry/dry wire drawing using DLC coated dies. Surface and Coatings Technology, 177, 631-637.
10. Brard, D. (1991). Lubrication–Quality and Innevation. Wire Industry, 733-734.
11. Gzesh, D. P., & Colvin, M. T. (1999). Wire drawing lubricant chemistry. Wire & Cable Technology International(USA), 27(2), 60-61.
12. Koner, S. (1992). Tungsten Carbide Wire Drawing Dies. Wire Industry, 350-356.
13. McNulty, M. (2006). Spotlight on Drawing Machines. WIRE AND CABLE TECHNOLOGY INTERNATIONAL, 34(1), 54.
14. Zelin, M. (2002). Microstructure evolution in pearlitic steels during wire drawing.Acta Materialia, 50(17), 4431-4447.

15. Yilmaz, M. (2006). Failures during the production and usage of steel wires.Journal of materials processing technology, 171(2), 232-239.
16. Pilarczyk, J. W. (2006). The effect of roller die drawing on the mechanical properties and some ASTRO characteristics of high carbon steel wires. Wire industry, 73(861).
17. Bayazıt Hasan, "Uygulamalı PLC Programlama ve Operatör Panel Konfigürasyonu", sayfa :14, Nobel Yayınları, 2004.
18. "Programmable Logic Controllers", Frank D. Petruzella, Macmillian/ Mc Graw-Hill 1992
19. "Telemecanique TSX Nano PLC (Programmable Controller System Manual", Edition 2003
20. "Analog and Digital Control Systems", Leonard Sokoloff, Prentice Hall, 1998
21. "Telemecanique TSX Micro PLC (Programmable Controller System Manual", Edition 2003
22. Da'na, S., Sagahyroon, A., Elrayes, A., Al-Ali, A. R., & Al-Aydi, R. (2008). Development of a monitoring and control platform for PLC-based applications.Computer Standards & Interfaces, 30(3), 157-166.
23. Pişmişoğlu, A., Saraçoğlu Ö.G., 2015. Enerji Tasarrufu için PLC ile Soğutma Sistemi Otomasyonu, 13-14, 2015 İlk Bildiriler Konferansı, 12-13 Haziran, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Ahmet PİŞMİŞOĞLU
Uyruğu: Türkiye (TC)
Doğum Tarihi ve Yeri: 5 Mart 1989, Kayseri
Medeni Durumu: Bekâr
Tel: +90 554 482 89 12
email: ahmet.pismisoglu@boycelik.com.tr
Yazışma Adresi: Sahabiye Mah. Fark Sok. No:25/3
Kocasinan/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	EÜ Müh. Fak. Elek. Elektr.	2011
Lise	Nuh Mehmet Baldöktü Anadolu Lisesi, Kayseri	2007

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2012- Halen	Boyçelik Metal San. Tic. A.Ş.	Yardımcı İşletmeler Şefi
2009–2010	Merkez Çelik A.Ş.	Analist (Part Time)

YABANCI DİL

İngilizce.

YAYINLAR

1. Pişmişoğlu, A., Saraçoğlu Ö.G., 2015. Enerji Tasarrufu için PLC ile Soğutma Sistemi Otomasyonu, 13-14, 2015 İlk Bildiriler Konferansı, 12-13 Haziran, Ankara.